EFECTOS DE UN MAYOR USO FORESTAL SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE UNA CUENCA AGRÍCOLA DEL SUDESTE DE SANTA FE.

Raúl Alberto Díaz[1]

[1] Ph. D. Instituto de Clima y Agua. INTA. Las Cabañas y Los Reseros, 1712 Castelar, Buenos Aires. email: rdiaz@cnia.inta.gov.ar

SUMMARY

Frequent flooding events in the Pampean region of Argentina have caused renewed interest in assessing the potential impact of forests on excess water. This paper deals with the impact of afforestation on the water resources of a rural watershed in Santa Fe Province, from 1999 to 2002. The aim being if forestry can have an important effect on evapotranspiration and soil moisture storage across the basin and to identify the differential response in the critical flooding of 2002. The findings highlighted afforestation of *Eucalyptus* in risk prone subregions as the scenario where most marked changes in evapotranspiration and soil moisture storage may take place. Subregions where changes in forest cover were small may likely have little change if any upon water budget. These differences provide useful insights with respect to the targeting of possible conversion incentives provided the persistence of the actual wet cycle.

Key words: afforestation; hydrology; *Eucalyptus*; modelling; Simgro

RESUMEN

La frecuencia cada vez mayor de inundaciones y anegamientos en la región pampeana ha renovado el interés por conocer el efecto de la forestación sobre los recursos hídricos de una cuenca. Este trabajo presenta los resultados de simular diariamente el ciclo hidrológico de una cuenca en el sudeste de Santa Fe, entre 1999 y 2002. El objetivo era determinar si un aumento del uso forestal modificaría el patrón de la evapotranspiración y del contenido de agua del suelo en forma importante. La cuenca, ubicada en el tramo inferior del Río Carcarañá, es de 53.567 hectáreas, en su mayoría cultivadas con soja. El modelo Simgro representa la hidrología superficial y subsuperficial en función de la meteorología, relieve, suelo y uso de la tierra. Los resultados demuestran que un aumento del área forestal con eucalipto en aquellas subregiones propensas a inundarse aumentaría el consumo de agua y el almacenamiento hídrico en el perfil del suelo de manera notoria. En caso de persistencia del ciclo húmedo actual, esta metodología podría ser útil para la asignación de incentivos económicos para una reconversión sostenible del uso de la tierra.

Palabras claves: forestación; hidrología; *Eucalyptus*; simulación; Simgro

INTRODUCCIÓN

A partir de la década del setenta, el clima de la región pampeana atraviesa una fase húmeda cuyo final no parece próximo (COMPAGNUCCI *et al.*, 2002). Mientras las regiones antes marginales se han reconvertido al uso agrícola, las mejores tierras han visto afectada su utilización y su productividad por anegamientos prolongados. Si bien el Estado Nacional ha iniciado obras de infraestructura para el control de las inundaciones, su efecto demorará en hacerse sentir. En la Cuenca Inferior del Río Carcarañá, en el núcleo sojero nacional, las precipitaciones del período 2000-2002 fueron superiores a lo normal. En la campaña agrícola 2002/2003, la saturación de los campos y el afloramiento de las napas en

las ciudades provocaron importantes pérdidas de cultivos y graves daños a la infraestructura urbana y rural, respectivamente. Durante estos años, INTA llevó a cabo ensayos para medir y estimar el consumo de agua de un bosque comercial de *Eucalyptus dunnii*. Los resultados mostraron que los árboles consumieron más agua que las rotaciones agrícolas, incluido el doble cultivo trigo/soja (DÍAZ, 2004).

Diversos autores concuerdan en que una cubierta forestal aumenta la intercepción de las lluvias y la infiltración, con una consiguiente disminución del escurrimiento (ROBINSON *et al.,* 2003; VERNIER *et al.,* 2003) . La mayor acumulación relativa de agua en un suelo forestal, unida a una capacidad de extracción profunda de las raíces, explican las diferencias en evapotranspiración respecto del uso agrícola (FAHEY, 1991). Por otra parte, ciertas especies de eucaliptos son tolerantes a excesos hídricos y napas superficiales (MARCAR, 1993; NAKAMA *et al*., 2000).

Este estudio tuvo por objetivo calcular el hipotético efecto que un mayor uso forestal hubiese tenido sobre las condiciones hídricas de la Cuenca Inferior del Carcarañá, prestando especial atención a la situación de anegamiento generalizado a finales de 2002. El tratamiento de una cuestión variable en espacio y tiempo se abordó combinando datos medidos en el terreno y por teledetección con el modelo hidrológico Simgro de simulación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se sitúa en la Cuenca Inferior del Río Carcarañá, al sudeste de la provincia de Santa Fe. Ubicada entre los 60º 48´ y 61º 11´ Oeste y 32º 27´ y 32º 35´ Sur, su superficie es de 53.567 hectáreas. La precipitación media anual es 1.078 mm. En 1999, el total anual de precipitación de INTA Oliveros fue 692 mm y en 2002 de 1.640 mm, extremos de la serie 1961-2003. La evapotranspiración media anual es 1.101 mm.

El modelo hidrológico Simgro (**Sim**ulation of **gro**undwater flow and surface water levels, QUERNER 1997) fue empleado en el estudio de la evolución de los recursos hídricos de la cuenca. Este modelo simula el movimiento del agua en la zona saturada, en la zona no saturada y la superficie de una región. La zona no saturada se subdivide en zona radicular y subsuelo. La variación del contenido de agua del suelo es función del balance entre precipitación, riego, evapotranspiración, intercepción, ascenso capilar y percolación.

Con la cartografía digitalizada de la altimetría y de la red de drenaje superficial se delimitaron 29 subregiones de la cuenca. Los datos meteorológicos diarios de la estación agrometeorológica de INTA Oliveros se organizaron del 1 de enero de 1997 al 31 de diciembre de 2002. Las propiedades físicas de la zona radicular del perfil se calcularon para las seis unidades de suelo principales. El uso de la tierra, incluido el forestal, se determinó con imágenes Landsat de 2001. Para la validación del modelo, se compararon las estimaciones de superficie anegada con Simgro a fines de 2002 con las estimaciones de área con excesos de agua en superficie de una imagen Landsat del 18 de enero de 2003.

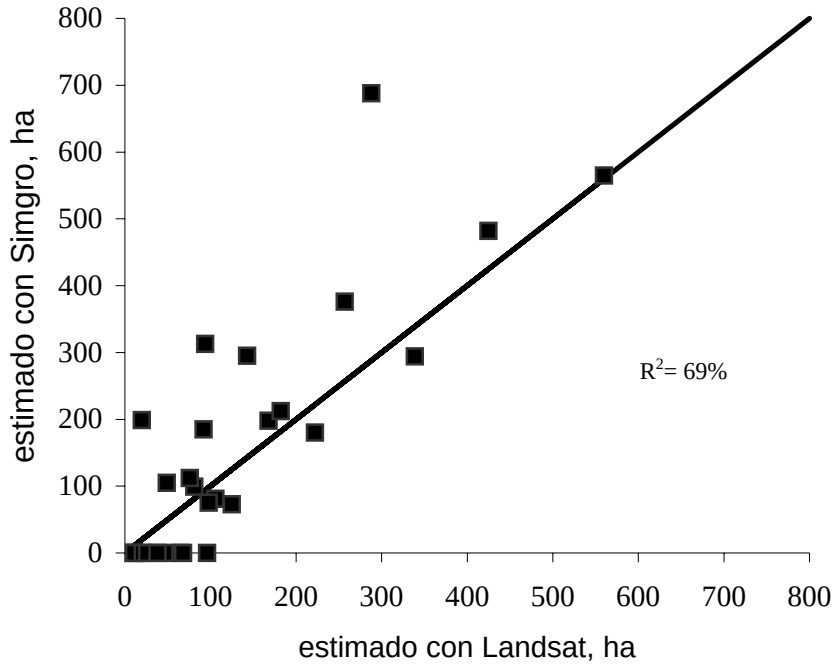
El estudio compara la evolución hidrológica entre 1999 y 2002 de dos escenarios de uso de la tierra: 1) escenario base y 2) escenario forestal. El primer escenario representa a las condiciones de uso actual de la tierra, en donde el área con bosques cultivados ocupa el 2% del total de la cuenca. El escenario forestal representa el aumento de la superficie forestal de modo que a fines de 2002, la altura de la napa freática promedio por subregión estuviese a 0,50 metros o más de profundidad. En otras palabras, se trata de simular un hipotético escenario de optimización del uso de la tierra que minimizara la duración e intensidad del anegamiento. Es así que uno de los productos del estudio fue una cartografía de aumento de uso forestal por subregión que mitigase el exceso de agua en superficie a fines de 2002. El impacto de los bosques cultivados sobre la hidrología de la cuenca se demostró mediante la comparación de la marcha anual de los componentes principales del balance de agua de ambos escenarios entre 1999 y 2002.

RESULTADOS

Si se toma en cuenta la incertidumbre en varios datos de entrada, el modelo Simgro estimó las condiciones de anegamiento de fines de 2002 con una muy buena bondad de ajuste (**Fig 1**). En líneas generales, el modelo tiende a sobrestimar la superficie con excesos de agua calculada con la imagen satelital.

Fig 1 Comparación de estimaciones de áreas con excesos hídricos con Simgro y Landsat por subregión, en diciembre de 2002.

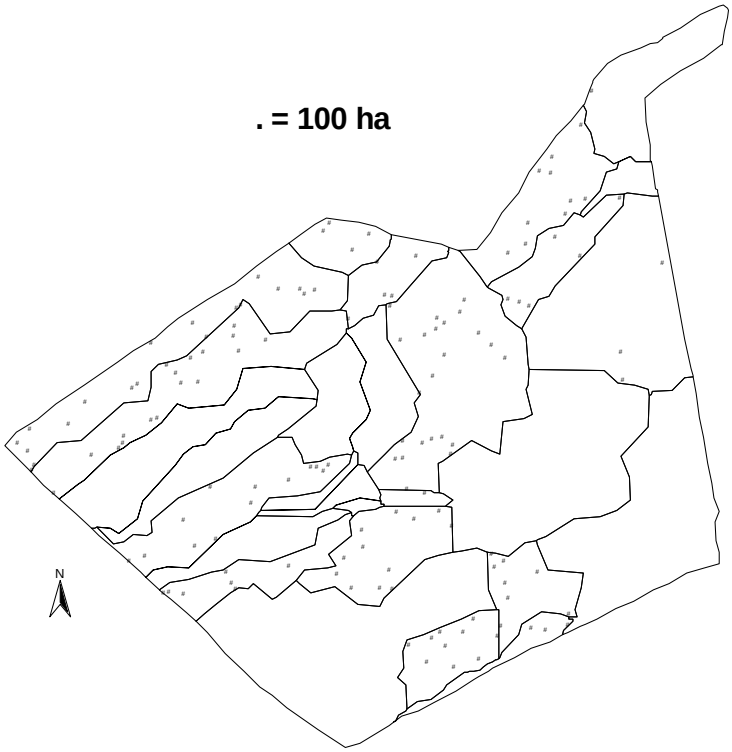
Fig 1 A comparison of Simgro and Landsat estimates of flooded areas on December 2002.



El aumento del uso forestal por subregión fue guiado por la distribución espacial de agua en superficie estimado con la imagen Landsat. En las subregiones en que no se verificó agua en superficie en la imagen, el uso de la tierra permaneció igual. En las subregiones en que la imagen identificó áreas con exceso, se aumentó el uso forestal hasta que la profundidad del nivel freático al 31 de diciembre de 2002 superase los 0,5 metros. Aquellas subregiones con mayor afectación de excesos hídricos fue donde el aumento de la forestación fue mayor (**Fig 2**). En este escenario, el área con bosque cultivado alcanzó al 22% del total de la cuenca, ocupando las tierras con menor aptitud de uso. En pocos casos, la forestación ocupó los suelos más aptos, donde se cultivan cereales y oleaginosas para grano. Se trata de un aumento importante de la superficie con bosques si la comparamos con el 2% actual.

Fig 2 Distribución espacial del aumento de uso forestal en un escenario de mitigación de la inundación de 2002.

Fig 2 Spatial distribution of afforestion areas for the mitigation of flooding conditions in 2002.



En la **Tabla 1** se comparan los términos principales del balance hidrológico de la cuenca. En promedio, la *ETR* del escenario con uso forestal fue 13% mayor que en el escenario actual. En la sequía de 1999 se estimó una diferencia de *ETR* del 22% a favor del escenario forestal, debido a la capacidad de los árboles de extraer agua en profundidad,. Al cabo de los cuatro años del estudio, el almacenamiento de agua en los suelos de la cuenca fue 45% mayor en el escenario forestal que en actual. Tanto en el año seco (1999) como en el muy húmedo (2002), los cambios de contenido de agua del suelo fueron mayores en el escenario con uso forestal que en el escenario actual. En años intermedios (2000 y 2001), al equilibrarse la oferta y demanda climática, no hubo diferencias entre escenarios en el término ΔW.

Tabla 1 Componentes principales del balance de agua (mm) de la cuenca inferior del Río Carcarañá.

Table 1 Mean terms of the annual water budget in the lower Carcarañá River catchment.

Año	Escenarios de Uso del Suelo	*P* (mm)	*ETR* (mm)	*ΔW* (mm)
1999	Base	539	-691	-101
	Forestal		-844	-213
2000	Base	1087	-792	+ 157
	Forestal		-877	+158
2001	Base	1035	-837	+19
	Forestal		-950	+28
2002	Base	1557	-900	+62
	Forestal		-1013	+216

P: precipitación menos intercepción; *ETR*: evapotranspiración actual de los usos agropecuarios; *ΔW*: cambio en el contenido de agua del suelo a fin de año; (-): pérdida de agua del sistema; (+): ganancia de agua del sistema.

Los resultados sugieren la consideración de un aumento del uso forestal del suelo para aminorar los efectos adversos de los excesos hídricos prolongados. La metodología podría apoyar decisiones sobre la asignación de incentivos a los efectos de lograr una reconversión efectiva y sostenible. Las opiniones de los meteorólogos sugieren que el actual ciclo húmedo en la región pampeana está lejos de concluir (DOYLE y Barros, 2002) por lo que la situación podría repetirse o agravarse.

CONCLUSIÓN

Se estimó que un aumento del 20% del área forestal de la cuenca podría mitigar los efectos de los excesos de agua acaecidos a fines de 2002. El efecto respecto del uso agrícola actual se atribuye al aumento del consumo de agua (+12%) y del almacenaje de agua en el perfil del suelo (+45%). El impacto fue magnificado en el contexto climático actual de precipitaciones superiores a los valores normales, que tiende a persistir en la región pampeana.

AGRADECIMIENTO

Estudio financiado por Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA. Préstamo Nº 3948-AR Argentina-BIRF. Proyecto de Investigación Aplicada 02/97.

BIBLIOGRAFÍA

COMPAGNUCCI, R.H.; Agosta, E.A.; Vargas, W.M. 2002. Climatic change and quasi-oscillations in central-west Argentina summer precipitation: main features and coherent behaviour with southern African region. Climate Dynamics, 18 (5) : 421 – 435.

DÍAZ, R.A. 2004. Requerimientos de agua del *Eucalyptus dunnii* en su implantación y monte adulto. Medición y contribución al balance hídrico regional. Informe Final del Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA-BIRF PIA 02/97. 78 pp.

DÍAZ, R. A.; Querner, E.P.; Hermans, J.M.; Rus M.A. 2003. Calibration and validation of the hydrological model SIMGRO with Landsat imagery. Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamiento Remoto, 2467-2474.

DOYLE, M.; Barros, V. 2002: Midsummer low-level circulation and precipitation in subtropical South America and related sea surface temperature anomalies in the South Atlantic, 2002. J. Climate 15: 3394 - 3410.

FAHEY, B. 1991. The effect of plantation forestry on water yield in New Zealand. Journal of the New Zealand Institute of Forestry 14 (17) : 463 - 472.

MARCAR, N.E. 1993. Waterlogging modifies growth, water use and ion concentrations in seedlings of salt-treated *Eucalyptus camaldulensis, E. tereticornis, E. robusta* and *E.globulus.* Australian Journal of Plant Physiology, 20 : 1 - 13.

NAKAMA V.; Alfieri, A.; Rodriguez Traverso, J.; *et al*. 2000. Aptitud de las tierras para eucaliptos con fines de planeamiento regional en la provincia de Buenos Aires. PIA 17 / 96. SAGPyA Forestal, 16 : 2 - 11.

QUERNER, E.P. (1997) Description and application of the combined surface and groundwater flow model MOGROW. Journal of Hydrology, 192 : 158 - 188.

ROBINSON, M.; Cognard-Plancq, A.L.; Cosandey, C.; *et al.* 2003. Studies of the impact of forests on peak flows and baseflows: a European perspective. Forest Ecology and Management 186 : 85 - 97.

VERNIER, F.; Beuffe, H.; Chossat, J.C. 2003. Foret et ressource en eau: etude de deux bassins versants en sol sableux (Landes de Gascogne). Revue Forestiere Francaise 55 (6) : 523 - 542.

Calidad del agua en el Arroyo Pomar, y su gestión Ambiental.

Water cuality in the Pomar Stream and its environmental management.

Jorge E. López [1]
José Palavecino [2]
Juan C. Kozarik [3]
Beatriz Eibl [4]

[1] Bioquímico. Prof. Adjunto Cátedra Química General. Fac. de Cs. Forestales. Unam. Misiones. Bertoni 124 . email: jlopez@facfor.unam.edu.ar
[2] Ing. Forestal. Prof. Titular Cátedra de Teledetección. Fac. de Cs. Forestales. Unam. Misiones. Bertoni 124 . email: pala@facfor.unam.edu.ar
[3] Ing. Forestal. Prof. Titual Cátedra de Ordenación de Cuencas Hídricas. Fac. de Cs. Forestales. Unam. Misiones. Bertoni 124 . email: kozarik@facfor.unam.edu.ar
[4] Ing. Forestal. Profesor Titular Cátedra de Agrometeorología. Fac. de Cs. Forestales. Unam. Misiones. Bertoni 124 . email: beibl@ceel.com.ar

SUMMARY

The objective of the present work consists in: first, determining the pollution grade in the water course of the Pomar Stream, located in the city of Eldorado, province of Misiones; secondly: in carrying out an analysis of the socioenvironmental situation of one of the suburbs settled in the margins of the stream and, in the third place in carrying out an environmental campaign in educational institutions that belong to the Pomar basin.

The used methodology consisted in determining the pollution levels of the water of the Pomar Stream, by means of the analysis of physical, chemical and bacteriological parameters. Information referred to social, economic and sanitary aspects of the population of one of the suburbs settled on the basin, was obtained by means of a survey and workshops carried out in the place. Educational institutions located near the basin of the Pomar Stream were also visited. Chats about environmental education fundamentally about topics like: soil, water, and air pollution and the disposition of the solid waste were carried out, there.

We could determine, from the water analysis, that the water course of the Pomar Stream has a high level of pollution of bacteriological origin due mainly to the sewage dumped without treatment and to the numerous “letrinas” (water closets) located near the stream.

We could also determine, from the survey and the workshops done with the neighbours of the chosen place, sanitary problems due to the use of contaminated water for the personal hygiene and for recreation and because of the lack of basic public services like potable water and the collection of solid waste.

As a result of the chats in the educational institutions we could spread a message of prevention and care of the environment to children and youngsters who are the inhabitants of the basin. These persons have become social multipliers that, was evidenced in later visits to the same educational institutions and in new workshops in the place, and in projects about this topic that the students developed and then presented at the school´s sciences expositions.

Key words: Water, Pollution, Environment, Education, Drainage.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste en determinar el grado de contaminación del curso de agua del Arroyo Pomar, ubicado en la localidad de Eldorado, provincia de Misiones; efectuar un análisis de la situación socio- ambiental de uno de los barrios asentado en las márgenes del arroyo, y realizar una campaña de educación ambiental en instituciones educativas que pertenezcan a la cuenca del Pomar.

La metodología utilizada consistió en determinar los niveles de contaminación del agua del arroyo Pomar, a través del análisis de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Se obtuvo información referida a aspectos sociales, económicos y sanitarios de la población de uno de los barrios asentados en la cuenca, a través de encuestas y talleres realizados en el lugar. También se visitaron establecimientos educacionales ubicados en la cuenca del A° Pomar, donde se realizaron charlas de educación ambiental, fundamentalmente en temas como contaminación de suelos, aguas, aire y disposición de Residuos Sólidos Urbanos.

De los análisis de las muestras de agua, se pudo determinar que el curso de agua del Arroyo Pomar tiene una alta contaminación de origen bacteriológico, debida principalmente a efluentes cloacales vertidos en crudo y a las numerosas letrinas ubicadas en las cercanías del arroyo.

De las encuestas realizadas y los talleres efectuados con los vecinos del barrio elegido, pudimos determinar problemas sanitarios por el uso del agua contaminada para higiene personal y recreación; y la falta de servicios públicos básicos, como provisión de agua potable y recolección de residuos sólidos domiciliarios.

A través de las charlas de educación ambiental en los establecimientos educativos, pudimos hacer llegar un mensaje de prevención y cuidado del ambiente a niños y adolescentes, que son habitantes de la cuenca. Estos se convirtieron en multiplicadores sociales, lo que fue evidenciado en posteriores visitas a los mismos establecimientos educacionales, nuevos talleres en los barrios y en proyectos referidos al tema, que los alumnos desarrollaron, y fueron presentados en las ferias de ciencias escolares.

Palabras Claves: Agua - Contaminación - Ambiente - Educación - Saneamiento.

INTRODUCCIÓN

Los cursos de agua superficial se encuentran con diferentes valores de contaminación, en su gran mayoría con origen en las actividades humanas, que puede incluso llegar a las napas freáticas y contaminar las aguas subterráneas. Al respecto, comenta R. Grana (1997) respecto a la calidad del agua: *"La salud es afectada por diferentes situaciones vinculadas con el estado y el suministro de agua, la falta de servicios sanitarios, la carencia de agua potable y aseo personal, y la presencia de microorganismos e invertebrados inferiores acuáticos es causa de la aparición y propagación de enfermedades …"*

Es también importante remarcar las citas que hace C. Orozco Barrenetxea (2003) al respecto de la contaminación de las aguas naturales *"Un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta para uno o todos los usos a que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural (C.E.E. de las Naciones Unidas, 1961)"*.

El objetivo del presente trabajo consiste en determinar los niveles de contaminación del curso de agua del arroyo Pomar, a través del análisis de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y establecer avances con respecto al nivel socio-económico y ambiental del Barrio Ziegler.

MATERIALES Y MÉTODOS

Hay evidencias que en el área en estudio existen indicios de contaminación. Para cumplir con el objetivo previsto, se tomaron muestras de agua en diferentes puntos del curso principal del arroyo Pomar.

Se consideraron varios puntos de muestreo, como ser nacientes más importantes, confluencia de brazos del arroyo, lugares factibles de aporte de contaminantes y el lago artificial, usado antiguamente como toma de agua y que se ubica en el medio del Barrio Ziegler.

Se determinaron parámetros físico-químicos como conductividad, turbidez, pH, SDT, y bacteriológicos para determinar el número más probable (NMP) de Coliformes Totales y Coliformes Fecales. La metodología de análisis se tomaron del libro de APHA (1992), Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, y se compararon los resultados con los valores determinados en el Código Alimentario Argentino para agua potable. Los parámetros físico-químicos fueron analizados con instrumentos como un fotocolorímetro marca Orbeco-Hellige y un medidor multiparamétrico denominado Ultrameter 6P, y los bacteriológicos con los medios de cultivo: Caldo Mac Conkey y Agar Recuento en Placa, con incubaciones de 48 hs. a 37 °C para Coliformes Totales, e incubaciones de 24 hs. a 45 °C para Coliformes Fecales.

La encuesta socio-económica y ambiental realizada en el barrio Ziegler, contempló aspectos como: cantidad de habitantes, nivel de educación, situación laboral, ingresos promedio, estado sanitario, tipo de vivienda, eliminación de excretas, servicios de recolección y/o disposición final de los residuos sólidos.

El programa de educación ambiental en los establecimientos escolares fue realizado por docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, con el apoyo de los directivos de las instituciones educativas, y con el soporte de filminas y láminas.

RESULTADOS

Se presentan como resultados cartografía con la ubicación de los puntos de muestreo (Figura 1), y tabla con los datos obtenidos de los Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos (Tabla 1).

Los puntos de muestreo están ubicados en nacientes del A° Pomar, en el B° Ziegler, en el cruce de la Av. Sarmiento y Av. Fundador, y en el B° Roulet. El último punto observado en la figura 1, es el correspondiente a la salida del Matadero Municipal. Los datos de los análisis físico-químicos revelan parámetros considerados dentro de valores aceptables y poco alejados de los establecidos como normales para agua potable por el Código Alimentario Argentino. Los análisis bacteriológicos evidenciaron un elevado grado de contaminación y en general superiores a valores aceptables en toda la cuenca.

Los resultados que se visualizan en la Tabla 1, comparan dos de los muestreos realizados, uno en Agosto del 2003, (Mtra. 1), luego de una prolongada sequía; y el otro en Junio del 2004, (Mtra. 2), luego de precipitaciones mas intensas durante el lapso de tiempo transcurrido.

Figura 1: Ciudad de Eldorado y Arroyo Pomar
Figure 1: Eldorado City and the Pomar Stream

Tabla 1: Parámetros físico, químicos y bacteriológicos.
Table 1: physical, chemical and bacteriological Parameters.

Lugar	pH	SDT	Turbidez	Conductividad	Colif. Totales	Colif. Fecales
Naciente N.E. –Mtra 1	7.85	69.75 mg/L	4.63 NTU	96.6 µS	4.845 NMP	0 NMP
Naciente N.E. –Mtra 2	7.53	55.45 mg/L	3.52 NTU	88.4 µS	3.540 NMP	0 NMP
Naciente Norte –Mtra 1	7.46	75.93 mg/L	5.52 NTU	98.5 µS	9.840 NMP	0 NMP
Naciente Norte –Mtra 2	7.35	60.85 mg/L	5.69 NTU	93.8 µS	7.650 NMP	0 NMP
Naciente S.E. –Mtra 1	7.32	70.32 mg/L	6.92 NTU	94.6 µS	9.609 NMP	0 NMP
Naciente S.E. –Mtra 2	7.05	56.01 mg/L	7.82 NTU	86.2 µS	8.570 NMP	0 NMP
Borde Dique – Mtra. 1	7.79	59.55 mg/L	18.25 NTU	91.4 µS	12.043 NMP	12.011 NMP
Borde Dique – Mtra. 2	7.29	48.25 mg/L	15.20 NTU	74.5 µS	10.450 NMP	9.830 NMP
Salida Barrio – Mtra. 1	7.38	61.65 mg/L	10.36 NTU	92.7 µS	14.493 NMP	14.415 NMP
Salida Barrio – Mtra. 1	6.89	52.92 mg/L	8.90 NTU	81.6 µS	12.800 NMP	12.100 NMP
Después Ef. Cloac.- M1	7.55	200.8 mg/L	17.85 NTU	300.4 µS	15.800 NMP	15.500 NMP
Después Ef. Cloac.- M2	7.13	168.2 mg/L	13.30 NTU	254.3 µS	13.700 NMP	13.150 NMP
Antes B° Roulet- M1	7.33	126.7 mg/L	12.55 NTU	183.4 µS	19.650 NMP	19.200 NMP
Antes B° Roulet - M2	7.08	108.8 mg/L	10.63 NTU	142.6 µS	17.800 NMP	17.250 NMP
Después B° Roulet- M1	7.13	134.4 mg/L	12.92 NTU	188.6 µS	20.400 NMP	19.900 NMP
Después B° Roulet - M2	6.85	119.1 mg/L	11.00 NTU	160.4 µS	18.600 NMP	18.000 NMP

En la encuesta realizada a los vecinos del B° Ziegler, se aprecia una situación social y económica que indican una baja calidad de vida, con letrinas ubicadas sobre las márgenes del arroyo, y residuos sólidos en el curso de agua y desperdigados en la calle y en los patios de las viviendas.

En cuanto a los resultados visualizados en el programa de Educación Ambiental en las escuelas, se considera que el mismo ha sido muy bueno, basándose en la aceptación e interés demostrado en cada una de las charlas por parte de los alumnos. Además, y según comentarios realizados por los docentes de estas instituciones, se observó un cambio de hábitos en los estudiantes, con posterioridad a las charlas realizadas.

CONCLUSIONES

Podemos concluir que el Arroyo Pomar tiene su curso de agua contaminado por la elevada cantidad de bacterias encontradas en los análisis realizados. Esta contaminación se debe, en gran medida, al vertido de efluentes líquidos y residuos sólidos que la población asentada en la cuenca arroja al curso de agua.

De la encuesta realizada en el barrio Ziegler, podemos deducir que de los problemas ambientales que se observan, los mayores inconvenientes se presentan con el arroyo Pomar, cuyas aguas están contaminadas y con el tema de los residuos sólidos que no son recolectados. Al respecto es importante mencionar que, con posterioridad a la encuesta realizada y a los talleres efectuados, se emprendieron acciones de saneamiento de la cuenca, recolectando los residuos arrojados al curso de agua, y en los alrededores de las viviendas; y a través de gestiones con el Ejecutivo Municipal, se logró que el camión recolector de residuos domiciliarios extienda su recorrido, abarcando al Barrio Ziegler.

Con respecto al programa de Educación Ambiental, se aprecia un marcado interés por parte de los jóvenes, por lo que se continuará con el programa, incluso una vez terminado el proyecto de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA, WPCF. (1992) - "Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater". (Edición en español: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales).- Ediciones Díaz de Santos S.A.- Madrid, España.- 17 Edición, 1600 pág.

DE LA CANAL, J. J., (1992) C.A.A., Código Alimentario Argentino Actualizado. Editorial De La Canal y Asociados S.R.L. Bs. As. – Argentina. Tomo I –a. Capítulo XII – Química Ambiental, El Impacto de los Residuos. Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificada. Agua Potable, Art. 982 – (Res. MsyAS n° 494 del 07.07.94)

GRANA, R. C., (1997) – "Ecología y Calidad de Vida". - Editorial Espacio, Buenos Aires – Argentina. – Vol. I , 168 pág. –

OROZCO BARRENETXEA, C. (2003) – "Contaminación Ambiental, Una visión desde la Química". - Editorial Thomson, Madrid, España.- Vol I, 678 pág.-

ORDENACION TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE MISIONES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA

TERRITORIAL ORDERING OF THE PROVINCE OF MISIONES FOR THE IMPROVEMENT OF THE QUALITY OF THE WATER

Juan Antonio Martinez Duarte [1]

[1] Ing. Ftal. Docente de Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380)Eldorado-Misiones. email: martduar@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The well-being of the people of Misiones is related with the quality and the readiness of fresh water. The actual population and the coming ones depend on the sustainable development, being the pure and abundant water the indicator of the good management of the natural resources.

The ordering of the provincial territory based on the integration of its ordered watersheds, will allow to achieve the economic development in harmony with the environmental quality.

The provincial watersheds are depressed areas of the terrestrial surface, where the rain water concentrates gradually until forming a main stream that finally ends in the Rivers Paraná, Uruguay or Iguazú.

Each basin, funtions as a system and the modification of a part has an influence on the whole unit.

We have information on the physical, biological, and socioeconomic aspects and the necessary resources to order our watersheds and to integrate them to obtain as a final result the ordering of the territory of the Province.

Key Words: Sustainable development, watersheds, ordering of the territory of the Province of Misiones.

RESUMEN

El bienestar de los Misioneros está relacionado con la calidad y la disponibilidad del agua dulce. La población actual y las venideras dependen del desarrollo sustentable, siendo el agua pura y abundante el indicador del buen manejo de los recursos naturales.

El ordenamiento del territorio provincial basado en la integración de sus cuencas hidrográficas ordenadas, permitirá lograr el desarrollo económico en armonía con la calidad ambiental.

Las cuencas hidrográficas provinciales son áreas deprimidas de la superficie terrestre, donde el agua de lluvia se concentra gradualmente hasta formar un arroyo principal que finalmente desemboca al Río Paraná, Uruguay ó Iguazú.

Cada cuenca, funciona como un sistema y la modificación de una parte influyen sobre toda la unidad.

Se dispone de información sobre los aspectos físicos, biológicos, socioeconómicos y los recursos necesarios para ordenar nuestras cuencas hidrográficas e integrarlos para obtener como resultado final el ordenamiento del territorio de la Provincia.

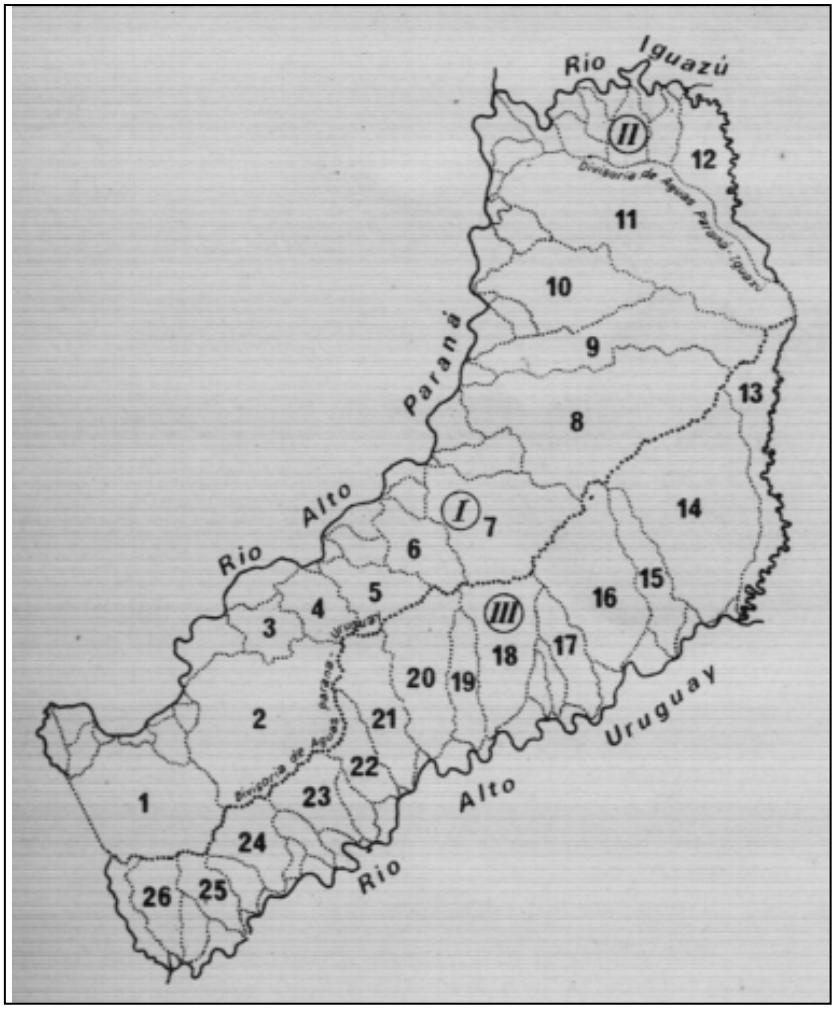
Palabras claves: Desarrollo sustentable, cuencas hidrográficas, ordenación territorial de la Provincia de Misiones.

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es, junto a la energía y la biodiversidad, uno de los recursos estratégicos y escasos a escala mundial, que generan conflictos internos y externos que se acentuará a corto plazo.

El ordenamiento territorial de la Provincia de Misiones basado en la ordenación y manejo de sus cuencas hidrográficas (ver figura 1), asegurará la disponibilidad del agua dulce en un marco de desarrollo sustentable, para el bienestar de la población actual y de las futuras generaciones.

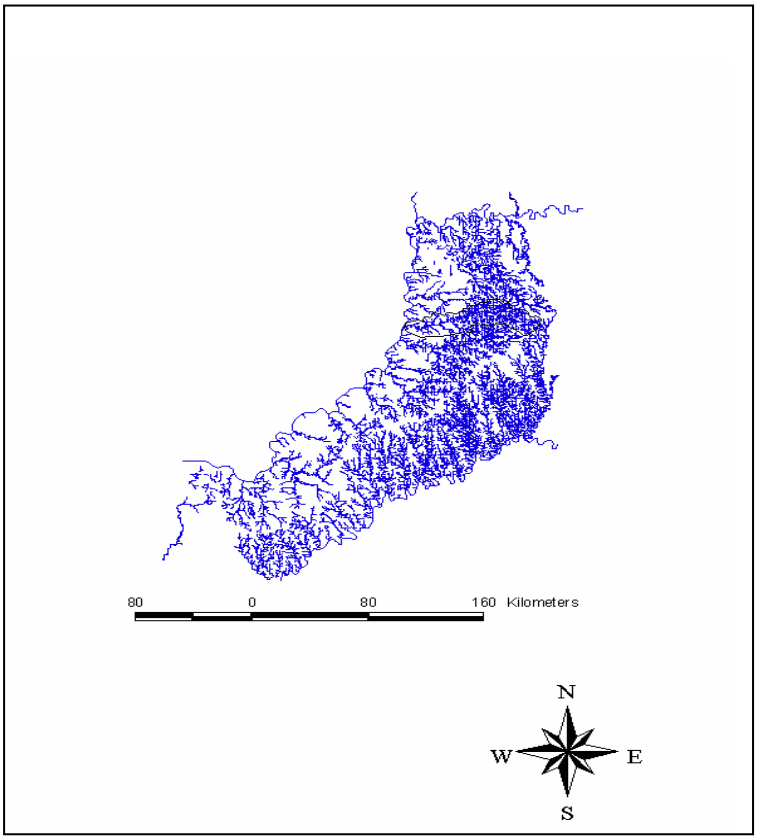
Figura 1: Cuencas hidrográficas de la Provincia de Misiones (Watersheds of the Province of Misiones)



Fuente: Basado en mapa elaborada por la Dirección General de Estadísticas y Censos(1978)

Como muestra la figura 2, hidrológicamente nuestra Provincia es muy rica, pero debido a la falta de manejo, en forma frecuente sufrimos la falta de disponibilidad de agua pura y abundante, manifestado en problemas de salud en la población, incendios, perjuicios económicos y otras consecuencias.

Figura 2: Hidrografía de la Provincia de Misiones (Hydrography of the Province of Misiones)



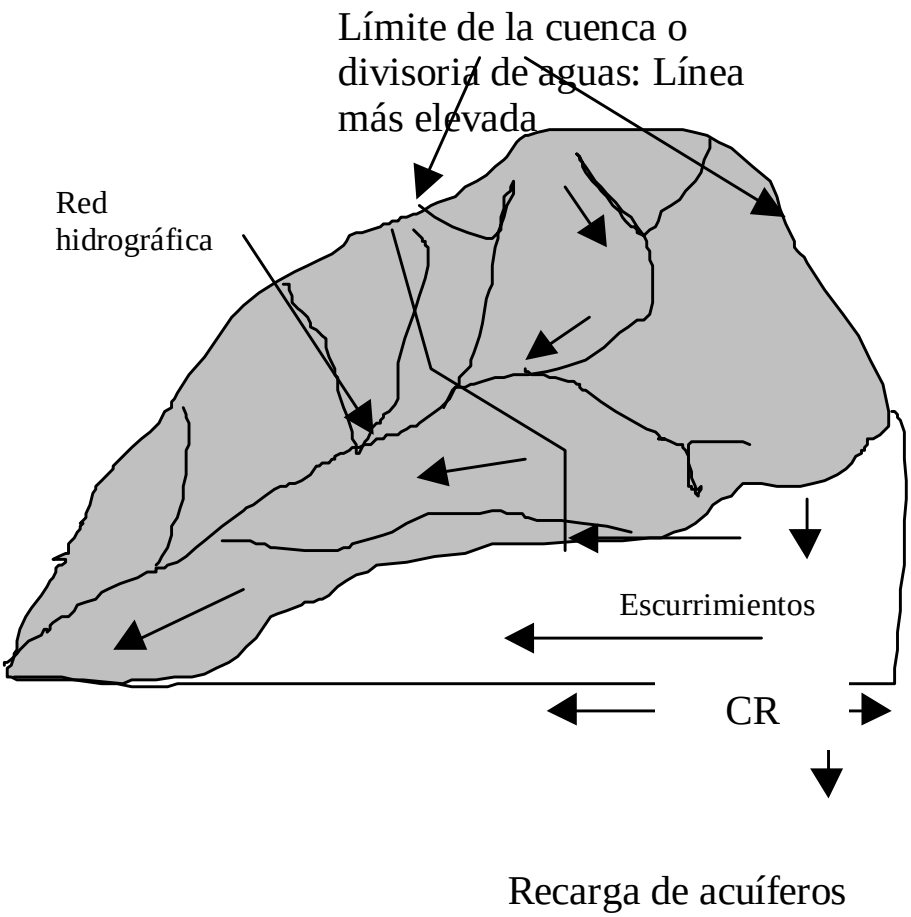
Fuente: Basado en datos del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.

La cuenca hidrográfica es la unidad de ordenación y manejo, porque naturalmente constituye un sistema donde cierra el balance del agua, de la energía y, por ser dinámico, la acción sobre sus partes genera reacción mensurable sobre otras partes del sistema (LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F.. 1978).

Cada cuenca deberá ser estudiada en particular, porque no existen dos cuencas iguales. Cada una tiene características físicas, biológicas, sociales, culturales, económicas y ambientales, específicas (SHENG, T.C..1992).

En la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones se está desarrollando un Proyecto de Investigación denominado Ordenación de la Cuenca del Arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado, Misiones, Argentina; que podría significar el primer mosaico del ordenamiento territorial provincial (KOZARIK, 2003).

Figura 3: Esquema de cuenca hidrográfica (Scheme of watersheds)



Fuente: Elaboración propia

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto abarca la Provincia de Misiones, Argentina. Geográficamente, se ubica entre los paralelos 25º 40´ y 28º 10´ de latitud sur y los meridianos 53º 45’ y 56° 05´ de longitud oeste.

En gabinete fueron estudiadas las imágenes satelitales, material aerofotogramétrico y cartográfico, efectuándose la interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas. Se recopila la información geológica y geomorfológico disponible, así como la hidrometeorológica y los antecedentes forestoganaderos, mapas e informes de suelos, uso de la tierra y tipo de vegetación.

Fueron reunidos los antecedentes socioeconómicos, como tenencia de la tierra, mapa catastral, censos demográficos, pecuarios e industriales, estudio de precios de mercado y de planes de fomento. Se analizan aspectos legales relacionados con el uso y derecho de agua.

Se reúne información sobre los aspectos viales, con inspecciones terrestres para obtener un conocimiento directo y general del área de estudio. La observación directa en el terreno es guiada por los antecedentes obtenidos, especialmente por información cartográfica, fotografías aéreas e imágenes satelitales, aprovechando para registrar sobre los mapas los datos de interés observados durante el recorrido.

También se realizan entrevistas a pobladores de las cuencas, a fin de obtener información técnica, económica y social sobre la situación de los mismos.

RESULTADOS

Los resultados preliminares logrados se resumen a continuación:

La mayoría de las cuencas hidrográficas presentan el fenómeno torrencial, expresado por la turbidez del agua, en un estado de ligero desarrollo y que necesario realizar trabajos de restauración hidrológica forestal para aumentar el caudal de estiaje e implementar medidas para controlar la contaminación.

Análisis que realicé, de aguas de arroyos de cuencas en aparente buen estado, indican contaminación por turbidez y presencia, según los casos, de pesticidas, aceites y coliformes (MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 1999). Se observa el negativo comportamiento de los caudales, que se manifiestan en crecidas súbitas y la anormal desaparición temporaria de arroyos, antes caudalosos.

Los centros urbanos ubicados en las altas cuencas como Oberá, Aristobulo del Valle, San Vicente, Bernardo de Irigoyen y muchas otras de las inmediaciones de la Ruta Nacional 14 y 101, son los primeros en experimentar la falta de agua en épocas de sequía.

Al superponer el mapa de suelos con el mapa de uso actual del suelo en la cuenca del arroyo Piray Miní, se puede verificar la preocupante situación de que la realización de desbosques en áreas de suelo del complejo 6B.

En nuestra Provincia están disponibles mapas geológicos, de relieve, edafológico, imágenes satelitales actualizados, fotografías aéreas e información sobre cantidad de habitantes, su distribución, ocupación, aspectos relacionado a la salud y otros que identifica la situación socioeconómica de la población. También hay datos sobre la propiedad de la tierra, tipo de cultivo y estudios sobre la aptitud de uso de los suelos.

Disponemos de los recursos necesarios, como el GIS (Sistema de información geográfica), para ordenar nuestras cuencas hidrográficas e integrarlos para obtener como resultado final el ordenamiento del territorio de la Provincia para un desarrollo sustentable.

Para el ordenamiento territorial Provincial, es fundamental conocer las partes constitutivas de estos sistemas dinámicos que son las cuencas hidrográficas, su funcionamiento e interrelación con otras cuencas superficiales y los acuíferos subterráneos.

CONCLUSIONES

Es impostergable que el ordenamiento del territorio provincial sea política prioritaria de Estado, con el objetivo de asegurar la calidad como la cantidad del agua dulce y el desarrollo sustentable. Las buenas condiciones del agua del agua son indicadoras del buen estado de los recursos naturales y de las buenas prácticas que realiza el hombre en las cuencas hidrográficas. El ordenamiento territorial es la forma más fácil, económica y natural de lograr el desarrollo sustentable.

Sabemos de empresas que logran su desarrollo económico y financiero a costa de las externalidades negativas que generan, como contaminación del agua, del suelo, del aire, erosión, pérdida de biodiversidad.

Este tipo de desarrollo no es sustentable ni rentable para la sociedad, porque si incluimos en el flujo de fondos los valores negativos de esas externalidades la evaluación resultará negativa. En economía también se cumple la ley "nada se pierde ni se gana, todo se transforma", y las consecuencias de esas externalidades las paga la sociedad con el deterioro de su bienestar.

En Misiones, el bosque nativo remanente de las cuencas hidrográficas debe ser conservado y restaurado, para que pueda desempeñarse eficientemente en primer término como regulador del ciclo hidrológico y luego como generadoras de otros múltiples productos y servicios.

A continuación nombramos algunas consecuencias de la ordenación:

Disponibilidad de agua de buena calidad para los diferentes usos.

Maximización de la producción forestal, agrícola, ganadera pero en equilibrio con el medio ambiente.

Desarrollo urbano ordenado.

Minimización de la pérdida de suelo por erosión, que según estimaciones que realicé la degradación específica potencial es de 168 ton/km2*año para la cuenca del Schwelm y 723,54 ton/Km2/año para la cuenca del Piray Miní (MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 2003).

Conservación de la biodiversidad.

Mejora de la calidad ambiental y del bienestar general.

Conservación de los acuíferos, como el Guaraní, que no son compartimentos estancos, sino sistemas relacionado con las cuencas superficiales, desde donde se los explota, se les recarga a través de las fisuras y discontinuidades geológicas y, desde donde se les puede conservar o contaminar.

Logro del desarrollo sustentable.

Para lograr el ordenamiento del territorio Provincial, el estado puede proceder de la siguiente forma:

1) A través del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo formular un programa de ordenamiento territorial, asignando a una Secretaría jerarquizada de Ordenamiento y Desarrollo Territorial Provincial, la responsabilidad de ejecutar el programa.

2) El programa será implementado básicamente sobre la base de la reasignación de los recursos técnicos, edilicios y logísticos ya disponibles en el Ministerio y de las provenientes de convenios con otras instituciones privadas, públicas, nacionales e internacionales interesados en los resultados del programa.

3) La Secretaría creada elaborará e implementará planes de ordenación de cuencas a escala de semidetalle para toda la Provincia.

4) Si bien tenemos información para comenzar la tarea e inclusive llevarlo a la práctica, también es cierto que necesitamos investigar el funcionamiento de las cuencas y por lo tanto es necesario instalar por lo menos una cuenca piloto en cada una de las tres vertientes de la Provincia. Entonces, a fin de apoyar con bases técnicas y científicas al nivel anterior se establecerán, por lo menos para cada una de las vertientes de la Provincia (Río Paraná, Río Uruguay y Río Iguazú) cuencas pilotos representativas y experimentales, que serán provistas de instrumental hidrometeorológica, sedimentológica, recursos técnicos y de la logística

adecuada, para realizar estudios específicos a fin de determinar funciones que explique la relación entre el bosque, su manejo y de las actividades agropecuarias con los parámetros hidrológicos y sedimentológicos.

5) La implementación del programa debe ser participativa, dinámica, interdisciplinaria e interinstitucional, será desarrollado en cooperación con otras instituciones (oficiales, privadas, Universidades, Municipios, ONGs, organizaciones de productores y de profesionales, comités de cuencas) para optimizar la utilización de los recursos. Se debe considerar que, en el funcionamiento de las cuencas hidrográficas influyen muchos otros factores además del bosque.

6) El programa debe contar con componentes que hace a la capacitación de la población, la extensión, como también al seguimiento y control del programa.

Según los casos, en las cuencas se implementarán programas de protección, de restauración y programas de mejora del régimen hidrológico. Los programas de restauración incluirán medidas biológicas y estructurales. La naturaleza todavía brinda a Misiones la posibilidad de resolver casi todo con medidas biológicas, como la posibilidad de estabilizar laderas a través de la reforestación. Igualmente es necesario implementar en Misiones, técnicas conservacionistas como las terrazas. Es inaceptable que a pesar de la alta actividad erosiva del suelo no se haya impuesto el cultivo en fajas ó en terrazas en curvas de nivel.

El poblador de la cuenca debe participar activamente en el programa, porque de su protagonismo depende el éxito o el fracaso.

La propuesta es factible, porque Misiones cuenta con grandes fortalezas técnicas, institucionales, ambientales, de identidad forestal, culturales, históricas, de diversidad, como una ubicación geográfica estratégica en el Mercosur, que conforma en conjunto un entorno excelente para implementar el programa y lograr con éxito los objetivos, para el bienestar de la población en el marco del desarrollo sustentable de la Provincia.

BIBLIOGRAFÍA

KOZARIK, J. C. y otros. 2003. ”Ordenación de la cuenca del arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 15 pag.

LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F.. 1978. Hidrología forestal”, editado por Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Madrid. 386 pag.

MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 2003. “Evaluación económica ambiental de alternativas de acción en la cuenca del arroyo schwelm, Eldorado, Misiones, Argentina”. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 5 pag.

MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 1999. “Auditoría Ambiental del Sistema de Abastecimiento Público de Agua y Servicios de Cloacas de Eldorado, Misiones, Argentina”. 118 pag.

SHENG, T.C..1992.”Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas”, editado por FAO, Roma. 183 pag.

RESTAURACIÓN DE BOSQUES PROTECTORES DE ARROYOS, MEDIANTE REFORESTACIÓN Y ENRIQUECIMIENTO, EN LA CUENCA DEL ARROYO SCHWELM, ELDORADO, MISIONES, ARGENTINA

RESTORATION OF PROTECTIVE FORESTS OF STREAMS, BY MEANS OF REFORESTATION AND ENRICHMENT, IN THE BASIN OF THE STREAM SCHWELM, ELDORADO, MISIONES, ARGENTINA

Juan Antonio Martinez Duarte [1]
Jorge, Cavallín[2]

[1] Ing. Ftal. Docente de Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380)Eldorado-Misiones. email: martduar@facfor.unam.edu.ar
[2] Alumnos de la carrera de Ingeniería Forestal de la Fac. C. Ftales. InaM. Bertoni 124-(3380)Eldorado-Misiones. email: ajcavallin@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The restoration of protective forests of the basin of the stream Schwelm, by means of reforestation and enrichment of the native forest using native species, it will solve a part of the problem consistent in their widespread ecological imbalance.

The basin has an approximate surface of 362 hectares. The restoration of 29 hectares of native forests will conform with the 34 hectares of forests native remainder, a protective system of the streams.

It is considered that the recovery of the protective forests will act regulating the glide and the erosion, it will brake the contamination of the water, it will improve the distribution of the flow and in general it will offer hydrological and ecological benefits.

For the maintenance of the plantation it is had the participation of the community of the basin that participated from the elaboration of the project. identified members of this community, appropriately advised, they will take charge of carrying out maintenance tasks to assure the establishment of the trees.

Key words: Restoration of protective forests, enrichment, ecological imbalance.

RESUMEN

La restauración de bosques protectores de la cuenca del Arroyo Schwelm, mediante reforestación y enriquecimiento del bosque nativo utilizando especies nativas, resolverá una parte del problema consistente en su generalizado desequilibrio ecológico.

La cuenca tiene una superficie aproximada de 362 hectáreas. La restauración de 29 hectáreas de bosques nativos conformará con las 34 hectáreas de bosques nativos remanente, un sistema protector de los arroyos.

Se considera que la recuperación de los bosques protectores actuará regulando el escurrimiento y la erosión, frenará la contaminación del agua, mejorará la distribución del caudal y en general brindará beneficios hidrológicos y ecológicos.

Para el mantenimiento de la plantación se cuenta con la participación de la comunidad de la cuenca, que participó desde la elaboración del proyecto. Integrantes identificados de esta comunidad, adecuadamente asesorados, se encargarán de realizar tareas de mantenimiento para asegurar el establecimiento de los árboles.

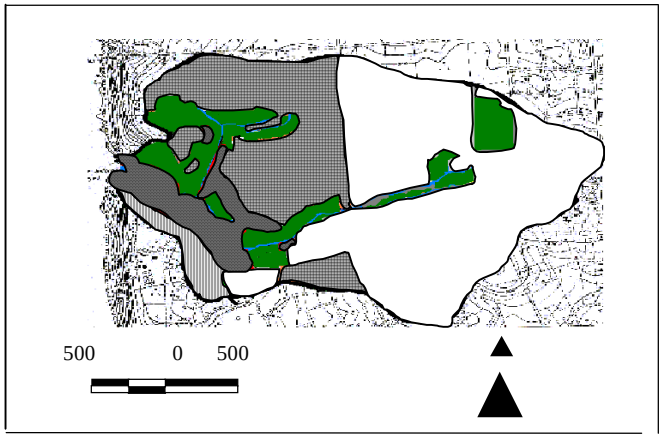
Palabras claves: Restauración de bosques protectores, enriquecimiento, desequilibrio ecológico.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua adecuada y suficiente es un problema al que no es ajeno el Municipio de Eldorado de la Provincia de Misiones, Argentina, experimentando problemas de insuficiencia y contaminación de los caudales hídricos.

Al aumentar la intensidad de las actividades sociales inapropiadas se acelera el deterioro del ambiente y cada vez resulta más difícil obtener agua utilizable para el consumo humano. Existe un problema de carga demográfica, límites de población que no es posible exceder sin perjudicar en forma irreversible la sustentabilidad. La cuenca del arroyo Schwelm muestra el impacto de la acción antrópica en un corto periodo de tiempo que abarcó el último siglo (MARTINEZ DUARTE, 2003).

Figura 1: Situación actual de bosques protectores en la Cuenca del Schwelm (Current situation of protective forests in the basin of the stream Schwelm)



Fuente: Elaboración propia basado en mapas de C.A.R.T.A.(1962), imágenes satelitales(2002) y fotografía aérea(1997).

La figura 1 muestra la situación actual del bosque protector de la red hidrográfica a ser restaurado mediante la implementación del presente proyecto y la comunidad, además de participar en la ejecución, obtendrá los beneficios directos e indirectos del bosque cumpliendo la exigencia legal enunciada por la Ley Provincial de Bosques Nº 854 (KOZARIK, J. C. y otros. 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tanto para la reforestación como para el enriquecimiento, se utilizarán plantines de especies nativas que han demostrado buen desarrollo en este sitio y de alto valor por la calidad de su madera, su poder energético, ornamental o alimenticio para la fauna del lugar y los pobladores de la cuenca.

Teniendo en cuenta la función múltiple del bosque a restaurar, pero que la protectora es fundamental, la densidad será de 266 plantas por hectárea, en la reforestación en macizo y 100 plantas por hectárea en el enriquecimiento.

La plantación propiamente dicha se hará utilizando rumbos abiertos en el sotobosque residual ó en la vegetación colonizadora de las áreas donde el bosque fue eliminado. La separación entre rumbos será de 5 metros y la distancia de plantación en el rumbo será de 7.5 metros en la reforestación en macizo y en el caso del enriquecimiento 5 metros y 10 metros respectivamente. Las líneas de plantación estarán orientadas para cortar la pendiente del terreno y todas las tareas serán realizadas cuidando de minimizar el impacto ambiental. El ancho de los rumbos será el mínimo necesario para establecer la plantación y posteriormente se manejará la apertura del sotobosque para permitir el ingreso adecuado de iluminación y liberar a los plantines incorporados de la excesiva competencia.

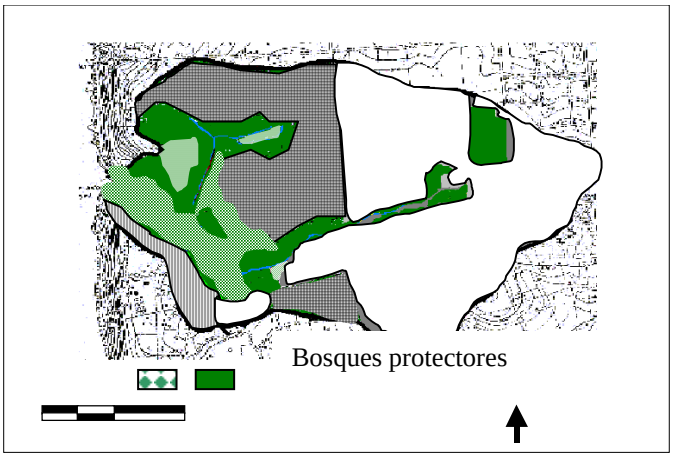
También se hará control de hormigas para asegurar el establecimiento de las plantas. Para el mantenimiento de la plantación se cuenta con la comunidad de la cuenca, que participó desde la elaboración del proyecto. Integrantes identificados de esta comunidad, adecuadamente asesorados, se encargarán de realizar tareas de mantenimiento para asegurar el establecimiento de los árboles mediante el control de hormigas, reposiciones, apertura del dosel arbóreo y podas.

RESULTADOS

La figura 2 muestra la situación de los bosques protectores una vez restaurado a través del manejo de los renovales de las especies maderables nativas de alto valor, que demuestran buena respuesta a este tipo de manejo, y el enriquecimiento bajo cubierta con especies nativas que experimentalmente han demostrado buen desarrollo en este tipo de ambiente serán los requisitos a implementar. Se han propuesto utilizar especies como Cañafístola (Peltophorum dubium), Timbó (Enterolobium contortisiliqum), Loro blanco (Bastardiopsis densiflora), Guatambú (Balfourodendron riedelianum) y Guayubira (Patagonula americana).

La Conservación del bosque nativo remanente y restauración a través del manejo de renovales y el enriquecimiento, con el objetivo de cubrir la mayor superficie del suelo y los bordes de los cursos de agua, conformaran un sistema de 63 hectáreas bosques protectores de acuerdo a la Ley Provincial de Bosques Nº 854, con el objetivo de regular el escurrimiento del agua de lluvias para mejorar el régimen hidrológico y la calidad de la misma (SHENG, T.C..1992)

Figura 2: Situación de bosques protectores en la Cuenca del arroyo Schwelm, una vez restaurada (Situation of protective forests in the basin of the stream Schwelm, once restored)



Fuente: Elaboración propia basado en mapas de C.A.R.T.A.(1962), imágenes satelitales(2002) y fotografía aérea(1997).

CONCLUSIONES

La restauración de bosques protectores de la red hidrográfica de la cuenca del Arroyo Schwelm, mediante reforestación y enriquecimiento del bosque nativo utilizando especies nativas, resolverá una parte del problema consistente en su generalizado desequilibrio ecológico. Se considera que la recuperación de los bosques protectores de la red hidrográfica es una tarea prioritaria, ya que actuará regulando el escurrimiento y la erosión, frenará la contaminación del agua, mejorará la distribución del caudal y en general brindará beneficios hidrológicos y ecológicos.

La participación activa de los pobladores y estudiantes de Ingeniería Forestal permitirá capacitar y concientizar a los actores directos, quienes actuarán en el futuro como baluartes de la restauración de su propio medio ambiente del área del presente proyecto y de toda la cuenca hidrográfica. Este es uno de los importantes beneficios indirectos del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

KOZARIK, J. C. y otros. 2003. ”Ordenación de la cuenca del arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 15 pag.

MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 2003. “Evaluación económica ambiental de alternativas de acción en la cuenca del arroyo schwelm, Eldorado, Misiones, Argentina”. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 5 pag.

SHENG, T.C..1992.”Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas”, editado por FAO, Roma. 183 pag.

PARÁMETROS HIDROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL ARROYO POMAR

HYDROLOGIC PARAMETERS IN THE BASIN OF THE POMAR STREAM

José A. Palavecino [1]
Juan C. Kozarik [2]
Jorge A. Lopez [3]
Beatriz I. Eibl [4]

[1] Profesor Titular Cátedra de Teledetección. Fac. Ciencias Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124. e-mail: pala@ceel.com.ar
[2] Profesor Titular Cátedra de Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Fac. Ciencias Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124. e-mail: kozarik@facfor.unam.edu.ar
[3] Profesor Adjunto Cátedra de Química. Fac. Ciencias Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124. e-mail: jlopez@facfor.unam.edu.ar
[4] Profesor Titular Cátedra de Agrometeorología. Fac. Ciencias Ftales. UNaM. Misiones. Bertoni 124.e-mail: beibl@ceel.com.ar

SUMMARY

The objective of the present work consists of determining hydrologic parameters in the Pomar Stream basin, which is located in Eldorado city in the Province of Misiones. To do that, devices of Geoprocessing and mathematic hydrologic expressions were used.

The methodology consisted in identifing the different categories of use and cover of the land using images of the satellite Landsat TM 7, digitalization of the curves of level by means of carthography of the zone and later elaboration of a Digital Model of the land in a Geographic Information System.

As a result, maps of land use, drainage and slopes were obtained in order to identify the different types of cover for each type of gradient.

The hydrologic parameters calculated correspond to a coefficient of the flow of rain, volumen of water, concentration times, flow speed and hydraulic section.

The obtained information can be considered as a contribution to knowledge and to the regularized functioning of a basin using the devices of geoprocessing.

Key Words: Parameters, hydrology, basins, geoprocessing

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste en determinar parámetros hidrológicos en la cuenca del Arroyo Pomar, ubicado en la localidad de Eldorado, Provincia de Misiones, utilizando herramientas del Geoprocesamiento y expresiones matemáticas hidrológicas.

La metodología consistió en identificar las distintas categorías de uso y cobertura de la tierra utilizando imágenes del satélite Landsat TM 7, digitalización de las curvas de nivel a través de cartografía de la zona y posterior elaboración de un Modelo Digital del Terreno en un Sistema de Información Geográfica.

Como resultado se obtuvieron Cartas de uso y cobertura de la tierra, drenaje y pendientes, a efectos de identificar los tipos de cobertura para cada clase de pendiente.

Los parámetros hidrológicos calculados corresponden al coeficiente de escorrentía, caudal, tiempo de concentración, velocidad de flujo y sección hidráulica.

La información obtenida puede considerarse como un aporte al conocimiento y funcionamiento de una cuenca utilizando las herramientas del Geoprocesamiento.

Palabras clave: Parámetros, Hidrología, Cuencas, Geoprocesamiento

INTRODUCCION

El conocimiento de parámetros morfométricos e hidrológicos de una cuenca hidrográfica son de fundamental importancia para identificar el comportamiento del agua y las posibles interrelaciones con los recursos naturales que participan en su funcionamiento.

Entre esos factores es conocido el hecho que la cobertura vegetal juega un papel preponderante dentro del ciclo hidrológico produciendo diversas modificaciones en los escurrimientos superficiales y subterráneos.

De estos dos escurrimientos mencionados, el superficial está relacionado directamente con la erosión, en la medida que factores tales como la intensidad de la precipitación, grado de cobertura, permeabilidad del suelo y topografía de la cuenca, sean identificados para poder tomar acciones de control de los fenómenos erosivos.

El objetivo del presente documento consiste en determinar parámetros hidrológicos como lo son el coeficiente de escorrentía, caudal, tiempo de concentración, velocidad de flujo y sección hidráulica en el espacio geográfico de la Cuenca del Arroyo Pomar, utilizando herramientas del Geoprocesamiento.

MATERIALES Y METODOS

Para llevar a cabo lo propuesto, se utilizó una composición 543 RGB de la imagen satelital Landsat 7, path/row 224/78 año 2000 y cartografía temática escala 1:50000 de la compañía C.A.R.T.A. que cubre el área de la cuenca.

En la imagen se clasificaron las categorías de cobertura de la tierra, y se determinó la información básica para el cálculo de los parámetros hidrológicos como ser: área total de la cuenca, y la longitud y pendiente media del cauce principal. Se digitalizó la red de drenaje y curvas de nivel a efectos de realizar un mapa de pendientes con equidistancia de 25m.

Los datos obtenidos se ingresaron a un Sistema Geográfico de Información, en el cual se elaboró un Modelo Digital de Elevación y se identificaron los distintos rangos de pendiente para cada tipo de cobertura. Las expresiones utilizadas para los cálculos fueron: (Vargas,1997)

Coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\Sigma\, a\,.c}{A}$$

Donde:

C = Coeficiente de escorrentía para la cuenca

A = Area total de la cuenca (Km^2)

c = Coeficiente de escorrentía para cada uno de los tipos de cobertura vegetal – pendiente

a = Suma de las áreas que corresponden al mismo tipo de cobertura – pendiente.

La estimación del caudal se realizó utilizando la expresión:

$$Q = \frac{\text{C.I.A}}{3.60}$$

Q = caudal (m^3/seg)

C = coeficiente de escorrentía

A = Area de la cuenca (Km^2)

I = Intensidad máxima de lluvia en mm/hora, correspondiente a una frecuencia y a un tiempo de concentración dado.

Tiempo de Concentración:

$$Tc = 5.28\left(\frac{L^2}{i}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Tc = Tiempo de concentración (minutos)
L = Longitud del cauce principal (Km)
i = Pendiente media del cauce principal (m/m)
La velocidad de flujo resulta ser:

$$V = 16.27\ \frac{L}{Tc}$$

V = Velocidad de flujo (m/seg)
L = Longitud del cauce principal (Km)
Tc = Tiempo de concentración (minutos)
La determinación de la Sección hidráulica se calculó:

$$Aw = \frac{Q}{V}$$

Q = Caudal (m3 /seg)
V = Velocidad de flujo (m/seg)
El cálculo del coeficiente de escorrentía permitió estimar parámetros hidrológicos como ser: caudal, tiempo de concentración, velocidad de flujo y sección hidráulica.

RESULTADOS

Los resultados se visualizan a través de las Cartas de pendientes, (**Fig.1**) Modelo Digital de Elevación (**Fig.2**) y Carta de Uso del suelo y Red hidrográfica (**Fig.3**)

Se identificaron cuatro tipos de cobertura, correspondientes a: Cultivos, Pasturas, Bosques y Areas sin vegetación. Se establecieron cuatro clases de pendientes desde pendiente nula a mayor de 30% para cada tipo de cobertura con un rango de 5% para cada clase.

Con los valores del coeficiente de escorrentía para cada tipo de cobertura, se calculó el coeficiente de escorrentía para la cuenca.
Los resultados de los parámetros hidrológicos resultaron ser: (**Tabla 1**)

Tabla 1: Parámetros hidrológicos Table 1: Hidrologycal Parameters

Area total de la cuenca	35 Km^2
Longitud del cauce principal	16 Km
Pendiente media del cauce principal	0.0626 m/m
Coeficiente de escorrentía	0.17
Intensidad máxima de lluvia	60 mm/h
Caudal	99.16 m^3/seg
Tiempo de concentración	84.43 minutos
Velocidad de flujo	3.16 m/seg
Sección hidráulica	31.4 m^2

Figura 1: Carta de Clases de Pendiente Figure 1: Slope Zone Map

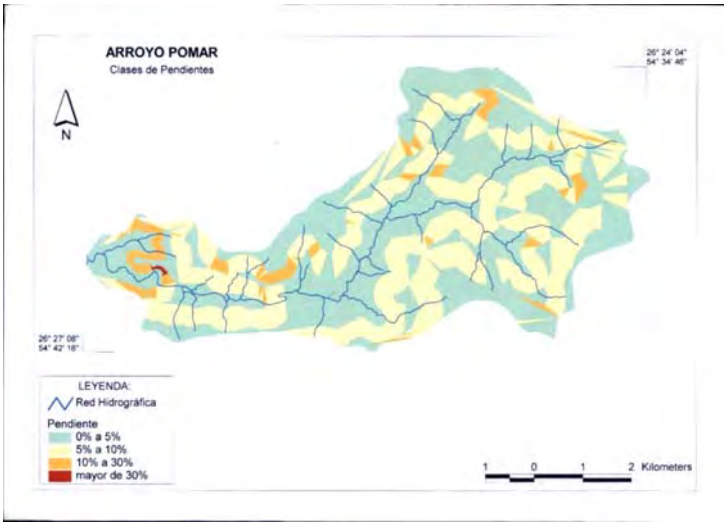


Figura 2: Modelo Digital de Elevación Figure 2: Digital Elevation Model

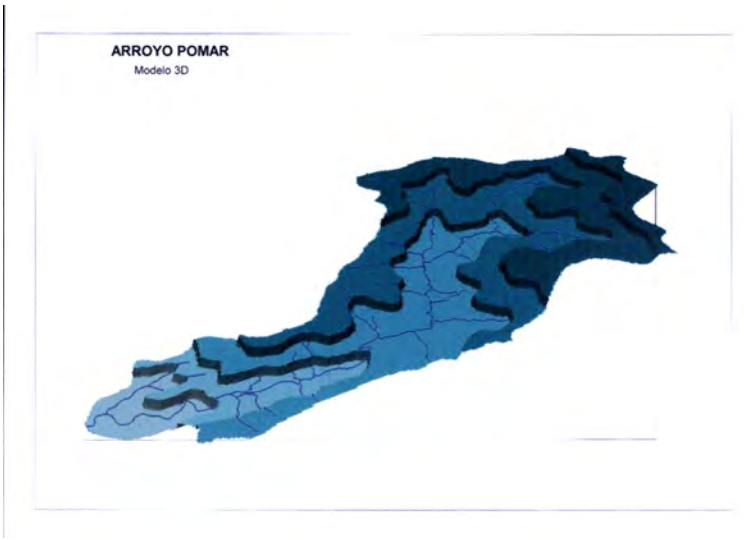


Figura 3: Carta de Uso del Suelo y Red Hidrográfica Figure 3: Land Use and Drainage Map

CONCLUSION

Por lo general, es sabido que las inundaciones son fenómenos naturales que se producen con cierta regularidad temporal. Para el caso de la región en estudio, la ocurrencia de éstas, no suele ser un fenómeno común y en casos muy esporádicos, los efectos son leves en la llanura de inundación.

Debido a la falta de datos históricos de mediciones hidrológicas en el Arroyo Pomar, el cálculo del caudal instantáneo obtenido, resulta ser el previsto para ocurrencia de inundaciones en lapsos de aproximadamente 55 años, tomando como referencia curvas de lluvias elaboradas en países tropicales.

Comparando el caudal que se obtuvo con los registros hidrológicos de cuarenta años de mediciones en las cuencas que derraman en el Rio Paraná, desde el Arroyo Piray Guazú hasta Posadas(152 m^3/seg); el caudal calculado, es en promedio, similar al caudal de las subcuencas que derraman al Paraná.(Estadistica Hidrologica Argentina, 1997). Por lo tanto, para dimensionar correctamente las obras de desagüe y reducir los daños producidos por inundaciones periódicas, es necesario realizar periódicamente la medición y control de los caudales de máxima crecida.

El valor obtenido del coeficiente de escorrentía en el Arroyo Pomar, se encuentra en el rango 0.01 y 20 correspondiente a cuencas pequeñas agrícola – forestales - ganaderas y fisiografías similares, estudiadas en Brasil.(Armco,1949).

En forma análoga, el tiempo de concentración obtenido, se acerca a los valores de tablas elaboradas para el cauce de Río Claro, Brasil en zonas agrícolas de terreno ondulado (Villela, 1975). El valor resultante para la cuenca en estudio, es aceptable teniendo en cuenta que en cuencas situadas en las lomadas cercanas al Río Paraná normalmente el tiempo de concentración es menor a un día.

La sección hidráulica no es similar en el recorrido del curso del Arroyo Pomar; algunos sectores son comparables a la sección calculada y otros son de menor capacidad, debido a las propias condiciones hidrológicas del cauce y presencia de contaminantes sólidos.

Este cambio de panorama natural de las condiciones hidrológicas del curso principal, se solucionará, en la medida que se realicen los trabajos hidrológicos forestales y se mejoren las condiciones; eliminando los factores contaminantes y restaurando los márgenes con bosques protectores.

Las herramientas del Geoprocesamiento fueron de gran utilidad para la visualización, clasificación y cálculo de los parámetros calculados.

AGRADECIMIENTOS

A la Profesora Silvia Martinez – Cátedra de Inglés – Facultad de Ciencias Forestales - UNaM

BIBLIOGRAFIA

ARMCO, Industrial y Comercial.1949. Manual da Técnica de Bueiros e Drenos. Río de Janeiro. 110 pp

ESTADISTICA HIDROLOGICA DE LA R. ARGENTINA. 1997. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Tomos I y II, Buenos Aires

VARGAS, E.C.; 1979. Determinación de los Parámetros de una Cuenca. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Unidad de Ingeniería Civil. Bogotá. D.E. 10 p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A..1975. Hidrología Aplicada. Editorial McGraw-Hill. Sao Paulo. 245 pp

USO MULTIPLE DEL BOSQUE: VALOR ALIMENTARIO DE LA PULPA DEL FRUTO DEL *Jacaratia dodecaphylla* (Well.)

MANIFOLD USES OF THE FOREST: FOOD VALUE OF THE PULP FROM *Jacaratia dodecaphylla* (Well.) FRUITS.

Teresa Argüelles[1]
Claudia F. Schöller[2]
Ricardo Barth[3]
Ricardo Callaba[4]

1, 2, 3 y 4: Integrantes del LInQuiF, Laboratorio de Investigación de Química Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. arguelles@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

Jacaratia dodecaphylla (Vell.) or *J. spinosa* (Aublet) is a laticiferous tree with thorns, native of Brazil, Paraguay and Northeast Argentina. The tree bears fruits like egg shaped berries, 7 to 10 cm long, 5 to 7 cm large, orange color, smooth skin, with little pulp content, yellow-orange in color, not very sweet and with many seeds. These fruits are edible when very ripe, otherwise they are caustic due to the great amount of proteolytic enzymes they produce. To establish the nutrient value of these fruits, a study of the chemical composition was accomplished. The fruit has 82.33% water content, 7% rough fiber, 0.254% ashes. The pectin content represented the 2% of the pulp, calcium ion in pulp was 0.025% and calcium ion in pectin increased by ten fold. Total sugar values were 0.19 mg per gram of fresh tissue. Total protein in the pulp just below the skin was 1.7 mg per gram of fresh tissue, descending to 0.875 mg/g when the pulp was extracted from the inside of the fruit.

No starch was found in the composition of the pulp, nor α-amylase activity was detected. Lipase activity was positive, but peroxidase activity was absent, and pectinesterase activity was measured as 0.775 mg of methoxide liberated in 30 minutes per Brix degree. β-carotene, vitamins B_1 and B_2; calcium pantotenate and nicotinamide were present in the pulp of the fruit.

Key words: Alimentary value, chemical composition, fruit, *Jacaratia dodecaphylla*,

RESUMEN

Jacaratia dodecaphylla (Vell.) o *J. spinosa* (Aublet), es un árbol latescente y espinosos, indígena de Brasil, Paraguay y Nordeste argentino que produce bayas aovado-cilíndricas, de 7 a 10 cm de largo por 5 a 7 cm de ancho, piel anaranjada, lisa, con pulpa poco abundante, amarillo naranja, no muy dulce que alberga numerosas semillas. Estos frutos son comestibles pero caústicos debido a la gran cantidad de proteinasas que poseen. Para determinar el valor alimenticio en su forma actual, o propiedades de valor alimenticio factibles de mejoramiento, se comenzó con el estudio de su composición química. El fruto contiene el 82,33% de agua, 7% de fibra bruta, 0.254% de cenizas. Se determinó un 2% de pectina bruta, el calcio total en la pulpa fue del 0,025%, encontrándose ese valor aumentado en un factor de 10 en la pectina. Fue encontrado el valor de 0,19 mg de glúcidos totales por gramo de tejido fresco. La proteína total de la región de la pulpa situada justo por debajo d la piel fue de 1,7 mg por gramo de tejido fresco, encontrándose esto en correlación con mayor actividad proteolítica encontrada en esta región. La proteína total de la pulpa del interior del fruto fue de 0,875 mg/g de tejido fresco. No se encontró almidón en la composición de la pulpa y tampoco actividad de α-amilasa. El test para peroxidasas fue negativo, pero se encontró pequeña actividad de lipasas, y la acción de las pectinesterasas se determinó en

0,775 mg de metóxido separado en 30 minutos por grado Brix. En la pulpa del fruto se encontraron además β-caroteno, vitaminas B_1 y B_2, pantotenato de calcio y nicotinamida.

Palabras clave: Valor alimentario, composición química, frutos, *Jacaratia dodecaphylla*

INTRODUCCIÓN

Jacaratia dodecaphylla Vell. es un árbol de mediano tamaño que puede alcanzar los 20 metros de altura y un diámetro de tronco de hasta 100 cm. Muchos especimenes con estas características se encuentran en el parque nacional Iguazú, en la provincia de Misiones (Schultes et al., 1990). También se lo encuentra en Brasil y en Paraguay (Santos Biloni, 1990). El fruto, una baya, es similar al de la papaya (*Carica papaya*) en cuanto a su color y consistencia, pero de mucho menor tamaño, presentando en promedio unos diámetros mayor y menor de 10 y 5 cm respectivamente. Las semillas son también similares a las de la papaya, pero el fruto no posee cavidad interior. El árbol fructifica profusamente desde enero a junio, encontrándose simultáneamente en el mismo árbol frutos de todos los tamaños y estados de madurez. Durante los meses de invierno no se observan frutos en los árboles.

El fruto no se comercializa localmente, ni a escala industrial. No es apreciado como alimento fresco pues la cantidad de pulpa comestible que posee es muy pequeña y sólo se puede comer cuando la pulpa comienza a desintegrarse, lo que le confiere un aspecto no apetecible. Los lugareños lo utilizan para producir mermelada y compota, las que se descomponen fácilmente. A fin de explorar los beneficios que para la dieta humana o animal brindaría su utilización como alimento, se comenzó un estudio de la composición química de la pulpa del fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se siguieron las pautas para muestreo de material vegetal de Chapman y Pratt (1961). Frutos maduros de diferentes árboles, de tamaño adulto, de coloración naranja uniforme fueron recogidos durante todo el verano en el departamento de Eldorado (54º 13´ Oeste, 26º 40´ Sur), Misiones. Los frutos fueron lavados en superficie y secados con papel suavemente. Los ensayos se comenzaron inmediatamente sobre la pulpa fresca. Todos los ensayos se efectuaron por triplicado. Para la determinación de contenido en agua de la pulpa se tomaron 2 g de tejido fresco, que se secaron en estufa a 70 ºC hasta peso constante. Para la determinación de cenizas, seis gramos de materia seca se quemaron en mufla a 550ºC, hasta que el material presentó un color blanco uniforme sin puntos carbonosos oscuros.

La fibra bruta se determinó por el procedimiento de Pearson (1986). Tres gramos de muestra se trataron primero con ácido sulfúrico 0.225 N, y posteriormente con NaOH 0.313 N. El material insoluble neutralizado se llevó a peso constante, se quemó hasta producir cenizas, sustrayendo el peso de estas, y expresando la diferencia como fibra bruta.

La acidez de la pulpa fue medida mediante pHmetro Cole Parmer, y los sólidos solubles con un refractómetro de bolsillo.

El calcio y fósforo totales se midieron mediante las técnicas de Chapman y Pratt (1961). El calcio se determinó precipitando éste como oxalato a pH 4.0; 2 g de muestra se ubicaron en plato de porcelana y a 550ºC se produjeron sus cenizas. Estas se recogieron con HCl 6N, el cual se neutralizó con cloruro de amonio. La adición de ácido oxálico y acético precipitó el calcio como oxalato en medio ácido. El precipitado se recogió con ácido sulfúrico 1N y se tituló contra permanganato de potasio estándar, 1 mL de 0.05N de permanganato de potasio correspondiendo a 0.001 g de calcio.

El fósforo se determinó mediante el método del azul de molibdeno de Fiske y Subbarow (1925), 1 g de pulpa seca molida se situó sobre un plato de porcelana, se mojó con un exceso de nitrato de magnesio para prevenir la pérdida de fósforo por volatilización y se

llevó a cenizas en mufla. Las cenizas se digirieron con ácido nítrico concentrado, se neutralizaron con carbonato de sodio, y el fósforo en forma de ortofosfato soluble se combinó con el molibdato formando sales dobles. El complejo formado tiene coloración azul, y la intensidad del color medida a 680 nm es proporcional al fosfato presente.

El contenido en glúcidos totales se determinó mediante la técnica de Dubois (1956), y el de proteínas totales mediante el ensayo coloreado de Bradford (1976). La determinación de la proteína total se efectuó en dos regiones de la pulpa: en la comprendida dentro del medio centímetro inmediatamente debajo de la piel, y el resto interno de la pulpa.

La pectina bruta se determinó según FAO (1982), extrayendo 100 g de pulpa con agua destilada durante dos horas a 100°C, exprimiendo la pulpa con ayuda de un trozo de tela quesera, y coagulando el extracto con alcohol etílico absoluto.

Todos los extractos para los análisis enzimáticos se efectuaron según las diferentes técnicas descriptas por Anderson (1973).

La determinación de α-amilasa se efectuó según técnica de AOAC (1975), haciendo actuar el enzima sobre almidón y midiendo el descenso en actividad óptica a 620 nm producido por la hidrólisis de este, utilizando el yodo como indicador.

La determinación de lipasas se efectuó según Serra Bonvehí et al. (1996), utilizando como sustrato aceite de oliva comercial purificado pasando por una columna de oxido de aluminio en alcohol isopropílico, la aparición de la acidez se determinó sobre una solución acuosa de azul de bromotimol, en espectrofotómetro Camspec a 620 nm.

Las peptidasas se ensayaron sobre el sustrato caseína (Caseína tipo Hammarsten) según la técnica de Kunitz (1977), modificada por Fernández el al. (1995), midiendo el incremento de absorbancia a 280 nm producido por la aparición de triptofano libre. Una unidad de actividad peptidolítica (Ucas) se define como la cantidad de enzima requerida para aumentar en una unidad la absorbancia de la solución medida en una celda de un cm de paso a 280 nm (Sarath et al. 1990).

Para la medida de las peptidasas también se dividió la pulpa en dos regiones: la que está situada inmediatamente debajo de la piel del fruto y a medio cm de ésta en profundidad, y la pulpa interior restante.

La oxidación del guayacol, con la parición concomitante de color medida a 470 nm fue la técnica empleada para investigar la presencia de peroxidadas (Spiegel-Roy et al., 1977).

Las pectinesterasas fueron ensayadas sobre el sustrato pectina de citrus, valorando con NaOH 0.05N los mg de metóxido separados en 30 minutos por el enzima, según técnica descripta por Roeb y Stegemann (1975).

Los carotenos se extrajeron de la pulpa molida con arena lavada y sulfato de sodio anhidro, con una mezcla de acetona-etanol trabajando en todo el proceso de la extracción y separación en la oscuridad. Para separar los hidrocarburos de esta mezcla, se extrajo dicha mezcla con éter etílico (sin peróxidos), se agitó el extracto de éter de petróleo con un volumen igual de metanol al 90%, repitiéndose el proceso dos veces. Los dihidrocarotenos y monohidrocarotenos se separaron en la fase metanólica, mientras que los carotenos quedaron en la fase etérea (Lock de Ugaz, 1994). El extracto etéreo se concentró y se separó en CCD, con el adsorbente preparado con 5 g de silica gel y 20 g de hidróxido de calcio en agua; como eluyente se utilizó vaselina líquida / benceno (1:1) adicionado de 1% de metanol. Las manchas naturalmente coloreadas se recuperaron del gel de sílice con éter etílico. Las manchas se identificaron por su Rf y por su λ_{max}.

Para las vitaminas se efectuaron diferentes extractos, teniendo en cuenta su solubilidad como aparece en la Farmacopea Nacional Argentina. Las vitaminas se identificaron en los distintos extractos, la vitamina B_1 por la formación de tiocromo, la B_2 por la fluorescencia producida por la formación de lumilactoflavina, el pantotenato de calcio por la aparición de la coloración amarilla intensa después de hervir el extracto con NaOH y neutralizar cuando

frío con HCl; y la nicotinamida por el olor a amoniaco percibido al hervir el extracto con NaOH.

Las vitaminas de los extractos fueron además identificadas mediante su comportamiento en CCD. Se utilizó una capa de silica gel y como solvente una mezcla de benceno / metanol / acetona / acido acético (70:20:5:5), sin saturación de tanque. El desarrollo de la cromatografía se protegió de la luz y se desarrolló hasta una distancia de 19 cm (Randerath, 1968). La evaluación de los cromatogramas se efectuó por visualización con luz UV de 365 nm, luz uv 254 nm, pulverizando las placas con yodoplatinato de potasio o con una solución de ninhidrina en etanol al 0,5%.

Se probó además la fabricación de mermelada en forma casera, utilizando una parte de azúcar a dos partes de pulpa (v/v)

RESULTADOS

Tabla 1.- Composición química de la pulpa del fruto de *Jacaratia dodecaphylla*

Table 1. Chemical composition of the pulp from the *Jacaria dodecaphylla* fruit.

Contenido de agua en la pulpa (%)	82,33
Contenido en cenizas (%)	0,254
Fibra bruta (%)	7,0
Sólidos solubles (grados Brix, %)	4,0
Pectina bruta (%)	2,0
Calcio total (%)	0.025
Calcio en pectina bruta (%)	0,29
Fósforo como mg/g materia seca	1,3
Almidón	Ausente
Lípidos	Trazas
Glúcidos totales (mg/g tejido fresco)	0,19
Proteína total de pulpa situada debajo piel(mg/g de tejido fresco)	1,7
Proteína total de pulpa del interior del fruto(mg/ g de tejido fresco)	0,875
Peroxidasas	Ausentes
Lipasas	Trazas
Pectinesterasas (como mg metóxido separados en 30 minutos por grado Brix	0,775
Peptidasas en pulpa periférica medida como Ucas	55
Peptidasas en la pulpa del interior medida como Ucas	14,2

El pH de la pulpa del fruto presentó un valor de 5 unidades.

El análisis de los carotenos presentes en la pulpa puede apreciarse en la Figura 1, se observaron tres manchas, a Rfs 0,84, 0,73 y 0,01 además de la mancha del origen. De acuerdo con la técnica utilizada para el cromatograma, se identificó la mancha de Rf 0,84 como β-caroteno. Se recuperó el caroteno de esta mancha en éter de petróleo, y la solución presentó máximos de absorbancia a 425, 448 y 475 nm como esperado para el β-caroteno. Las manchas de Rf 0,73 y Rf 0,01 no fueron identifiadas.

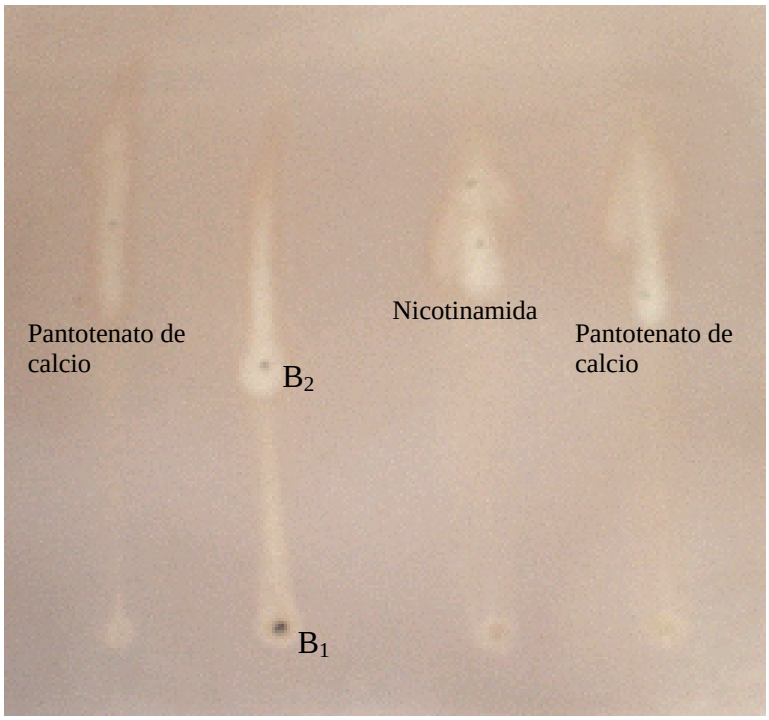
Se determinó la presencia en la pulpa de vitamina B_1, B_2, pantotenato de calcio y nicotinamida mediante ensayos químicos y por CCD. En la Figura 2 pueden apreciarse los

resultados del cromatograma, en este las vitaminas mencionadas se identificaron por sus Rfs y por el color desarrollado al revelar la laca con yodoplatinato de sodio.

El rendimiento para producir mermelada fue muy bajo, para conseguir 300 g de pulpa fresca se utilizaron 18 frutos. La mermelada resultó de buena consistencia, sin otro aditivo que el azúcar comercial. El color no fue atractivo, y el gusto resultó un poco astringente, y nada ácido. Aunque fue autoclavada después de su manufactura, una vez abierta y vuelta a cerrar, simulando el uso de una mermelada comercial, se contaminó con hongos a las dos semanas.

Figura 1 Carotenos

Figura 2 Vitaminas: de izquierda a derecha, agua, hidróxido de sodio, etanol y metanol



CONCLUSIONES

El análisis de los carotenos presentes en la pulpa tuvo como meta principal la identificación del β-caroteno, por su valor como provitamina A. La extracción y caracterización de los carotenos presentó ciertas dificultades por lo que una vez identificado positivamente el β-caroteno por su valor como provitamina A, se abandonó por el momento el estudio de los otros carotenos del fruto.

La presencia de las vitaminas encontradas nos parece de interés. La nicotinamida, componente de varias coenzimas, desempeña un papel importante en el metabolismo primario de la célula. La clásica dolencia debida a la deficiencia de esta vitamina es la pelagra, pero existen otros muchos síntomas que se asocian a su deficiencia. El pantotenato de calcio, en su forma como ácido pantoténico es un componente del coenzima A, con un papel central en el metabolismo respiratorio.

De los resultados obtenidos parece deducirse que el fruto del Jacaratia tiene como característica cuantitativa más importante la existencia de enzimas proteolíticos que podrían traducirse en aminoácidos libres. Sería pues utilizable como alimento proteínico por excelencia el cual aportaría aminoácidos a las dietas necesariamente pobres en colesterol,

también, junto con las semillas, que son consumidas por los pájaros, podría convertirse en alimento para animales, entrando a formar parte de algún compensado.

A escala artesanal se podría utilizar como mermelada corrigiendo el gusto y adicionando ácidos ascórbico y cítrico a fin de evitar el deterioro fúngico que sufre muy rápidamente.

Si el fruto se considerase importante para la alimentación humana o animal, o bien como productor de enzimas proteolíticas para la industria, el árbol debería ingresar en un programa de mejoramiento de forma a poder contar con ejemplares seleccionados para que aumenten la productividad tanto en la cantidad de pulpa contenida en el fruto, como en la cantidad de proteinasa que estos producen.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, J.W. 1973. Extraction of enzymes and subcellular organelles from plant tissues. Phytochemistry. 7: 1973 – 1988.

HORWITZ, W. Editor. 1975. Official Methods of Analysis of the AOAC. Pubished by the Association of Official Agricultural Chemists.

CHAPMAN, H.D.;Pratt, P.F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. Of California. Division of Agric. Sciences Ed.

DUBOIS, M; Gilles, K.A.; Hamilton J.K.; P.A. Rebers, P.A.; Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.

COTTENIE, A. 1986. Análisis de suelos y de plantas. FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FARMACOPEA NACIONAL ARGENTINA. 1966. Codex Medicamentarius Argentino. Quinta edición.

FERNANDEZ G.; Lorenzo, E. 1996. Caracterización química de proteinasas extraídas de hojas de Cardo de Castilla (*Cynara cardunculus* (L.)

FISKE, C.H.; Subbarow, Y. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. Jour. Biol. Chem. 66: 375 – 400.

KUNITZ, M.J. 1977. Gern. Physiol. 30: 291 – 310.

LOCK DE UGAZ, O. 1994 Investigación fitoquímica. Pontificia Universidad Católica del Perú. Segunda edición.

PEARSON, D. 1986. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza. España.

RANDERATH, K. 1968. Thin layer chromatograpy. Academic Press. N.Y. and London.

ROEB, L.; Stegemann, H..1975. Pectin-Methylesterases: Isozymes, properties and detection in polyacrilamide gels. Biochem. Physiol. Pflanzen 168, S.607 - 615.

SANTOS BILONI, J. 1990. Arboles autóctonos argentinos. Tip. Edit. Bs. As. Argentina.

SARATH, G.; De la Motte, R.S.; Wagner, F.W. 1990. Protease assay methods. In : Proteolytic enzymes, a practical approach. Beynon and Bond Ed. IRL Press.

SERRA BONVEHÍ, J.; Serrano Rosúa, N. 1996. Enzymatic activities in the varieties of hazelnuts (Corylus avellana L.) grwn in Tarragona, Spain. Food Chemistry 56 (1): 39-44

SPIEGEL-ROY, P.; A. Vardi, A.; Shani, A. 1977. Peroxidase isozymes as a tool for early separation of nucellas and zygotic citrus seedlings. Proc. Int. Soc. Citric. 2: 619-624.

SCHULTES, R.E.; Raffauf, R.F. 1990. The healing forest. Medicinal and toxic plants of the Northeast Amazonia. Dioscorides Press. Oregon.

RECUPERACIÓN DE MÁRGENES DE AFLUENTES DEL ARROYO POMAR EN BASE A ESTUDIOS FLORÍSTICOS Y FITOSOCIOLÓGICOS

RECOVERY OF MARGINS OF TRIBUTARIES OF THE POMAR STREAM, BASED ON FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGIC STUDIES

Barth, Sara Regina [1]
Eibl, Beatriz Irene [2]
Palavecino, José Aníbal [2]
Calveyra, Cecilia [3]

[1] Ing. Ftal. Maestrando en Ciencias Forestales. Fac. de Cs. Ftales. UNaM.
e-mail: sbarth@arnet.com.ar
[2] Ing. Ftal. Docente - Investigador. Fac. de Cs. Ftales. UNaM.
e-mail: beibl@ceel.com.ar; pala@ceel.com.ar
[3] Estudiante de Ing. Ftal. Fac. de Cs. Ftales. UNaM.

SUMMARY

The fulfillment of preliminary studies of floristic composition in protective forests of the basin of the Pomar stream made evident the existence of forest masses with a great vulnerability to natural and human disturbances.

Having determined the existence of severely degraded areas, without the evidence of a possible auto-recovery, we proceeded with the implantation of demonstrative parcels of restoration, with the purpose of identifying adaptable native species to form a protective forest. The behavior of eleven tree species was analyzed, approving to select those that were potentially tolerant to floods and/or temporally covered with puddles.

After five months since the implantation date, the tendency of adaptability, expressed through the survival, allows us to consider preliminary, the followings species: *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado), *Peltophorum dubium* (Cañafístola), and *Anadenantera macrocarpa* (Curupay), as the best adapted exceeding 80% of survival. *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro) and *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco) can also be considered promising species that exceed 50% of survival. The mayor mortality (85%) was presented in *Nectandra lanceolata* (Laurel amarillo), with a new outbreak of 15%. The fruit tree species tested, demonstrated to be moderately adaptable to the circumstances of the area to be recovered.

In these results it is necessary to make stand out the occurrence of a lengthy non habitual drought in the months from January to March.

Key Words: Recovery**,** protective forests, floristic and Phytosociologic studies, native species.

RESUMEN

La realización de estudios preliminares de composición florística en bosques protectores de la cuenca del arroyo Pomar evidenció la existencia de masas forestales con una gran vulnerabilidad a perturbaciones naturales y antrópicas.

Determinada la existencia de áreas severamente degradadas, sin que se manifieste posibilidad de autorecuperación, se procedió a la implantación de parcelas demostrativas de restauración. Con el fin de identificar especies nativas adaptables para bosques protectores, se

analizó el comportamiento de once especies arbóreas, visando seleccionar aquellas que sean potencialmente tolerantes a encharcamientos y/o inundaciones temporarias.

Transcurridos cinco meses desde la fecha de implantación la tendencia de adaptabilidad, expresada a través de la sobrevivencia, nos permite considerar preliminarmente a las especies *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado), *Peltophorum dubium* (Cañafístola), y *Anadenantera macrocarpa* (Curupay), como las mejor adaptadas, superando el 80 % de sobrevivencia, pueden también considerarse especies prometedoras *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro) y *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco), que superaron el 50 % de sobrevivencia. La mayor mortalidad (85 %) se presentó en *Nectandra lanceolata* (Laurel amarillo), con un rebrote del 15 %. Las especies frutíferas ensayadas demostraron ser moderadamente adaptables a las circunstancias del área a recuperar.

En estos resultados cabe destacar la ocurrencia de una prolongada sequía no habitual en los meses de enero a marzo.

Palabras clave: Recuperación, bosques protectores, estudios florísticos y fitososiológicos, especies nativas.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas comprometen seriamente la persistencia de la masa forestal protectora de cursos de agua, este hecho hace que dada la importancia de su función surja la necesidad de generar conocimientos que permitan su perpetuidad aun en áreas urbanas.

Es el propósito de este estudio analizar y proponer un modelo de recuperación de bosques protectores adecuado a la situación regional.

El área de trabajo propuesta pertenece a la Selva Paranaense, Distrito de las Selvas Mixtas, Selva del Laurel y Guatambú.

Como caso de estudio se toma al arroyo Pomar considerado representativo de la situación generada en otros cursos de agua de la zona.

En función de la creciente concientización sobre la importancia de la conservación ambiental y la existencia de leyes que disciplinan la acción humana sobre los bosques de protección, surge un gran interés en programas de revegetación de áreas degradadas, exigiendo que los conocimientos técnico – científicos sean rápidamente desarrollados para una potencial implementación de programas de acción.

Las matas ciliares degradadas son de interés prioritario en acciones de revegetación y / o enriquecimiento. Esta cobertura vegetal tiene un papel estratégico en la conservación de la biodiversidad de flora y fauna y en la preservación de la calidad de agua. Muchas veces las técnicas utilizadas en recuperación de matas ciliares se basaron en conocimientos empleados para la rehabilitación de otras áreas degradadas de la región.

Los levantamientos florísticos, estructurales, edáficos, faunísticos y de adecuaciones silviculturales ganan mayor importancia para guiar acciones de rehabilitación y recuperación. Entre las ventajas de utilizar especies nativas, se puede citar su facilidad de aclimatación y la contribución a la conservación de las especies.

Las matas ciliares (vegetación riparia) son sistemas particularmente frágiles a los impactos provocados por el hombre, pues además de convivir con la dinámica erosiva y de sedimentación de los cursos de agua, reciben los impactos de la actividad humana sobre la cuenca hidrográfica como un todo, siendo propensas a derrumbe para fines agrícolas.

En principio, todas las especies nativas de la región y de ocurrencia natural en áreas de matas ciliares son potencialmente utilizables. Los estudios florísticos y fitosociológicos en áreas de matas ciliares remanentes de la región permiten identificar las especies más adaptadas a las condiciones de sitio locales. La inducción de la dinámica de sucesión

secundaria, mediante intervenciones de plantación, presenta resultados muy favorables en cuanto a que la recuperación de la función es posterior a la recuperación de la estructura de la masa forestal.

La proposición de modelos para implantación de repoblación vegetal heterogénea requiere estudios de la biología y de los aspectos ecofisiológicos envueltos para que la masa forestal implantada se autorenueve. (BARBOSA et al, 1992; KAGEYAMA et al, 1989, 1990 y 1992; BOTELHO et al, 1995; ALVES PEREIRA et al, 2002; DE FREITAS LEITÃO et al, 2002).

Concluida la recolección de datos preliminares se hallaron presentes en el área 73 especies arbóreas pertenecientes al estrato 1 (área no inundable) y 17 especies al estrato 2 (zona de bajos con mayor posibilidad de inundaciones).

Los bosques protectores de los cursos de agua de la cuenca del Arroyo Pomar evidenciaron gran vulnerabilidad a perturbaciones naturales y antrópicas. La regeneración natural es importante en zonas no afectadas por la actividad ganadera. Se hallan presentes especies exóticas como Uvenia (*Hovenia dulcis*), Níspero (*Eriobotrya japónica*), Ligustro (*Ligustrum lucidum*) y Palta (*Persea americana*), que tienen una posición destacada principalmente en la estructura del estrato 2 (inundaciones frecuentes), lo que indica la elevada aptitud de estas especies para asilvestrarse en la Selva Paranaense (BARTH et al, 2003).

Las parcelas experimentales de recuperación de la vegetación riparia de la cuenca, fueron implantadas en el “Parque Municipal Toma de Agua” destinado a un futuro espacio verde en la zona céntrica del Municipio de Eldorado.

OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo contribuir con informaciones básicas que procuren orientar acciones de revegetación con plantaciones mixtas en áreas degradadas pertenecientes a bosques protectores de cursos de agua.

Un aspecto fundamental para la implantación de reforestaciones de bosques protectores es la selección de especies adecuadas, tornándose esto en punto principal para la adaptabilidad de la plantación. Se planteó analizar el comportamiento de especies arbóreas visando seleccionar aquellas que sean potencialmente tolerantes a encharcamientos y/o inundaciones temporarias, lo que permitiría su uso en programas de recomposición de la vegetación riparia de la región.

METODOLOGÍA

Determinada la existencia de áreas severamente degradadas, es decir, zonas donde la vegetación natural ha sido suprimida y sin posibilidad de autorecuperación, por ser escasa o nula la regeneración presente, se procedió a la implantación de parcelas demostrativas de recuperación.

Las parcelas experimentales se localizaron a lo largo de márgenes de cursos de agua tributarios del arroyo Pomar, considerando que las mismas representan fajas de preservación permanente establecidas por ley. Según clasificación empleada por CARTA (1:350.000) el suelo de la cuenca del arroyo Pomar incluye la Unidad Cartográfica 9 y la unidad Cartográfica 3 (O´LERY, H. et al, 2003). Las parcelas de implantación forestal mixta fueron instaladas en suelos rojos de la Unidad Cartográfica 9.

Especies utilizadas

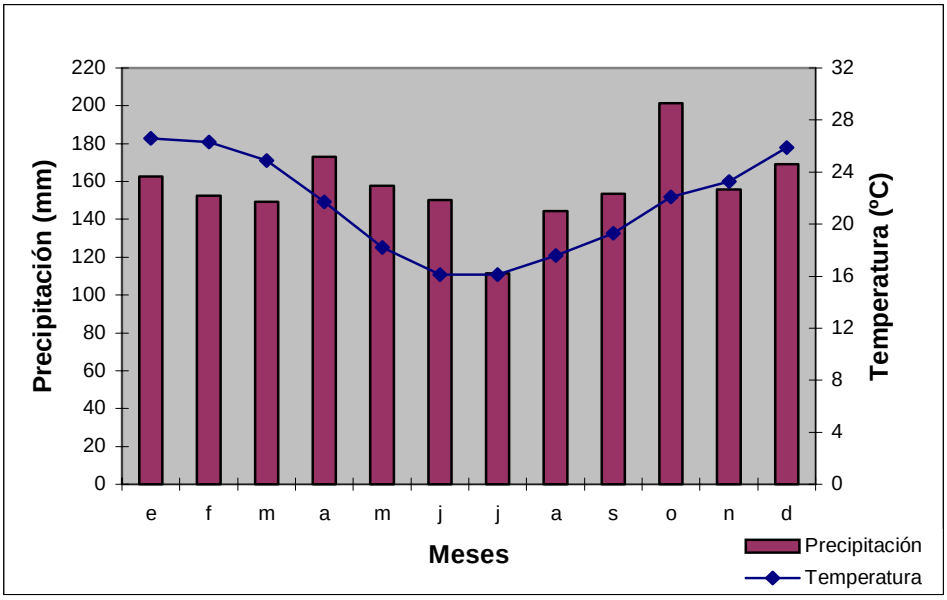
La selección se basó principalmente en el estudio previo de composición florística del área, es decir respetando su ocurrencia natural en zonas de vegetación riparia. Por razones de practicidad para el manejo del ensayo se consideraron once especies, a saber: Anchico colorado (*Parapiptadenia rígida*), Cañafístola (*Peltophorum dubium*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Curupay (*Anadenantera macrocarpa*), Cerella (*Eugenia involucrata*), Guabirá (*Campomanesia Xanthocarpa*), Lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*), Laurel amarillo (*Nectandra lanceolada*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Pitanga (*Eugenia uniflora*) y Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*). Es importante destacar que en la selección de especies se consideró la inclusión de frutíferas para propiciar la supervivencia de la fauna de la región (EIBL, 2003).

En cuanto al diseño empleado, se realizó un plantío mixto de especies pioneras o secundarias iniciales y secundarias tardías según modelo ecológico de restauración.

Climatograma

En gráfico 1 se presenta la serie climática aproximada correspondiente a la zona de estudio.

Gráfico 1: Diagrama climático de temperaturas medias y precipitaciones mensuales, para la localidad de Eldorado – Misiones.

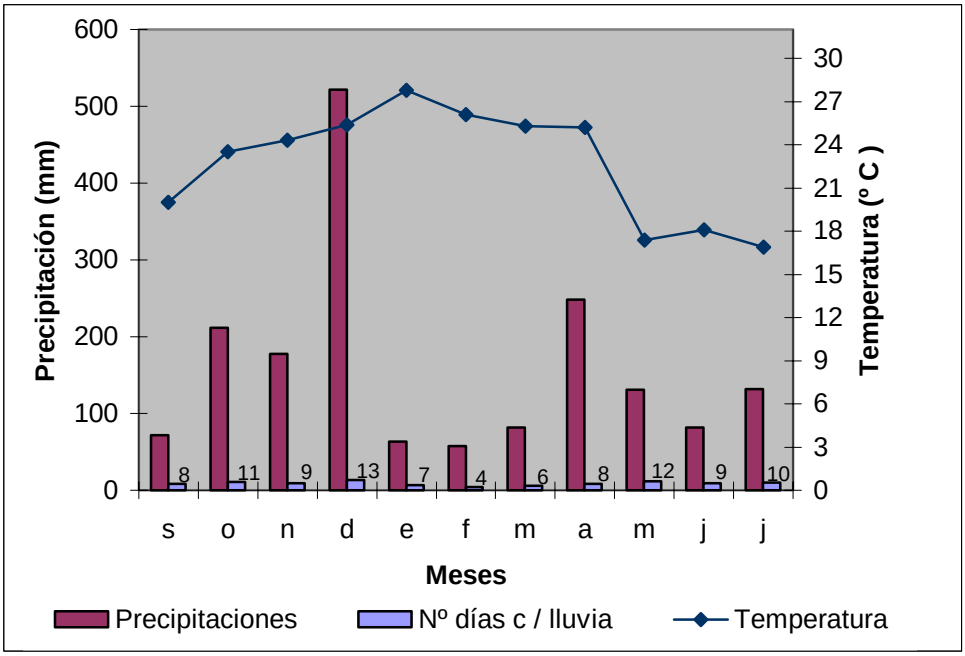


Fuente: Eibl et al. 2001. Estación Termopluviométrica Escuadrón 10 Gendarmería Eldorado. Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Período 1974/1980 y 1984/2001.

Informe meteorológico

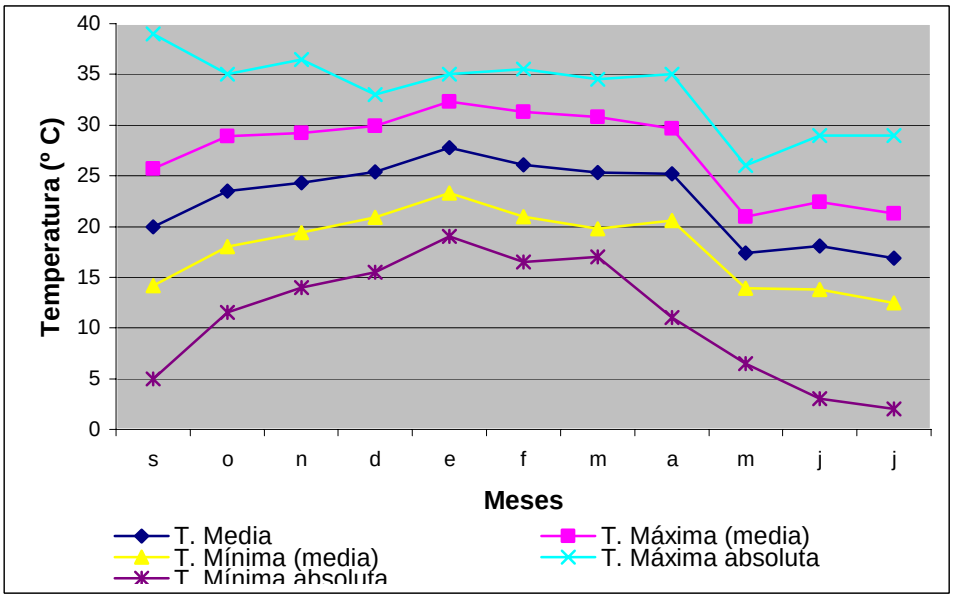
A modo de contraste, en el gráfico 2 se presenta el informe meteorológico con datos de temperatura y precipitación correspondiente a la zona y período de estudio, (se incluye los meses de setiembre 2003 a julio 2004).

Gráfico 2: Temperaturas medias mensuales, precipitaciones mensuales y número de días con lluvia correspondiente al período de resultados expuestos en el presente trabajo.



Fuente: Silva et al. 2004. Boletín Agrometeorológico Mensual Eldorado.

Gráfico 3: Temperaturas medias mensuales, máximas y mínimas medias y absolutas mensuales para el período setiembre 2003 a julio de 2004 para el sitio de estudio de la cuenca del arroyo Pomar. Eldorado – Misiones



Fuente: Silva F, et al. 2004. Boletín Agrometeorológico Mensual Eldorado.

RESULTADOS

Transcurridos 5 meses desde la fecha de implantación se observaron los siguientes resultados:

Especie	Sobrevivencia en %
Parapiptadenia rígida (Anchico colorado*)*	100
Peltophorum dubium (Cañafístola)	80
Anadenantera macrocarpa (Curupay)	80
Enterolobium contortisiliquum (Timbó)	70
Cedrela fissilis (Cedro)	60
Tabebuia heptaphylla (Lapacho negro)	60
Bastardiopsis densiflora (Loro blanco)	50
Eugenia uniflora (Pitanga)	40
Eugenia involucrata (Cerella)	30
Capomanesia xanthocarpa (Guabirá)	30
Nectandra lanceolata (Laurel amarillo)	15 (más un rebrote de 15 %)

La plantación se realizó en el mes de octubre con precipitaciones normales para los meses de octubre y noviembre, en diciembre el área de ensayo presentó inundaciones debido a lluvias de gran intensidad, las que comparadas con el diagrama climático fueron superiores a las normales para este mes. En los meses de enero, febrero y marzo del año siguiente se registraron sequías. Tanto las inundaciones como la falta de agua influyeron en la sobrevivencia de las especies. También repercutieron en su adaptación las condiciones de degradación del sitio.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las condiciones experimentales expuestas podemos concluir lo siguiente:

1. Áreas degradadas pertenecientes a bosques protectores de cursos de agua de la región pueden ser recuperadas gracias a la adaptabilidad demostrada por las especies consideradas.
2. El 54 % de las especies en estudio alcanzaron un porcentaje de sobrevivencia mayor al 50 %; destacándose las especies *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado*)* con un 100 % de sobrevivencia, seguida por *Peltophorum dubium* (Cañafístola) y *Anadenantera macrocarpa* (Curupay) con un 80 % de sobrevivencia. También resultó potencialmente apta *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó).
3. Otras especies que deben ser consideradas por las características propias de las mismas son *Eugenia uniflora* (Pitanga), *Eugenia involucrata* (Cerella) y *Capomanesia xanthocarpa* (Guabirá). En este caso en particular, aunque su sobrevivencia fue considerablemente menor, es digno de destacar los beneficios que prestan estas especies frutíferas en lo referente a conservación de la fauna local.

AGRADECIMIENTOS

En la etapa de relevamiento florístico y período inicial de instalación de las parcelas de recuperación se agradece la colaboración del Técnico Forestal Federico Robledo.

Amerita también destacar la cooperación de los vecinos del área a recuperar.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVES PEREIRA J. A., ALVARENGA BOTELHO S., DAVIDE A. C. Desenvolvimiento de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares. Ipef.br
- BARBOSA, L.M. et al. Estudo sobre o Estabelecimento e Desenvolvimento de Espécies com Ampla Ocorrência em Mata Ciliar.Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Vol. 2. São Paulo. 1992. 605 - 608.
- BARBOSA, L.M. et. al.. Informações básicas para Modelos de Recuperação de Áreas Degradadas de matas Ciliares. Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Vol. 2. São Paulo. 1992. 640 - 641.
- BARTH, S.; EIBL, B.; PALAVECINO, J. Caracterización de bosques protectores remanentes de la cuenca del arroyo Pomar – departamento Eldorado – Misiones. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. INTA/FCF. Eldorado, Misiones. Año 2003.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.J.S. et al. Implantação de mata ciliar. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 1995. 28p.
- EIBL B, SILVA F, BOBADILLA A. 2001. Datos Estación Termopluviométrica Escuadrón 10 Gendarmería Eldorado. Datos Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Período 1974/1980 y 1984/2001.
- DE FREITAS LEITÃO H. Filho, RIBEIRO RODRIGUEZ R., SANTIN D. A., JOLY C. A. Vegetação Florestal Remanescente: Inventários, Caracterização, Manejo e Recuperação nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais- NEPAM.
- KAGEYAMA, P. Y. et al, Potencial e Restrições da regeneração Artificial na Recuperação de Áreas Degradadas. I Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 1-7p., Curitiba, 1992.
- KAGEYAMA, P. Y. Plantações de essências nativas: florestas de proteção e reflorestamentos mistos. Piracicaba-SP, 1990 - 9p.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A. A. Implantação de matas ciliares para auxiliar a sucessão secundária. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas: Cargil. p. 130-143.
- NAPPO M. E., GOMEZ L. J., FERREIRA CHAVEZ M. M. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. Universidad Federal de Lavras. Minas Gerais. Brasil.
- O´LERY, H. Proyecto: Caracterización, diagnóstico y propuestas para la rehabilitación de bosques protectores de la cuenca del Arroyo Pomar – Departamento Eldorado, Misiones. Relevamiento de suelos microcuenca "B". XIV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas Año 2003 Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, Corrientes.
- SILVA, F.; BOBADILLA, A.; EIBL, B. Boletín Agrometeorológico Eldorado Series Mensuales Periodo Setiembre 2003 a Julio 2004. Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Misiones.

DISPERSION ANEMOCORICA DE *Myrocarpus frondosus* F. Alemao CONFORMANDO EL BANCO DE SEMILLAS PARA LA REGENERACION NATURAL

Eibl B I, Silva F, Bobadilla A[1]

[1] Cátedra de Agrometeorología, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado - Misiones
beibl@facfor.unam.edu.ar, fidelina@facfor.unam.edu.ar, elisa@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

A los fines de caracterizar las condiciones para el establecimiento de la regeneración de *Myrocaupus frondosus* en situaciones naturales de la Selva Misionera, se definieron los patrones de dispersión para las semillas en el suelo. Los relevamientos se realizaron, en una zona de selva remanente nativa del Departamento de Eldorado, Provincia de Misiones, ubicado a 26º23´latitud sur, 54º40'longitud oeste y a 160 msnm. Las unidades de muestreo consistieron en parcelas ubicadas sobre transectas de 1 m de ancho por una longitud determinada por la presencia de semillas en las orientaciones norte, este, sur y oeste. Los patrones de dispersión observados, indican que la distribución espacial de 2 a 4 árboles semilleros por hectárea, serán suficientes para garantizar las semillas en un sistema de manejo sustentable de *M. frondosus* a partir de la conducción de su regeneración natural.

SUMMARY

The dispersion paterns were defined to characterize the conditions for regeneration establishment of *Myrocarpus frondosus* in natural forest in Misiones. The measurements were made in a zone of native forest of the Department of Eldorado, Province of Missiones, located at 26º23´ S, 54º40´ W, and 160 m.s.n.m. The samplings unit consisted of parcels located on transects (1 m wide by a length determined by the presence of seeds). The observed dispersion pattern indicate that the space distribution of 2 to 4 trees by hectare, will be sufficient to guarantee the seeds in a system of sustainable natural regeneration of *M. frondosus.*

INTRODUCCION

La fase de dispersión constituye el primer paso en el proceso que determina la distribución espacial de los individuos de una población vegetal (Howe y Smallwood, 1982; Eibl et al., 1997). Este proceso involucra a distintos agentes bióticos (dispersantes de semillas, predadores de semillas) y los abióticos (condiciones de humedad, viento, temperatura e iluminación), todos estos factores mediante su accionar establecerán el patrón de distribución espacial como ser la distancia entre individuos o microhábitats en que se sitúan y el patrón de distribución de las edades de los individuos en la población (Hubbell, 1979).

Muchas especies de madera de valor económico están descartadas de los programas de plantación como es el caso de *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao (incienso), cuyas plantas crecen muy lentamente y son sensibles en el estado juvenil, a la acción de la luz directa (Carvalho, 1994). Carvalho (1994) la coloca entre el grupo de las especies de madera valiosa y plantación problemática. Actualmente la única posibilidad de lograr árboles de esta especie, para la producción de madera de alta calidad en escala comercial, es a través de la conducción de su regeneración natural.

Las semillas de *M frondosus* responden a las características de vida corta (Carvalho, 1994) reclutamiento cercano al árbol semillero y cuyo banco de semillas es transitorio (Garwood, 1989; Kageyama y Viana, 1991). La unidad de dispersión de esta especie, se mueve desde la planta madre por la acción del viento dando lugar a una dispersión del tipo

anemocórica (Werker, 1997), siguiendo un patrón de distribución particular (Hubell, 1979; Goldsmith y Harrison, 1987).

Los frutos de *M frondosus* son sámaras secas indehiscentes, aladas y lateralmente planas con 1 a 3 semillas unidas en serie. Siendo una característica común, según Kageyama y Viana (1991), que las especies oportunistas u ocupantes de claros pequeños posean semillas aladas y cuya distancia y dirección de dispersión a la que son transportadas, estará determinada por su cualidad móvil y la fuerza y orientación del viento que la transportará (Begon et al.,1997).

A los fines de caracterizar las condiciones para el establecimiento de la regeneración de *M frondosus* en situaciones naturales de la Selva Misionera, se definieron los patrones de dispersión para las semillas en el suelo.

MATERIAL y METODOS

Sitios de estudio

Los relevamientos se realizaron, en una zona de selva remanente nativa del Departamento de Eldorado, Provincia de Misiones, ubicado a 26º 23´ latitud sur, 54º 40' longitud oeste y a 160 m.s.n.m. La caracterización climática para el sitio corresponde a un clima subtropical sin estación seca, con precipitaciones medias de 1870 mm anuales y temperatura media anual de 21 ºC, máxima absoluta de 39 ºC (enero) y mínima absoluta de -3 ºC (julio). Los vientos predominantes son del Norte y Noreste con intensidades promedio que no superan los 3 km/hora (Silva et al., 2002).

Selección de árboles semilleros

Se seleccionaron para el estudio 3 ejemplares, que respondieron a características de árbol semillero tipo (Salazar R, 1994), atendiendo a la rectitud del fuste, la disposición centrada de la copa con respecto al fuste, con exposición completa de la copa por sobre el dosel a la radiación solar, de buen estado sanitario y con edad adecuada para la producción de frutos y semillas viables.

A los fines del presente trabajo, cada árbol semillero seleccionado para el estudio debió estar a una distancia suficiente como para evitar la posible superposición de la lluvia de semillas entre árboles de la misma especie, que se estableció en un mínimo de 80 metros.

Patrón de dispersión y banco de semillas

El muestreo de las semillas en el banco del suelo forestal, constó de parcelas ubicadas sobre transectas de 1 m de ancho por una longitud determinada por la presencia de semillas (Goldsmith y Harrison, 1987).

La disposición de las transectas fue en el sentido radial con respecto al centro del árbol y en los cuatro sentidos cardinales (N, E, S y O). Cada transecta fue dividida a su vez en parcelas de 1 x 1 m de las que se retiraron todas las semillas presentes de la especie, cuando se observó el fin de la fase de dispersión.

Las diferentes orientaciones fueron comparadas para evaluar los patrones diferenciales de la distribución de semillas según el sentido de la transecta. A los fines del análisis de la similitud de las transectas, se utilizó la prueba de Friedman (Daniel, 1999).

El número de las semillas dispersadas en el banco, alrededor del árbol semillero se caracteriza por poseer la forma de una "J" invertida (Daniel y Reis, 1987; Howe, 1982). Debido a este comportamiento la modelación de la distribución de las semillas, se basó en la utilización de la ecuación de Meyer (Davis y Johnson, 1986).

El grado de ajuste de la ecuación expresado por el valor del coeficiente de determinación (R).

RESULTADOS

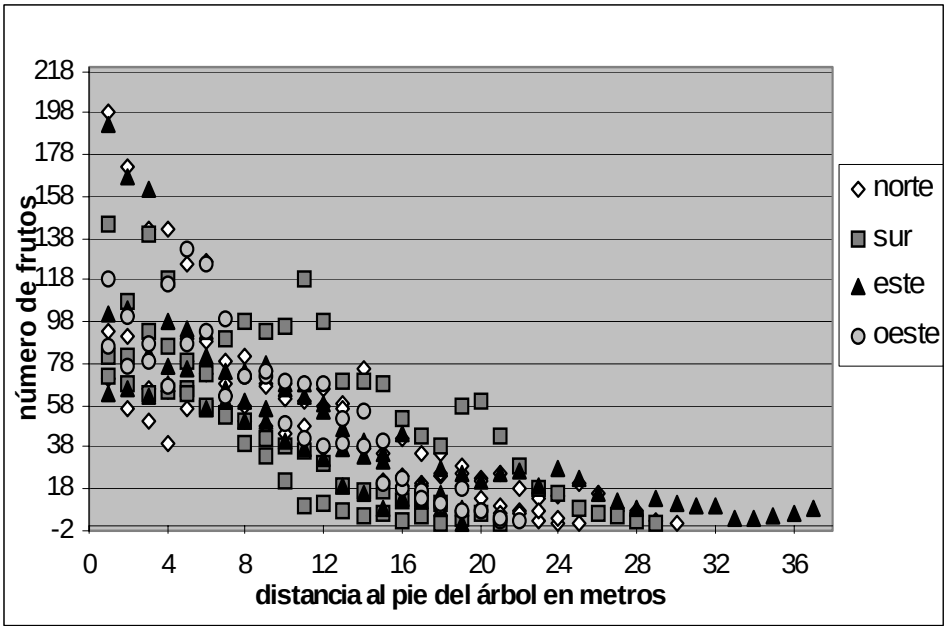
La fase de dispersión se produjo en los árboles semilleros durante el mes de diciembre. El árbol 1 finalizó la dispersión el 07 de diciembre, el árbol 2 el 11 de diciembre y el árbol 3 el 20 de diciembre del año 1999. La fecha promedio de ocurrencia de la fase para el día 12 de diciembre con un desvío estándar de 7 días.

Los resultados del test de Friedman, determinaron que las transectas de las diferentes orientaciones no mostraron diferencias significativas, para todas las categorías de semillas (para χ^2, α= 0,05) (Tabla 1).

Tabla 1: Determinación de la similitud entre orientaciones para el número de semillas de *M. frondosus* mediante la Prueba de Friedman.

Arbol	Orientación	N	Chi^2 (g.l.)	p-valor	Comparación entre transectas
I_1, I_2, I_3	N, E, O, S	54	3,911 (3)	0.271	las cuatro son iguales

Gráfico 1: Dispersión total de semillas de *M. frondosus* según orientación y distancia al pie del árbol



La orientación este dispersó a mayor distancia, pero no presentó un mayor número de semillas (Tabla 2). La dispersión con una mayor distancia hacia el este se debió a que los vientos prevalecientes para la zona al momento de la dispersión (diciembre de 1999), fueron desde el oeste, noroeste y suroeste (Silva et al., 2002).

Tabla 2: Dispersión de semillas de *M. frondosus* en función a la orientación.

Árbol	**Categoría de semillas**	**N**	**E**	**S**	**O**
I_1,I_2, I_3	Semillas en % sobre el total dispersado según orientación	27%	23%	25%	25%

Aplicando la ecuación de Meyer como modelo de distribución de semillas alrededor del árbol, esta dispersión es una ecuación de la forma :

$$\gamma = (126{,}0972) * 2{,}72^{(- (0{,}088022)* d)}$$

Con un valor de R=0,82., esta ecuación representa en promedio las semillas totales encontradas en función a la distancia al pie del árbol semillero para cualquier orientación considerada.

La floración y fructificación ocurre anualmente y en la misma época del año en los ejemplares adultos de esta especie (Eibl et al. 1997), con producciones abundantes de frutos a cada 3 ó 4 años, como ocurrió en *M. frondosus* en 1999 para los ejemplares bajo observación. La maduración de los frutos ocurre muy rápidamente (Eibl et al. 1997), ya que las semillas expuestas en la copa, en la época más cálida del año (Silva et al. 2002), deben dispersar y germinar antes de su deshidratación.

Las semillas dispersadas para el año de observación, indicaron valores alentadores en cuanto a la cantidad de semillas, áreas ocupadas y distancias de dispersión, para ser considerados en la planificación para la producción sustentable, a partir del banco de semillas.

La categoría de semillas sanas sueltas, que indicará las potencialidades para la regeneración del año, fue la que dispersó con una mayor y mejor distribución abarcando la totalidad de los micrositios.

CONCLUSIONES

Arboles de *M. frondosus* en su evolución hacia la adaptación presentan en forma cíclica una maximización de la energía ocupada para la producción de frutos y semillas, conformando como consecuencia un banco de abundantes plántulas suprimidas que dará lugar a una regeneración avanzada (acumulada).

En función a los patrones de dispersión, la distribución espacial de 2 a 4 árboles semilleros por hectárea serán suficientes para garantizar las semillas en un sistema de manejo sustentable de *M. frondosus* a partir de la conducción de su regeneración natural.

La ocupación de todos los microambientes con semillas de la categoría sanas sueltas de *M. frondosus,* favorecidas por el viento, aumentaron la probabilidad de que una semilla viva ocupe un "sitio seguro" para poder cumplir con todas las etapas desde la germinación.

BIBLIOGRAFIA

BEGON, M.; Harper J.; Townsend C. 1997. Ecología: Individuos, Poblaciones y Comunidades. Ed. Omega. Barcelona. 886 pp.

CARVALHO, P. E. R. 1994. Especies florestais brasileiras: Recomendaçoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPF. Paraná. Brasil. 639 pp.

DANIEL, W. W. 1999. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. 878 pp.

DAVIS, L.; Johnson, K N. 1986. Forest Management. 3er Ed. Mc.Graw Hill New York. 790 pp.

EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla A.; Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. Yvyrareta. 8:78-87.

GARWOOD, N. 1989. Topical Seed Soil Banks Strategies. En: Ecology of Soil Seed Banks. Ed. Leck, Parker, Simpson. Ac Press London. New Jersey. Pp.149-207.

GOLDSMITH, F. B.; Harrisson, C. M. 1987. Description and analysis of vegetation. Transects. In Methods in Plant Ecology. Ed. Chapmann S.B. Blakwell Scientific Publications. London. pp.104-105

HOWE, H. F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual review of ecology and systematics, (13):201-228.

HUBBELL, S. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. Science, 203:4387(300-309).

KAGEYAMA, P. Y.; Viana, V. M. 1991. Tecnología de sementes e grupos ecológicos de especies arbóreas tropicais. En: Anais do 2º simpósio brasileiro sobre tecnología de

sementes florestais. Instituto Florestal. Governo do Estado de Sao Paulo. Brasil. pp. 197-215.

SALAZAR, R. 1994. Principios básicos para la identificación y selección de fuentes semilleras. En: Curso Regional sobre identificación, selección y manejo de rodales semilleros. CATIE-PROSEFOR. 7 -18 de marzo de 1994. Turrialba- Costa Rica. 4 pp.

SILVA, F.; Bobadilla, A.; Eibl, B. 2002. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Boletín Mensual y Resumen Anual. Serie Técnica. Secretaría de Extensión, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado - Misiones. Período 1985-2002.

WERKER E. 1997. Seed Anatomy. Encyclopedia of Plant Anatomy. Borentraeger. Berlin.424 pp.

USO MULTIPLE DEL BOSQUE: ACEITES ESENCIALES Y LACTONAS DE *Calyptranthes concinna* (Cambess) Mirtaceae

MANIFOLD USE OF THE FOREST: ESSENTIAL OILS AND LACTONES FROM *Calyptranthes concinna* (Cambess) Mirtaceae.

Luciano García[1]
Claudia Schöller[2]
Ricardo Barth[2]
Teresa Argüelles[2]

[1.] Estudiante de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Eldorado
[2,3 y4.] Integrantes del LInQuiF. Laboratorio de investigación de Química Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Eldorado. arguelles@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

Calyptranthes concinna D.C. (Cambess) is an aromatic shrub, 2 to 3 meters high, with perennial leaves that are very aromatic. They are whole, simple, with a short petiole, and they sit opposite each other in the trunk. The shrub is very abundant in the Alto Paraná zone, in the province of Misiones. It is also found in Brasil, Paraguay and Uruguay. It belongs to the species of the Mata Atlántica.

By making water vapor pass through fresh leaves, in a distillation apparatus, evaporation of the water, and further drying with anhydrous sodium sulfate, we obtained a resinous mass of material. The alcoholic extract of the resin was submitted to a spectrophotometer analysis. The chloroform extract was analyzed by TLC. The lactones were extracted with chloroform from 100g of leaf tissue, and the concentrate was analyzed by TLC, using benzene /acetone as the developing solvent.

The system toluene / ethil acetate (93:7) was used to identify by the Rf and the color of the spot, the existence of geraniol, borneol, linalool, thymol, citronellal and myristicin. Four lactones were found. The content of the essential oils in the extract of the leaves in our distillations was an average of 15,6 %.

Key words: Essential oils, lactones, *Calyptranthes concinna*, Mirtaceae.

RESUMEN

Calyptranthes concinna D.C. (Cambess) es un arbusto aromático de 2 a 3 m de altura, de follaje persistente, hojas simples, enteras, opuestas, con peciolo corto y muy aromáticas. El arbusto es muy abundante en la zona del Alto Paraná, en la provincia de Misiones donde crece cercano a los cursos de agua. Es una especie arbórea de la Mata Atlántica, por lo que lo encontramos también en Brasil, Paraguay y Uruguay.

Por destilación por arrastre de vapor de hojas frescas, y posterior secado con sulfato de sodio anhidro se obtuvo una masa resinosa. El extracto alcohólico de dicha masa se

sometió a análisis espectrofotométrico en un espectrofotómetro Camspec (R.U.). El extracto clorofórmico se sembró en placa de silica gel (Merk). Las lactonas se extrajeron de 100 g de polvo de hojas con cloroformo. El concentrado se sembró en placa de silica gel usando benceno: acetona (4:1) como eluyente.

El eluyente tolueno:acetato de etilo (93:7) permitió identificar por el Rf y el color de la mancha, la presencia de borneol, geraniol, linalool, cineol, timol, citronelal y miristicina en las corridas de capa delgada del extracto clorofórmico. El contenido en aceite esencial en las hojas extraído por este método fue del 15,6 %. Se encontraron cuatro lactonas, las que se identificaron por su Rf.

Palabras clave: Aceites esenciales, lactonas, Calyptranthes concinna, Mirtáceas.

INTRODUCCION

Calyptranthes concinna es un arbusto aromático de 2 a 3 metros de altura, de follaje persistente, hojas simples, enteras, opuestas, con pecíolo corto que cuando se las trocea exhalan un agradable aroma. La fabricación de perfumes es una industria millonaria. Material perfumado como los aceites esenciales se utiliza directamente no solo en perfumes y cosméticos, también son esenciales para la manufactura de jabones, desodorantes, para proveer de olor agradable a los líquidos limpiadores, ceras e insecticidas. Es también de interés el investigar la presencia de lactonas, debido a la variada e interesante acción biológica que poseen: algunas son citotóxicas, otras antitumorales, analgésicas e inhibidoras del crecimiento bacteriano. Dentro del programa "Utilización sustentable del monte misionero: productos no maderables del bosque", se ha comenzado un estudio de las características químicas de algunas especies autóctonas que puedan presentar un interés comercial. En este contexto es que se han estudiado los componentes del aceite esencial de *Calyptranthes concinna*.

MATERIALES Y METODOS

Se recogieron 250 g de hojas frescas y se extrajo el aceite esencial por arrastre con vapor, el que fue secado con sulfato de sodio anhidro, obteniéndose una masa resinosa. El extracto alcohólico fue también sometido a análisis cromatográfico en placas de silica gel donde fue comparado con los aceites esenciales de quenopodio, eucaliptos, clavo de especia, romero, anís, y tomillo. Los solventes empleados en la cromatografía fueron: tolueno /acetato de etilo (93:7); diclorometano y cloroformo / benceno (75:25).

Finalizada la corrida, las placas fueron secadas y se revelaron con vainilla / ácido sulfúrico, a continuación se calentaron a 110°C y se evaluaron en el visible (Domínguez, 1973; Harborne, 1973)

Para determinar la presencia de grupos funcionales alcohólicos se trató la muestra con sulfuro de carbono y KOH. Para el grupo carbonilo de aldehídos y cetonas se trató la muestra con 2,4 – dinitrofenilhidracina; la presencia de grupos insaturados se comprobó con $KMnO_4$ y con agua de bromo, para investigar la presencia de grupos aromáticos se trató la muestra con formaldehído y H_2SO_4 (Lawrence, 1971).

Paralelamente a la extracción por arrastre de vapor, se efectuó una extracción secuencial con cuatro solventes utilizados en el orden de menor a mayor polaridad.

Doscientos cincuenta gramos de hojas secas pulverizadas se dejaron en contacto con hexano durante 24 horas, de forma que el solvente cubría totalmente el material vegetal. A continuación se decantó completamente el hexano de las hojas. Las hojas fueron inmersas entonces en cloroformo, dejándolas en el solvente 24 horas. Se recogió el cloroformo y las hojas se extrajeron con acetato de etilo durante el mismo tiempo y finalmente con metanol. Cada uno de los solventes fue recogido, evaporado y el extracto seco fue redisuelto en metanol. Estos extractos metanólicos fueron utilizados para efectuar un análisis espectrofotométrico por barrido entre las longitudes de onda 210 y 350 nm y para la separación y análisis de sus componentes por CCD, sobre una placa de silica gel, utilizando como eluyente tolueno / acetato de etilo (93:7), revelando las placas por pulverización con vainilla / ácido sulfúrico. Una vez las placas reveladas se calculó el Rf de las manchas y se anotó su color (Wagner, 1984).

En el procedimiento para la extracción de las sesquiterpenlactonas se utilizaron 100 g de hojas secas y molidas a las que se les agregó 500 mL de $CHCl_3$ y se dejó reposar durante 20 horas. El extracto clorofórmico fue filtrado y el filtrado evaporado a sequedad, resultó en una masa resinosa que fue disuelta en 250 mL de etanol al 95%. Una vez disuelto se adicionaron 250 mL de solución acuosa de acetato de plomo al 4% para precipitar los compuestos más polares. La solución filtrada se concentró al vacío y se extrajo tres veces con 75 mL de cloroformo cada vez, se reunieron los extractos clorofórmicos, se seco y concentró la solución. (Fraga, 1992). El extracto concentrado se sembró sobre placas de silica gel G utilizando benceno /acetona (4:1) como eluyente, y revelando la placa seca con vapores de yodo (Rodríguez, 1978; Mango et al., 1990).

Para determinar la composición cuantitativa del aceite esencial se efectuó un extracto metanólico de 10 g de hojas secas durante 20 horas a temperatura ambiente seguido de 4 horas de extracción a reflujo. Una vez evaporado el metanol se pesó la cantidad de aceite esencial extraído por este método.

RESULTADOS

La absorción intensa entre 225 y 350 indicó la presencia de compuestos insaturados y aromáticos en el extracto.

Las reacciones de color y precipitación utilizadas para la determinación de grupos funcionales confirmaron la presencia de grupos alcohólicos y de núcleos aromáticos en el extracto metanólico.

De los eluyentes utilizados para la corrida cromatográfica, con el que se consiguió mejor resolución fue tolueno / acetato de etilo (93:7); con éste se pudieron identificar por el Rf y el color de la mancha algunos componentes del extracto obtenido por arrastre con vapor: se determinaron 9 manchas además de la del origen, con el hexano se determinaron 14 manchas, en todos los casos solo algunas de ellas fueron identificadas. Los resultados se resumen en los cuadros 1 al 5. En ellos se observa que la extracción por arrastre con vapor (Figura 3) es la que muestra el mayor número de manchas.

En la cromatografía de las sesquiterpenlactonas reveladas con vapores de yodo se identificaron 5 manchas, una de ellas muy extensa. El contenido en aceite esencial de las hojas extraído con metanol fue del 15,6 %.

Cuadro n°1 Composición del cromatograma del extracto obtenido por arrastre con vapor

Rf	Color	Nombre del compuesto
Origen	Rojiza	No identificada
0,13	Amarilla	No identificada
0,23	Azul	Borneol
0,25	Azul	Geraniol
0,31	Violeta	Linalool
0,40	Azul/verde	Cineal
0,50	Rosa	Timol
0,63	Azul	Citronelal
0,76	Rojo/marrón	Miristicina

Cuadro n° 2 Composición del cromatograma del extracto obtenido con hexano

Rf	Color mancha	Nombre del compuesto
0,03	Violeta	No identificada
0,22	Azul	Borneol
0,26	Rosa Pálido	No identificada
0,32	Violeta	Linalool
0,41	Azul	Cineal
0,52	Azul	Isomentona
0,60	Rosa Pálido	No identificada
0,63	Azul	Citronelal
0,76	Rojo marrón	Miristicia

Cuadro n° 3. Composición del cromatograma del extracto obtenido con cloroformo

Rf mancha	Color	Nombre del compuesto
0,071	Negro	No identificada
0,107	Gris	No identificada
0,32	Violeta	Linalool
0,38	Morado	No identificada
0,60	Rosa	No identificada
0,93	Rosa/violeta	No identificada

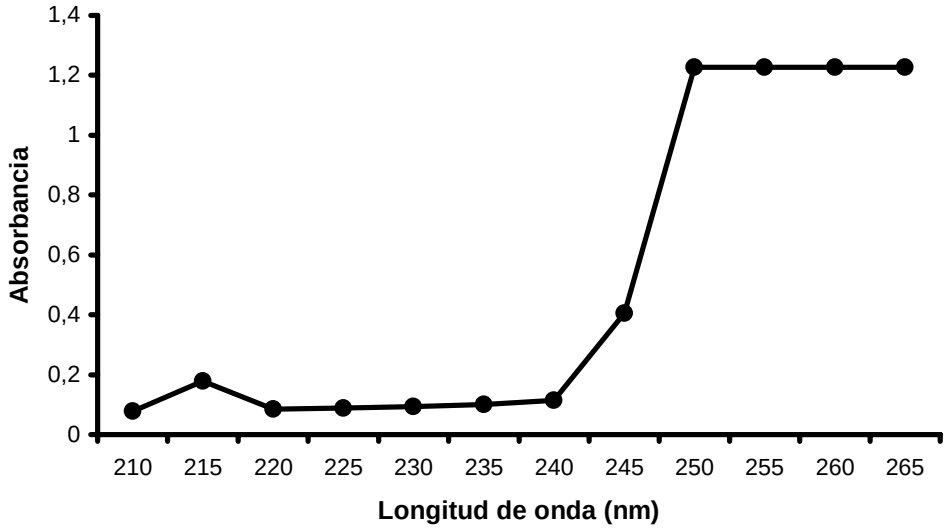
Cuadro n° 4. Composición del cromatograma del extracto obtenido con acetato de etilo

Rf mancha	Color	Nombre del compuesto
0,319	Rojo violeta	No identificada
0,425	Rojo fuerte	No identificada
0,509	Rosa	Timol
0,52	Azul	Isomentona
0,62	Rosa	No identificada
0,76	Rojo marrón	Miristicina

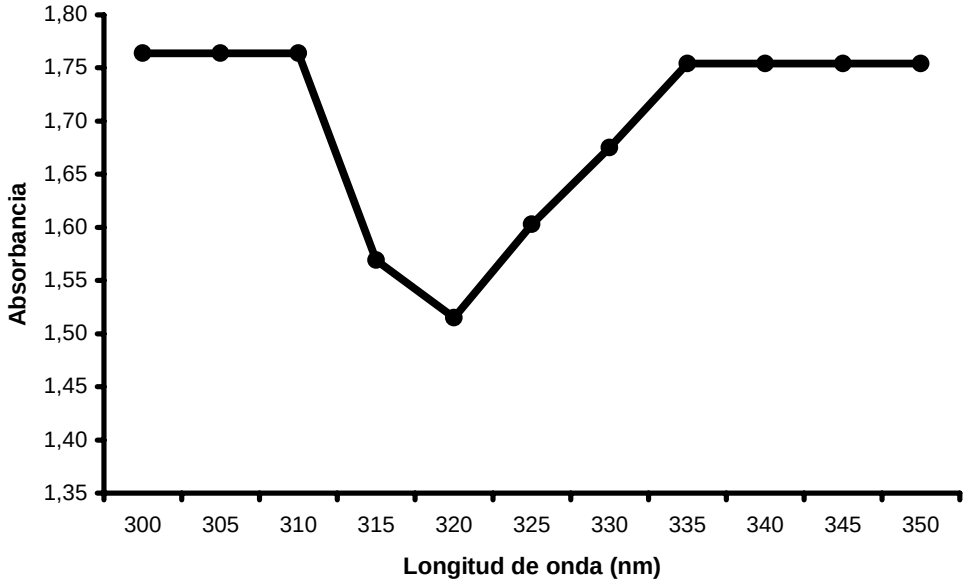
Cuadro n° 5. Composición del cromatograma del extracto obtenido con metanol

Rf mancha	Color	Nombre del compuesto
0,157	Azul/verde	No identificada
0,235	Azul	Borneol
0,28	Rosa	No identificada
0,35	Violeta	Linalool
0,53	Azul	Isomentona

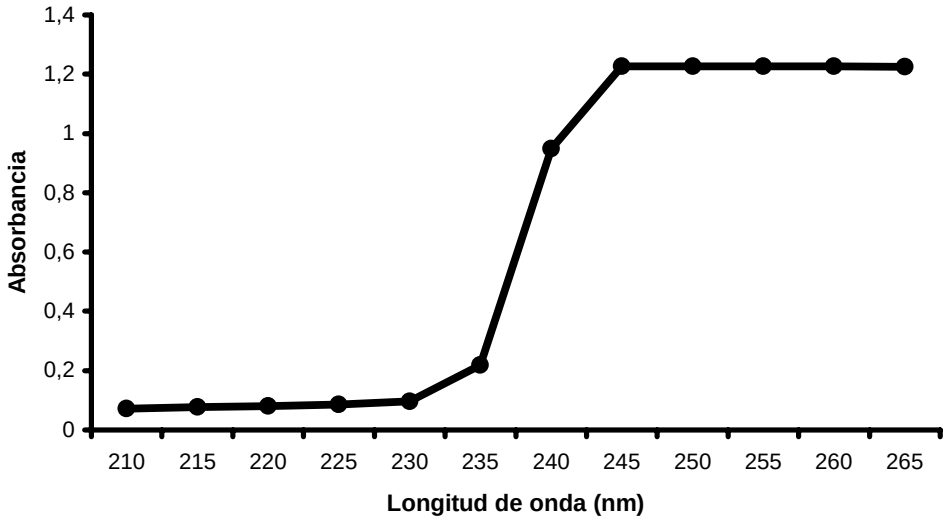
Valores de absorbancia de un extracto con acetato de etilo de aceites esenciales



Valores de absorbancia para el extracto metanolico de aceites esenciales



Valores de absorbancia de los aceites esenciales de un extracto clorofórmico



Valores de absorbancia de los aceites esenciales de un extracto con hexano

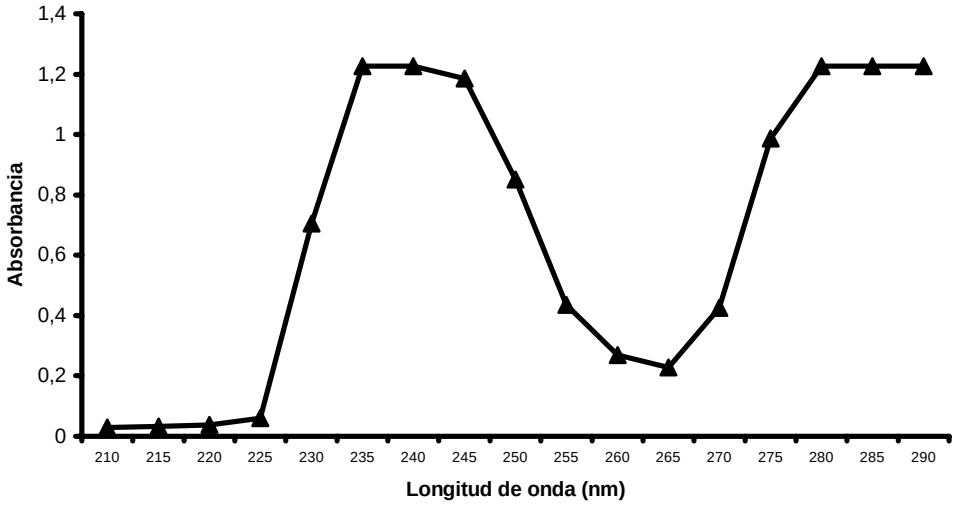


Figura 1. Lactonas

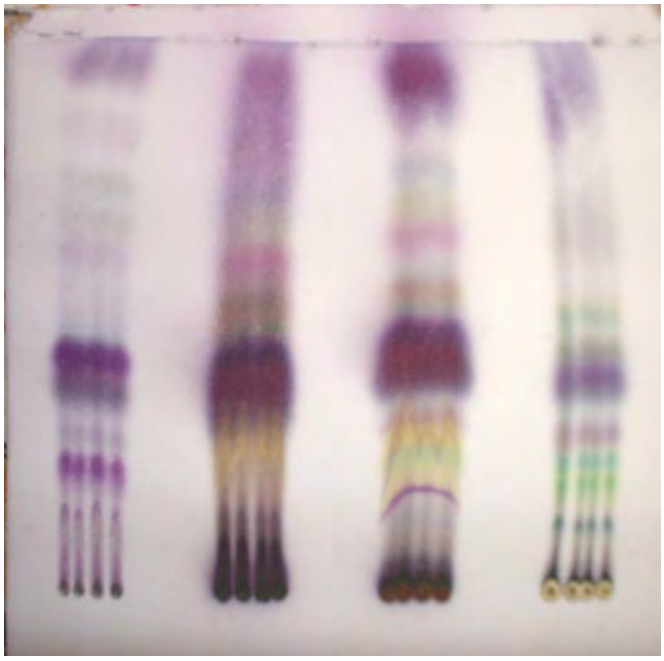


Figura 2. Aceites Esenciales.
De izquierda a derecha: extracción con hexano, cloroformo, acetato de etilo y metanol

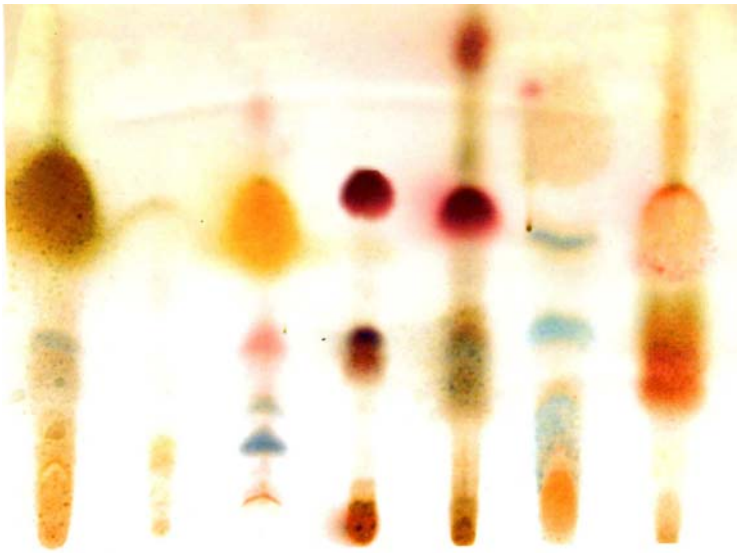


Figura 3. Aceites esenciales. De izquierda a derecha: quenopodio, eucaliptos, clavo de especia, *Caliptranthes concinna*, romero, anís y tomillo

BIBLOGRAFÍA

DOMINGUEZ, X.A. 1973. Métodos de investigación fotoquímica. Limusa –Wiley, México.

FRAGA, B.M. 1992. Natural sesquiterpenoids. Nat. Prod. Reports, 9 : 217 – 241.

FRAGA, B.M. 1992. Natural sesquiterpenoids. Nat. Prod. Reports, 9 : 557 – 580.

HARBORNE, J.B. 1973. Phytochemical Methods. Chapman and Hall, ed. London.

LAWRENCE, B.M. 1971. Techniques used in essential Oil Analysis. Can. Inst. Food Technol. J. 4 : A44-A48

MANGO, R.; Chavez, J.; Lock de Ugaz, O.; Holstein, U.; Duesler, E. 1990. Sesquiterpene guaiol from Lepechinia meyenii. Rev. Latinoamer. Quim. 21 : 63 – 66

RODRIGUEZ, E. 1978. Allergenic and Irritant Plant Constituent. Rev. Latinoamer. Quim. 9 : 125 – 131.

RODRIGUEZ, E. 1977. Sesquiterpene lactones: Chemotaxonomy, Biological Activity and Isolation. Rev. Latinoamer. Quim. 8 : 56 – 62.

WAGNER, H.; Bladt, S.; Zgainski, E.M. 1984. Plant drug analysis. A Thin Layer Chromatography. Springer –Verlag ed. Berlin.

PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN EL CHACO SEMIÁRIDO
NON-WOOD FOREST PRODUCTS IN SEMI-ARID CHACO

Giménez, A[1]
Ríos, N.[2]
Hernández, P.[3]
Gerez; R.[4]
Mateu, H.[5]

[1] Dr. Ing. Ftal. Profesor Titular Dendrología- FCF-UNSE.- Jefe del Área PFNM, PIARFON.
E mail: amig@unse.edu.ar
[2] MsC Ciencias Forestales – Profesor Cátedra Dasometría- FCF-UNSE. Coordinador Técnico PIARFON-
E-mail: nar@unse.edu.ar
[3] Ing. Forestal- Area PFNM, PIARFON-hernandez_patricia03@yahoo.com.ar
[4] Estudiante Ingeniería Forestal- Área PFNM, PIARFON- FCF-UNSE- ulluas@yahoo.com.ar
[5] Estudiante Ingeniería Forestal, PIARFON- FCF-UNSE. matiasbartel@yahoo.com.ar

SUMMARY

Non-Wood Forest Products (NWFP) are defined by the FAO like goods of biological origin (different from the wood, the firewood and the vegetal coal) and the services offered by the forests, other areas and trees outside forests".

Potential NWFP for the locality Santos Lugares, Alberdi department, are analysed, within PIARFON Project.

It initiated with a survey to rural population on product use of the forest. Informed on: fruits of mount; medicinal plants; manufactures and leather crafts, crafts several, carpentry. Resource inventory of vegetal biodiversity were made Parque Los Quebrachos.

It was consulted to Data Base of NWFP (Direction of Native Forest Resources, Argentina). NWFP were classified in 7 categories: food, artisan, animal food, medicinal, ornamental, biochemical products, and colorants. Of inventoried species, 41 appear in the data base: 21 colorant use, 26 biochemical products; 23 food products; 9 artisan; 20 sp. animal food, 27 medicinal use; 16 ornamental plants.

Key words: Non-Wood Forest Products, Semi-arid Chaco

RESUMEN

Los productos forestales no madereros (PFNM) son definidos por FAO como *"los bienes de origen biológico (distintos de la madera, la leña y el carbón vegetal) y los servicios brindados por los bosques, otras áreas forestales y los árboles fuera de los bosques".*

Se analiza PFNM potenciales para la localidad Santos Lugares, departamento Alberdi, en el marco Proyecto PIARFON.

Inició el trabajo con una encuesta a pobladores rurales sobre uso de productos del bosque. Informaron sobre: frutos del monte, plantas medicinales, manufactura y artesanías en cueros, artesanías varias, carpintería.

Se realizaron tareas de inventario de la biodiversidad vegetal. Se consultó a la Base de Datos de PFNM, cedida por la Dirección de Recursos Forestales Nativos (Argentina). Se clasificó los PFNM en 7 categorías: alimenticio, artesanal, forrajero, medicinal, ornamental, productos bioquímico, tintóreo.

De las especies inventariadas 41 figuran en la base de datos: 21 son de uso tintóreo, 26 de productos bioquímicos; 23 de productos alimenticios; 9 artesanal; 20 forrajeras, 27 medicinal; 16 ornamental.

Palabras clave: Productos forestales no madereros, Chaco Semiárido

INTRODUCCIÓN

Los productos forestales no madereros (PFNM) son definidos por FAO como *"los bienes de origen biológico (distintos de la madera, la leña y el carbón vegetal) y los servicios brindados por los bosques, otras áreas forestales y los árboles fuera de los bosques".*

Existe una gran variedad de productos y servicios forestales no madereros que difieren en cuanto a su origen, naturaleza y características. Su conservación y manejo, por una parte, sus roles socioeconómicos para la utilización y comercio, por otra, presentan un conjunto complejo de problemas y potenciales (FAO, 1994, 95). Desde tiempos inmemoriales, estos productos y servicios han contribuido enormemente al bienestar y al progreso de la humanidad (Melo Araujo, 2003).

La Facultad de Ciencias Forestales, UNSE desarrolla el Proyecto PIARFON en el CHACO SEMIÁRIDO, denominado **Estudio de los Sistemas Productivos en Montes Nativos Explotados en el Parque Chaqueño subregión Chaco Semiárido",** convocado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y financiado por el Banco Mundial. En dicho marco desarrolla el tema PFNM.

Es objetivo del trabajo:

- Obtener un listado de especies con un **potencial de uso no maderero**
- Analizar desde el punto de vista de su uso, ecológico, y de mercado, las especies que resulten promisorias por su abundancia y contenido de principios activos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en la localidad de Santos Lugares, departamento Alberdi, en el marco Proyecto PIARFON, con la colaboración de los integrantes de Unión de Pequeños Productores del Salado Norte (UPSAN).

El trabajo constó de dos etapas:

1- Relevamiento a través del sistema de encuestas a los pobladores de la zona.
2- Censo de vegetación e inventario de diversidad vegetal

1.- Relevamiento a través del sistema de encuestas a los pobladores de la zona en referencia al uso de Productos del bosque. Las mismas fueron analizadas para obtener un diagnóstico de los pobladores en referencia al tema tratado. Los encuestados informaron sobre: frutos del monte; plantas medicinales; manufactura y artesanías en cueros, artesanías varias, carpintería.

2.- Censo de vegetación e inventario de diversidad vegetal
Se realizaron tareas de inventario de la biodiversidad vegetal en el predio Parque Los Quebrachos.

RESULTADOS

Se clasificó los PFNM en 7 categorías generales: uso alimenticio, artesanal, forrajero; medicinal, ornamental, productos bioquímico, tintóreo.

Dentro de los **Usos Alimenticios** se consideran aquellos que se obtienen en forma directa, como así también los que requieren algún tipo de elaboración. Este mismo criterio se utilizó para los usos **Medicinales**.

Dentro de la categoría **Usos Artesanales**, se consideró todas aquellas especies que potencialmente puedan ser utilizadas con fines textiles, y aquellas de las cuales se pueda utilizar las ramas para realizar utensilios de cocina, objetos decorativos, etc.

Como especies con **Usos Ornamentales** se incluyeron aquellas que la bibliografía cita como tales en función de su posible uso en arbolado urbano, por la belleza de su follaje o flores.

La categoría de **Productos Bioquímicos** es la más amplia ya que dentro de él se consideraron todas aquellas sustancias o compuestos químicos que puedan ser utilizados en forma directa o indirecta, es decir si requieren algún tipo de transformación: látex, gomas, resinas, taninos, etc.

Y por último el **Uso tintóreo** que se le puede dar a algunas de las especies presentes, sólo es potencial, ya que los pobladores de la zona actualmente usan tintes químicos.

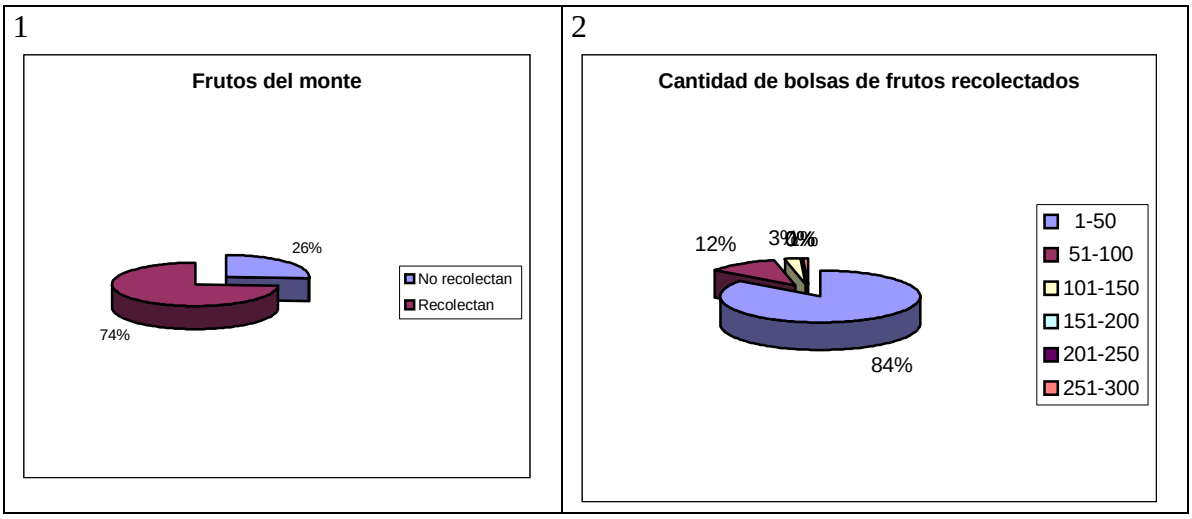
Se realizó una revisión bibliográfica sobre las especies presentes en el Parque Los Quebrachos, a fin de tener un mayor conocimiento de sus potenciales usos. Esta se llevó a cabo tanto en la bibliografía existente en la cátedra como en sitios de Internet, pero la mayor parte de la información recopilada se obtuvo de la Base de Datos de PFNM, cedida por la Dirección de Recursos Forestales Nativos (2002). Esta información fue procesada a fin de obtener conclusiones sobre la mayor o menor importancia de la utilidad de las especies, desde le punto de los PFNM.

1. ENCUESTA a los pequeños productores de la UPSAN

Los pobladores de la UPSAN, Santos Lugares informaron sobre**:**
Frutos del monte
Especies medicinales
Manufactura y artesanías: cueros, artesanías varias, carpintería

- **Frutos del monte**

Los pobladores recolectan frutos de algarrobo blanco, algarrobo negro, mistol, vinal, clasificados según el número de bolsas por año (Gráfico 1 y 2)



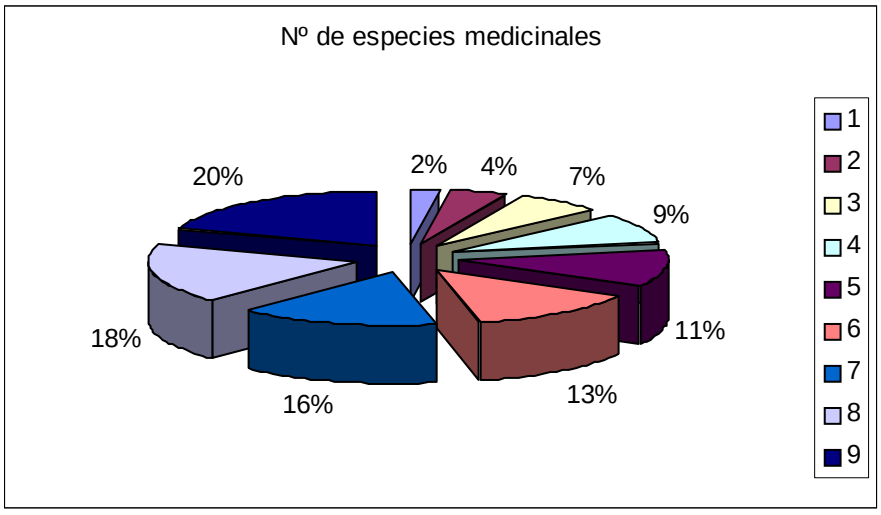
Graf 1.- Cantidad de familias que recolectan frutos. *Amount of families who collect fruits.* *Graf.* 2- Porcentaje de bolsas recolectadas anualmente. *Percentage of bags collected annually.*

Especies medicinales: en la zona se usan plantas con fines medicinales expresadas en Tabla 1:

Tabla 1

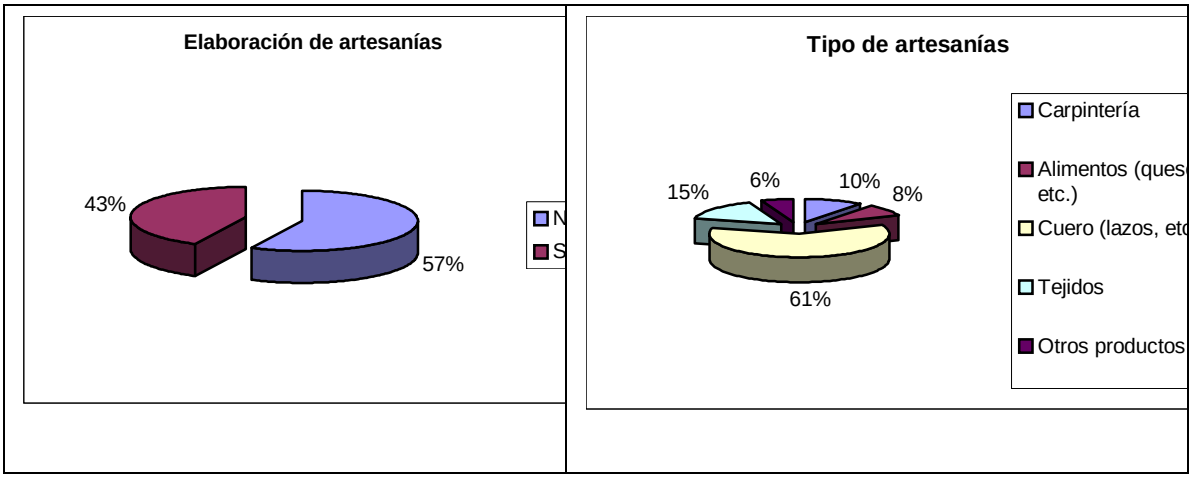
Poleo	Jarilla	Aloe
Ruda	Salvia	Zarzaparilla
Vinal	Sombra de toro	Mistol
Tusca	Quebracho colorado	Quimpi
Paico	Flor de lucero	Palo azul
Atamisqui		

Como se utilizan diferentes productos medicinales, la mayoría de las propiedades contestaron que lo recolectan todo el año y sólo cinco en el verano. En Graf. 3 siguiente se indica la cantidad de especies medicinales empleadas por los propietarios.



Graf 3- *Porcentaje de plantas medicinales usadas por familia. Percentage of medicinal plants used by family*

Manufactura y artesanías: incluye los trabajos artesanales en cueros, artesanías varias, carpintería. Los pobladores en un 57% hacen artesanías con los diferentes productos del bosque según se indica en la Figuras siguientes.



Graf. 4.- Porcentaje de familias que elaboran artesanías. Percentage of families who elaborate crafts. Graf. 5.-Tipo de artesanías. Graf. 5. - Crafts type

De las especies inventariadas en la zona, 41 figuran en la base de datos de las cuales: 21 son de uso tintóreo, 26 de productos bioquímicos; 23 de productos alimenticios; 9 artesanal; 20 forrajeras, 27 medicinal; 16 ornamental.

CONCLUSIÓN

Se concluye que es amplia la nómina de especies de la Región y múltiples los usos y productos que potencialmente se obtienen del bosque chaqueño.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Romero, M. 2001. Productos Forestales No Madereros en América Latina. FAO. Chile. 206 p

FAO, 1994. PFNM- Memoria - Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. Argentina. Cristina Résico, Dirección de Recursos Forestales Nativos, Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano. Chile.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations .1995. NON-WOOD FOREST PRODUCTS 6. Gum, resin and latexes of plant origin. J. Coppen. 139 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 1995. NON-WOOD FOREST PRODUCTS 3. Report of the International Expert Consultation on Non-Wood Forest Products. 462 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 1995. NON-WOOD FOREST PRODUCTS 4. Natural Colorants and dyestuffs. 115 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 1995. NON-WOOD FOREST PRODUCTS 1. Flavours and fragances of plant origin. J. Coppen. 101 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations 1995. NON-WOOD FOREST PRODUCTS 2. Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin. 61 p.

FAO. 1995. Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry 7**.** 127 p.

Base de Datos sobre Productos Forestales No Madereros de Especies Nativas. Programa Productos Forestales No Madereros- Base de Datos Dirección de Recursos Forestales Nativos. Coord. Ressico, C. 2002.

MELO ARAUJO, S. 2003. PFNM. Situación de los productos forestales no madereros en América Latina y el Caribe. Representante Regional para América Latina y el Caribe

BIODIVERSIDAD VEGETAL EN EL CHACO SANTIAGUEÑO

CHACO SANTIAGUEÑO FLORA DIVERSITY

Giménez, A[1]
Ríos, N.[2]
Hernández, P.[3]
Gerez, R.[4]
Carrizo, E.[5]
Palacio, M[6]
Bartel, M[7]

[1] Dr. Ing. Ftal. Dendrología- FCF-UNSE.- Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON. E mail: amig@unse.edu.ar
[2] MsC Ciencias Forestales. Dasometría- FCF-UNSE. Coordinador Técnico PIARFON- E mail: nar@unse.edu.ar
[3] Ing. Forestal- Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON-hernandez_patricia03@yahoo.com.ar
[4] Estudiante Ingeniería Forestal- Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON- FCF-UNSE- ulluas@yahoo.com.ar
[5] Ing. Agr.- FAIA-UNSE- Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON-
[6] Ing. Agr.- FAIA-UNSE- Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON-
[7] Estudiante Lic. Ecología- Ayudante de Investigación. Área Biodiversidad Vegetal, PIARFON- FCF-UNSE. matiasbartel@yahoo.com.ar

SUMMARY

Loss of diversity as a result of the human activities, of direct or indirect way is one of environmental problems that are provoked greater worldwide interest.

Vegetal biodiversity inventory is developed in Santos Lugares, Alberdi Department, Santiago del Estero, PIARFON project.

In Parque Los Quebrachos were determined 32 units of sampling of 10*100 m for the forest inventory, with 5 sub parcels of 2*2 m for shrubs and 5 sub parcels of 20*50 cm for herbaceous.

Were determined parameters of abundance, specific wealth, Margalef, Shanon-Weiner Index.

Were present 152 species, classified according to Biotypes proposed by Dansereau: 8 were trees, 4 tree/shrub, 34 shrubs, 10 plants succulent, 7 climbers, 79 herbaceous, 1 palm, 3 parasitic and 6 sub shrubs. Plants are classified by consistency in ligneous, succulent and herbaceous.

Key words: biodiversity, plant, Santiago del Estero

RESUMEN

Uno de los problemas ambientales que ha suscitado mayor interés mundial es la pérdida de la diversidad como consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa o indirecta.

Se desarrolla en Santos Lugares, Departamento Alberdi, Santiago del Estero, en el marco del PIARFON un inventario de biodiversidad vegetal. En Parque Los Quebrachos se determinaron 32 unidades de muestreo de 10*100 m para el inventario forestal, con 5 subparcelas de 2*2 m para arbustivas y 5 subparcelas de 20*50 cm para herbáceas. Se determinaron parámetros de abundancia, índice de riqueza específica, Margalef, Shanon-Weiner.

Se contabilizaron: 152 especies, clasificadas según los Biotipos propuestos por Dansereau. Se determinaron 8 sp. arbóreas, 4 árbol/arbusto, 34 arbustos, 10 plantas crasas, 7 enredaderas, 79 herbáceas, 1 palmera, 3 parásitas y 6 subarbustos. Por la consistencia se clasificaron las plantas en leñosas, crasas y herbáceas.

Palabras claves: biodiversidad, vegetal, Santiago del Estero

INTRODUCCIÓN

La República Argentina es uno de los países con mayor variedad de eco-regiones del mundo: dieciocho zonas continentales y cuatro áreas oceánicas están representadas en su territorio. Cinco de ellas se encuentran exclusivamente en la Argentina y ocho han recibido la máxima clasificación de prioridad de conservación (WWF-BM, 1995).

Los bosques y selvas argentinas son los ambientes que contienen la mayor variedad de especies vegetales y animales autóctonas. De ellos dependen cientos de especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y millares de invertebrados y plantas que merecen ser conservados por su belleza y por el papel que juegan en los ecosistemas. Esta diversidad de ecosistemas se relaciona con una alta diversidad específica: 9.000 especies de plantas superiores (Argentina se ubica en el puesto 17º entre los países con la mayor diversidad de plantas, siendo entre el 25 y el 30 % de ellas endémicas).

Las regiones boscosas que más sufrieron la alteración de los recursos boscosos han sido el Espinal, el Monte y el Chaco Occidental, seguidas por las demás eco-regiones (Cozzo, 1992).

Argentina es signataria del Convenio sobre **Diversidad Biológica**, habiendo ratificado el mismo por Ley 24.375. Los recursos biológicos constituyen un capital con un gran rendimiento potencial de beneficios sostenibles. La estimación de la biodiversidad es la medida de la heterogeneidad de un sistema complejo, cantidad y proporción de los diferentes elementos que lo integran.

Dado el dominio que ejerce la sociedad humana sobre el mundo natural hoy en día está en condiciones de poner en peligro su propia existencia y la de muchas otras especies, cambiar la manera de utilizar los recursos naturales no es fácil, hace falta información científica y tecnológica, pero sobre todo se necesita un cambio cultural. En condiciones de aculturación la única posibilidad de retorno es un esfuerzo consciente, educativo para volver apreciar la naturaleza y recomponer su lugar (Halffter, 1992).

Un aspecto importante en los bosques es que una proporción significativa de las especies encontradas en estudios de comunidades vegetales es representada por uno o muy pocos individuos (**Magurran, 1989)**. Tales especies, son tan importantes como las comunes en la determinación de la riqueza y diversidad de la comunidad, y dentro del contexto de la conservación de la biodiversidad, son hasta más importantes que las comunes (Meffe, Carroll, 1997).

Es objetivo del trabajo:

Analizar la biodiversidad vegetal en la Localidad de Santos Lugares, Departamento Alberdi, Santiago del Estero y caracterizarla en función de estratos de vegetación y consistencia de las plantas.

MATERIAL Y MÉTODO

El sitio de estudio es el Parque de Los Quebrachos, en la localidad Santos Lugares, Departamento Alberdi, Santiago del Estero. Es una propiedad de 39 has con una clausura de **20** años.

La Facultad de Ciencias Forestales, UNSE desarrolla el Proyecto PIARFON en el CHACO SEMIÁRIDO, denominado **Estudio de los Sistemas Productivos en Montes Nativos Explotados en el Parque Chaqueño subregión Chaco Semiárido",** convocado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y financiado por el Banco Mundial. En dicho marco se desarrolla el tema Biodiversidad.

El inventario de biodiversidad vegetal se realizó a partir de 6 campañas a Santos Lugares entre febrero a julio 2004. En las mismas se efectuaron colectas intensivas de las especies leñosas y herbáceas presentes.

Se determinaron en 7 lotes de diferente superficie, 32 unidades de muestreo de 10*100 m para el inventario forestal, dentro de cada una de ellas 5 subparcelas de 2*2 m para arbustivas y 5 subparcelas de 20*50 cm para herbáceas.

Sobre la base de los datos obtenidos se determinaron parámetros de abundancia, índice de riqueza específica, Margalef, Shanon-Weiner. Además se clasificó la vegetación por su consistencia y por estratos según Dansereau.

RESULTADOS

El bosque en estudio tiene una estructura que diferencia hasta 4 pisos en el bosque original:

- Un *estrato herbáceo y gramíneo*, que forma una cobertura completa pero no muy tupida. Aquí se encuentra el chaguar.
- Un *piso arbustivo*, es decir un fachinal de 3-4 y hasta 5 m de altura, que en general cubre toda la superficie.
- Un *piso arbóreo inferior*, formado por especies secundarias como *Ziziphus mistol, Prosopis ruscifolia, Cercidium praecox, Prosopis nigra, Geoffroea decorticans,* con alturas de 6 a 8 metros, excepcionalmente 10 m.
- Un *piso arbóreo superior* formado por *Schinopsis lorenzii* (quebracho colorado) *y Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) y con alturas de 12 a 20 m.

En la **tabla Nº 1** se indican los Índices que caracterizan la comunidad vegetal: abundancia, índice de riqueza específica, Margalef, Shanon-Weiner.

Tabla Nº 1: Índices de Biodiversidad- *Biodiversity Index*

Riqueza específica (S)	73
N	1784

Shanon-Weiner.	3.28
Margalef	72.86

La **Riqueza específica (*S*)** es la cuantificación del número total de especies presentes. En el Parque los Quebrachos se analizó ***S*** en general y por estratos discriminados por lotes.

En el **gráfico Nº 1** se resume ***S*** para los 7 Lotes; es máxima en el bosque perteneciente al Lote 2, el cual se considera de testigo.

En los Lotes 5 y 6 sólo se contabilizó el estrato herbáceo ya que el número de árboles es muy bajo. La riqueza específica para el predio es de **152 especies. Este dato es fuera de censo.**

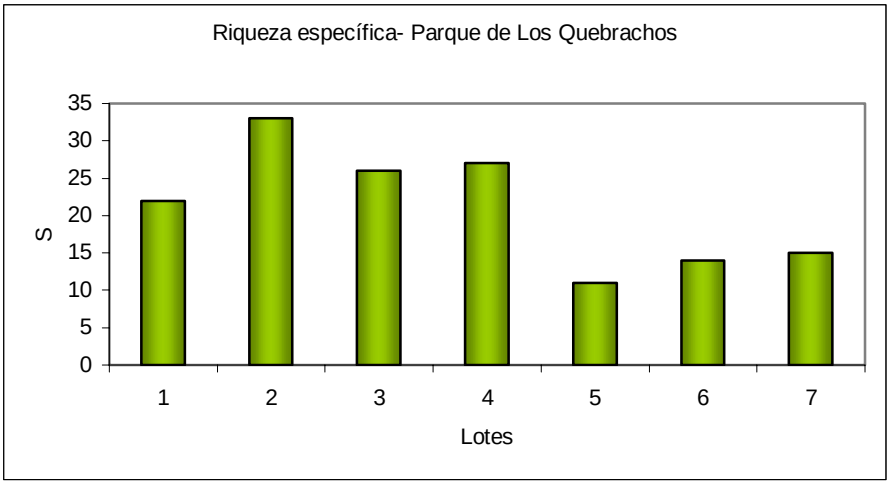


Gráfico Nº 1: Riqueza Específica- *Specific richness*

Si se analiza ***S*** por estrato y por lote: los lotes del 1-4 son bosques, con una mayor riqueza de árboles en el Lote 2. Para el estrato arbustivo ***S*** es máxima en el Lote 2, y en el herbáceo es mayor la riqueza en el Lote 6, esto lo muestra el **gráfico Nº 2**.

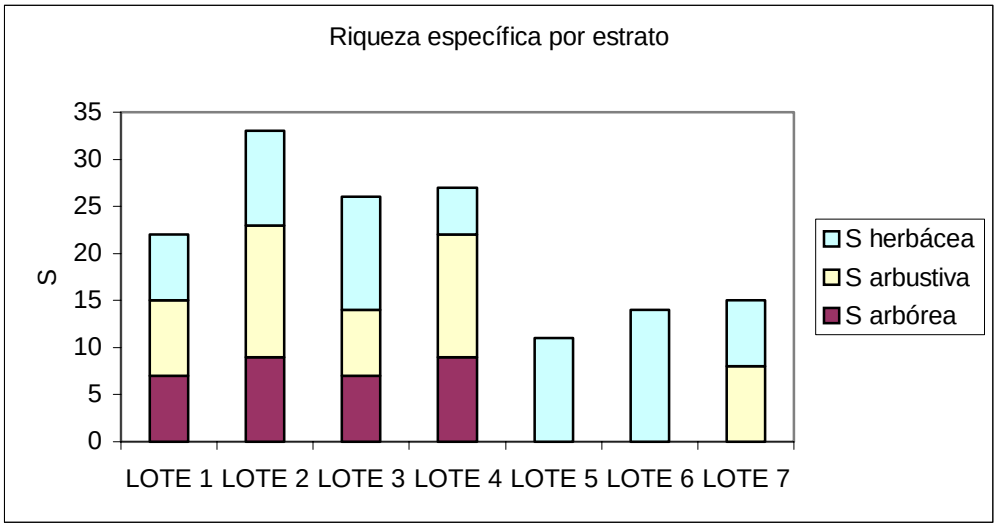


Gráfico Nº 2: Riqueza específica (S) por estrato y por lote- ***Specific richness (S) by layer and lot***

El Gráfico Nº 3 muestra la relación entre los diferentes estratos de vegetación, en porcentaje de individuos por hectárea.

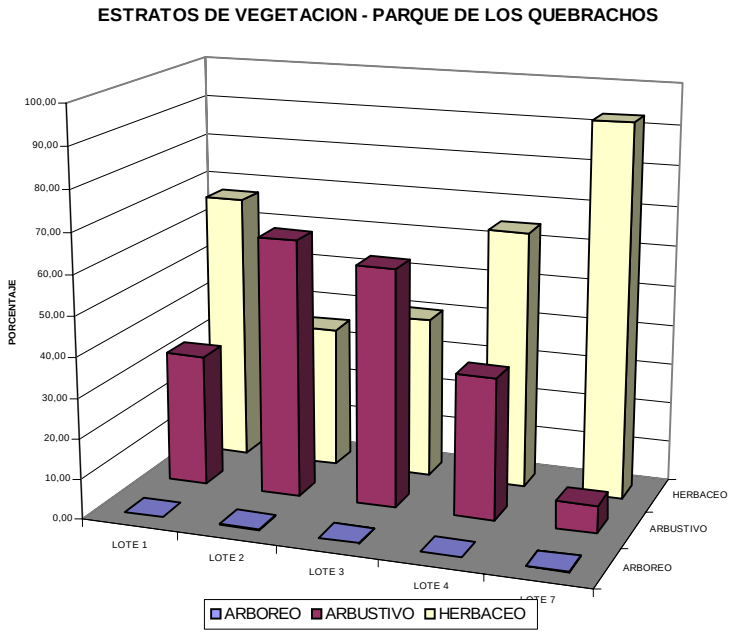


Gráfico Nº 3: Porcentaje de individuos por hectárea en los diferentes estratos de vegetación en Parque de los Quebrachos. *Percentage of individuals by hectare in the different layers from vegetation Parque Los Quebrachos.*

El estrato herbáceo contiene mayor cantidad de individuos en los Lotes, lo cual es lógico ya que el tamaño de sus individuos es menor. En los Lotes 5 y 6 sólo se tomaron datos de especies herbáceas y por ello no se incluyen en el gráfico anterior. Los resultados de los lotes 1, 4 y 7 son los previsibles teniendo en cuenta que son ambientes poco alterados; el Lote 1 fue desarbustado pero indudablemente recuperó su estrato arbustivo rápidamente. Los Lotes 3 y 4 se consideran los ambientes menos alterados y allí es evidente la predominancia de arbustos, lo cual es tal vez un impedimento para la presencia de mayor cantidad de especies herbáceas.

Los especimenes vegetales fueron clasificados de acuerdo a los Biotipos propuestos por Dansereau (1957) y se consideró adecuado agregar algunos biotipos a fin de proporcionar una información mas precisa de la vegetación de esta localidad.

Los biotipos considerados son: árbol, arbusto, subarbusto, crasa, enredadera, hierba, palmera, parásita.

En el **gráfico Nº 4** se indica la composición de la vegetación según el criterio tomado, donde se incluyó la serie de *Árboles* o *Arbustos* ya que estas especies pueden presentarse naturalmente de ambas formas.

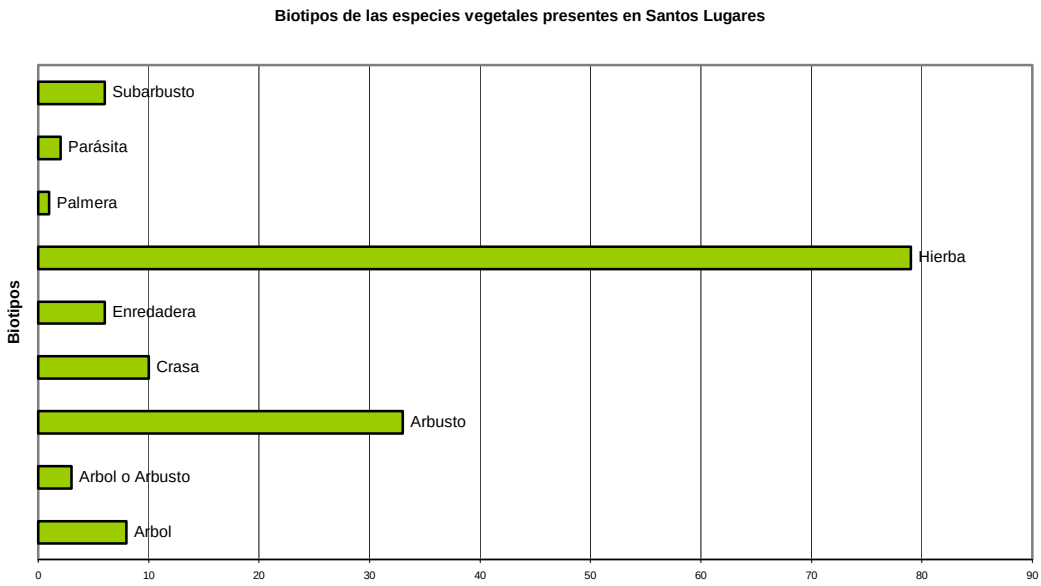


Gráfico Nº 4- Biotipos de las especies del Parque Los Quebrachos.-Santos Lugares. *Biotypes of Parque Los Quebrachos*

Se clasificaron además según su consistencia en plantas leñosas, crasas o suculentas y herbáceas: 43% sp leñosas, 59 5 sp Herbáceas y 7 % sp crasas.

CONCLUSIONES

El sitio es de una diversidad interesante, con un estrato arbóreo bien **representado** y con 8 biotipos presentes. El estado de conservación ambiental es bueno.

BIBLIOGRAFÍA

Cozzo, D. 1992 Las pérdidas del primitivo paisaje de bosques, montes y arbustiformes de la Argentina con principal referencia a sus territorios áridos y húmedos. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba). Miscelánea 90, 31 p.

Halffter, G. 1992**.** La diversidad biológica de Iberoamérica I. Instituto de Ecología, AC. México.

Magurran, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. 200 pp.

Meffe, G.; Carroll, C. 1997. Principles of conservation biology. Sinauer Associates Inc.. Sunderland Massachusetts.

WWF-BM, 1995. Una evaluación del estado de conservación de las eco regiones terrestres de América Latina y el Caribe.

PATRONES ESTRUCTURALES Y DISEÑO DE LA CORTEZA DE LOS ÁRBOLES DE LA FAMILIA *BORAGINACEAE* DE LA SELVA MISIONERA.

STRUCTURAL PATTERNS AND DESIGN OF TREE BARKS OF THE FAMILY *BORAGINACEAE* FROM THE SELVA MISIONERA (ARGENTINA).

Grance, Luis Alberto[1]
Bohren, Alicia Violeta [2]
Gartland, Héctor Martín [3]
Kéller, Héctor Alejandro [4]
Dummel, Claudio [5]

[1,2, 3] Ing. Forestal. Docentes de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM.

[4] Ing. Forestal. Graduado adscripto a Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM.

[5] Estudiante adscripto a Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM.

SUMMARY:

The objetive of this work is to determine the structural patterns and design of the trees bark of the family Boraginaceae from the Selva Misionera (Argentina) to be used for field identificatión.

This study contains the macroscopical exomorphological and anatomical aspects of the bark of ***Cordia trichotoma*** (Vell.) Arráb. ex Steud., ***C. ecalyculata*** Vell. and ***Patagonula americana*** L. Three to five samples per specie have been collected, depending on the natural variability in the adult condition, with their correspondent herbarium material. The descriptions consisted in the following bark characteristics: design, rhyitidome colour, the thicknesses of the different parts of the bark, their structure, texture ant the coloration in a green condition, visibility and radium characteristics, periderm and rhytidome. The study of the bark was done adopting the nomenclature and methodology of Rollet (1980, 1982), Junika (1994), Roth (1969, 1981), Gartland (1985) and Bohren et all (2003).

From the data analysis, analogies and differences among the three species have been established, with the aim of establishing particular patterns and characteristics that have been systematized in a dichotomic key, to recognize and differentiate with accuracy the considered species.

Key words: Bark, Structural patterns, Rhytidome, Boraginaceae,

RESUMEN

El objetivo del trabajo es la determinación de patrones estructurales y diseño de la corteza de los árboles de la familia ***Boraginaceae*** de la Selva Misionera (Argentina), para ser utilizados en la identificación a campo.

El estudio comprende los aspectos exomorfológicos y anatómicos macroscópicos de las cortezas de ***Cordia trichotoma*** (Vell.) Arráb. ex Steud., ***C. ecalyculata*** Vell. y ***Patagonula americana*** L. Se han coleccionado 3 a 5 muestras por especie, dependiendo de la variabilidad natural en el estado adulto, con su correspondiente material de herbario. Las descripciones comprendieron las siguientes características de la corteza: el diseño, el color del ritodoma, los espesores de las distintas partes de la corteza, su estructura, textura y coloración en estado verde, visibilidad y características de los radios, peridermis y ritidoma. El estudio de la corteza se realizó adoptándose la nomenclatura y metodología de Rollet (1980, 1982), Junikka (1994), Roth (1969, 1981), Gartland (1985) y Bohren et all (2003).

Del análisis de los datos se han establecido analogías y diferencias entre las tres especies con la finalidad de establecer patrones y características particulares, que se han sistematizado en una clave dicotómica para reconocer y diferenciar con precisión las especies consideradas

Palabras Claves: Corteza, Patrones estructurales, Ritidoma, Boraginaceae,

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes del uso de los patrones estructurales presentes en un corte transversal de la corteza y diseños del ritidoma para la identificación, se inician con los estudios de De Rosario (1953) y se continúan con Wyatt Smith (1954), Rollet (1980-1982), entre otros. Estos patrones, observados a nivel macroscópico, y el diseño del ritidoma, con su correspondiente rango de variabilidad natural, constituyen importantes caracteres de diagnóstico para el reconocimiento de las especies arbóreas a campo.

El estudio comprende los aspectos exomorfológicos y anatómicos macroscópicos de las cortezas de ***Cordia trichotoma*** (Vell.) Arráb. ex Steud., ***C. ecalyculata*** Vell. y ***Patagonula americana*** L.

Este trabajo tiene por objetivo la determinación de patrones estructurales de la corteza de los árboles de la familia ***Boraginaceae*** de la Selva Misionera (Argentina), sintetizados en una clave dicotómica para la identificación a campo de las especies consideradas.

MATERIALES Y METODOS

La recolección de muestras se realizó dentro de la Reserva de Biosfera de Yabotí, ubicado en los Departamentos San Pedro y Guaraní, otros sitios de colección de muestras fueron los Departamentos Iguazú, Eldorado y San Ignacio, todos estos ubicados en la Provincia de Misiones. Se han coleccionado 3 - 5 muestras por especie, a partir de 10 cm de Diámetro a 1,30 metros sobre la superficie del suelo (DAP), altura sobre la cual las muestras fueron extraídas, procediéndose en todos los casos a recolectar el correspondiente material de herbario.

El estudio macroscópico de la corteza se realizó sobre material fresco a ojo desnudo y/o con lente de mano de 10x, realizándose la extracción de las mismas con serrucho y formón. Las muestras extraídas se acondicionaron en bolsas de plástico y/o frascos, correctamente etiquetados, para su posterior estudio y fotografiado en el laboratorio.

Las fotografías del diseño de ritidoma, fueron tomadas con una cámara digital Olympus D-390, en tanto que la correspondiente a la estructura presente en la sección transversal fueron tomados a través de un microscopio trinocular marca Zeiss, conectada a una cámara digital de video marca Sony ExwaveHAD en 10 X.

Para las descripciones se ha utilizado y adaptado la nomenclatura y metodología de Rollet (1980-1982), Roth (1969, 1981), Gartland (1985), Junikka (1994) y Bohren et all (2003), Las mismas se han volcado en planillas y comprendieron las siguientes características: diseño o aspecto del ritidoma, los espesores de las distintas partes de la corteza, la estructura, la coloración en estado verde, la textura, la visibilidad y características de los radios, la presencia de exudados, tipo de floema duro y estratificación.

Del análisis de los datos se han establecido analogías y diferencias entre las tres especies con la finalidad de establecer patrones y características particulares, que se han sistematizado en una clave dicotómica, con la finalidad de identificar y diferenciar con precisión las especies consideradas.

RESULTADOS

ESPECIE: ***Cordia trichotoma*** (Vell.) Arrabab. ex Steud. (Lámina I)
Sinónimos: ***Cordia frondosa*** Vell.; ***Gerascanthus trichotoma*** (Vell.).
Nombres vernáculos: "Loro negro", "Peteribi", "Afata" "Afata blanca", "Afata grande", en Argentina; "Louro pardo", "Louro", "Canela batata" en Brasil: "Peterevy" en Paraguay.

Características macroscópicas de la corteza:

Sección transversal:
Espesor total de la corteza: 20 a 35 mm.
Espesor de la corteza viva o floema: 15 a 20 mm.
Espesor del ritidoma: 9 a 15 mm.
Color: Blanco amarillento, se oxida en contacto con el aire, tornándose castaño oscuro.
Estructura: Compleja. Reticulado-flamiforme.
Textura: Fibrosa.
Radios: Notables, dilatados abruptamente en forma de embudo, en regiones coincidentes con las fisuras del ritidoma, sin oxidación.
Exudaciones: No presenta.
Ritidoma: Escamoso, constituido por más de diez peridermis, intercaladas con bandas floemáticas reticuladas.

Aspecto externo:
Diseño del ritidoma: Fisurado, fisuras rectas. Domos trapezoidales, se observan también pequeñas fisuras transversales.
Lenticelas: No visibles.
Color: Pardo grisáceo.

ESPECIE: ***Cordia ecalyculata*** Vell. (Lámina I)
Sinónimos: ***C. leptocaula*** Fresen.**;** ***C. salicifolia*** Cham.
Nombres vernáculos: "colita", "gomita", "fruto bolita" en Argentina; "tamana-kuna" en Paraguay; "louro mole" en Brasil.

Características macroscópicas de la corteza:

Sección transversal:
Espesor total de la corteza: 10 a 20 mm.
Espesor de la corteza viva o floema: 5 a 10 mm.
Espesor del ritidoma: 5 a 10 mm.
Color: Blanco amarillento, oxidándose a castaño oscuro, radios muy visibles sin presentar oxidaciones.
Estructura: Compleja. Reticulado-flamiforme.
Textura: Fibrosa.
Radios: Numerosos, presenta en toda la extensión una dilatación gradual, que aumenta hacia la periferia, sin oxidación.
Exudaciones: No presenta.

Ritidoma: Escamoso, con 3 a 5 capas de peridermis, intercalado por bandas de floema homogéneo.

Aspecto externo:
Diseño del ritidoma: Figurado con grietas rectas. Domos trapezoidales, se observan también pequeñas fisuras transversales.
Lenticelas: No visibles.
Color: Pardo grisáceo.

ESPECIE: ***Patagonula americana*** Linné. (Lámina I)
Sinónimos: ***Cordia patagonula*** Ait. Hort. Kew.; ***Patagonula australis*** Salisb.; ***P. glabra*** Miers.; ***P. tweediana*** Miers.
Nombres vernáculos: "guayubira", "guayaibí", "guayaibí blanco", "guayaibí amarillo", "guayaibí negro", "guaiabira", "guajuvira", "guarapuvira", en Argentina; "guajayvi "guayaibi moroti" en Paraguay; "guajuvira" en Brasil.

Características macroscópicas de la corteza:

Sección transversal:
Espesor total de la corteza: 10 a 25 mm.
Espesor de la corteza viva o floema: 7 a 15 mm.
Espesor del ritidoma: 3 a 10 mm.
Color: Blanco amarillento, oxidándose a un amarillo ocre claro impidiendo la visibilidad del diseño.
Estructura: Compleja. Reticulado-flamiforme.
Textura: Fibrosa.
Radios: Notables, dilatados abruptamente en forma de embudo, en regiones coincidentes con las fisuras del ritidoma, que se oxidan con rapidez a una coloración amarillo-ocre.
Exudaciones: No se observa.
Ritidoma: Escamoso. Con 5 a 10 peridermis, intercaladas por floema homogéneo.

Aspecto externo:
Diseño del ritidoma: Agrietado fino a medio, con grietas oblicuas anastomosadas.
Lenticelas: Visibles, en la superficie soleada, de forma circulares de hasta 2 mm de diámtro.
Color: Pardo grisáceo.

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES

A Radios dilatados abruptamente, en las zonas coincidentes con las fisuras del ritidoma.
- **B** Ritidoma con bandas floemáticas reticuladas. Diseño fisurado recto.
  Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. Ex Steud.
- **BB** Ritidoma con bandas floemáticas homogéneas. Diseño fisurado oblicuo.
  Patagonula americana L.

AA Radios dilatados gradualmente independientemente de las fisuras. Ritidoma con bandas floemáticas homogéneas. Diseño del ritidoma fisurado recto.
Cordia ecalyculata Vell.

CONCLUSIONES

La sección transversal, en las especies estudiadas, presentan una estructura compleja reticulado-flamiforme en el floema vivo (Lámina I), originado por la alternancia de tejidos duros y blandos, y la presencia de crecimiento de dilatación en los radios.

El ritidoma, en las especies estudiadas, presenta un diseño fisurado, constituido por numerosas peridermis originadas por un felógeno escamoso, de coloración pardo grisáceo y con lenticelas no visibles.

La estructura flamiforme-reticulada y el diseño fisurado del ritidoma, constituyen un patrón de las especies arbóreas de las ***Boraginaceae*** de Misiones.

En ***Cordia trichotoma*** y ***Patagonula americana*** se manifiesta una dilatación abrupta de los radios en las zonas coincidentes con las fisuras del ritidoma; las diferencias se observan en las bandas de floema muerto del ritidoma, que para el primer caso es reticulado notable y en el segundo homogéneo.

El Género ***Cordia***, presenta en el ritidoma fisuras rectas, en ***Patagonula*** la disposición es oblicua.

En ***Cordia ecalyculata*** los radios, presentan un crecimiento de dilatación gradual que se acentúa hacia la periferia, regularmente distribuidos. Esta especie presenta el menor espesor total de la corteza.

Estas diferencias y analogías han permitido la elaboración de una clave de identificación a campo de las especies consideradas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Profesora Silvia Martínez por las traducciones y aportes al presente proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Bohren, A.; Grance, L.; Miranda, D.; Gartland, M. y H. Keller. 2003. Clave De Reconocimiento De Especies Forestales De Misiones, Argentina, Por Medio De La Corteza. Revista Forestal YVYRARETA N° 12. pp: 26-40.

De Rosayro, R. A. de. 1953. Field characters in the Identification of Tropical Forest Trees. Emp. For. Rev., Vol 32:124-141.

Gartland, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. 120 p.

Junikka, L. 1994. Survey of English macroscopic bark terminology. IAWA Journal Vol. 15 (1):3-45.

Rollet, B. 1980. Intérêt de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. REV. BOIS ET FORÊST DES TROPIQUES 194:3-28.

Rollet, B. 1982. Intérêt de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. REV. BOIS ET FORÊST DES TROPIQUES -195:31-50.

Roth, I. 1969. Características estructurales de la corteza de árboles tropicales en zonas húmedas. Darwiniana 15(1-2):115-127.

Roth, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. Handbuch der Pflanzen Anatomie. Band IX. Teil 3. Gebrüder Borntraeger. Berlín. 609 p.

Wyatt-Smith, J. 1954. Suggested definitions of fiel characters. (For use in the identification of tropical forest trees in Malaya). Malayan Forester 17:170-183

LAMINA I

DISEÑO DE RITIDOMA FISURADO

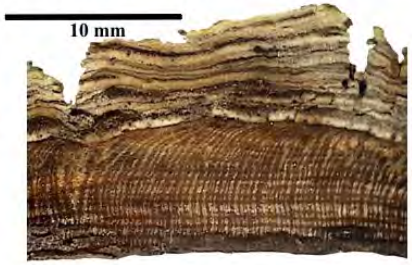
Cordia ecalyculata Vell.
Ancho: 25 cm

Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.
Ancho 60 cm

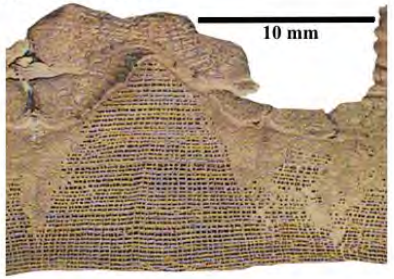
Patagonula americana L.
Ancho 50 cm

ESTRUCTURA COMPLEJA RETICULADA - FLAMIFORME

Cordia ecalyculata Vell.



Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.



Patagonula americana L.

"EVOLUCION DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS DE DIFERENTES EDADES Y USO PREVIO EN MISIONES"

"EVOLUTION OF TWO SECONDARY FORESTS OF DIFFERENT AGES AND PREVIOUS USE IN MISIONES"

López Cristobal, L[1]
Vera, N[1]
Maiocco DC[1]
Gauto, O[1]
Perié, JD[1]
González, J.[2]
Melgarejo, S.[2]
López, M.[2]
Sosa, G.[2]

[1] Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM; Bertoni 124 Km3 Eldorado (3380) Misiones. E-mail: lidia@facfor.unam.edu.ar
[2] Alumnos de Ingeniería Forestal adscriptos al proyecto de investigación.

SUMMARY

The objective of this study is to analyze the structural and floristic evolution of two secondary forests, according to their ages, previous uses and location with regard to seed bed sources.

It contains a secondary forest that is 30 years old, coming from agricultural use, located in Guaraní, surrounded by a primary forest and another one that is 50 years old, without previous use, surrounded by forest plantations, and located in 9 de Julio, Eldorado.

For the survey a sample of 0.7 ha was used, trees bigger than 5 cm of dbh were measured, and the Simpson Diversity Index, The Jaccard Similarity Index and the total and for species structural parameters were calculated for each site.

The results show a greater evolution in richness and diversity of the Guaraní forest and a greater proportion in commercial species in spite of having less years. The floristic similitude of both ecosystems is low.

In both cases, a fast recovery of basal area exists, with values similar to the primary forest and a high density.

We inferred from the data observed that the forest recovery depends on a grater grade of the availability of seeds than the previous use.

Key words: Evolution, Secondary Forest, Previous Use, Structure, Diversity, Guaraní Reserve

RESUMEN

El estudio tiene por objetivo analizar la evolución estructural y florística de dos bosques secundarios en función a su edad, uso previo y ubicación respecto a fuentes semilleras.

Comprende un bosque secundario de 30 años de edad, proveniente de uso agrícola, ubicado en Guaraní, rodeado de bosque primario y otro de 50 años, sin uso previo, rodeado de plantaciones forestales y ubicado en la localidad de 9 de julio, Eldorado.

Para el relevamiento se utilizaron parcelas de 0,7 ha en las que se realizó un censo de árboles mayores a 5 cm de dap; se calcularon los índices de diversidad de Simpson, el índice de similaridad de Jaccard, los parámetros estructurales totales y por especie para cada sitio.

Los resultados señalan una mayor evolución de la riqueza y diversidad del bosque de Guaraní y una mayor proporción de especies comerciales a pesar de la menor edad. La similitud florística de ambos ecosistemas es baja.

En ambos casos existe una rápida recuperación del área basal, con valores similares al bosque primario y elevada densidad.

Se desprende de los datos observados que la recuperación de los bosques depende en mayor grado de la disponibilidad de semilla que del uso previo.

Palabras Claves: Evolución; Bosque Secundario; Uso Previo; Estructura, Diversidad, Guaraní.

Introducción

Actualmente existe, en la provincia, una escasez de información relativa a los bosques secundarios, fundamentalmente en lo referente al manejo de los mismos.

Poseemos una aproximación de la superficie que pueden abarcar, junto con los bosques primarios degradados; estos ascienden a un total de 762000 ha (INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS, 1998-2001).

Más allá de los números, lo relevante es que estos dos ecosistemas reúnen más de la mitad de la superficie de bosques en la provincia (1453000 ha) y son los más susceptibles de ser convertidos a plantaciones de especies forestales exóticas u otros usos productivos.

A una escala más amplia, existen estudios en Latinoamérica que demuestran que los Bosques Secundarios pueden conformar lo que se denomina una alternativa productiva viable.

El potencial productivo, la diversidad y la riqueza están fuertemente ligados al uso anterior de la tierra y al estado sucesional en que se encuentra el bosque (REDONDO, *et al*, 2001; MORAES FERREIRA, C *et al*, 2002).

En la región centroamericana en particular, el estado de conocimientos sobre los bosques secundarios tropicales ha avanzado a cuestiones relacionadas al manejo y la utilización de los productos, habiéndose generado la información previa sobre estructura, dinámica y estado de los bosques secundarios en diferentes regiones (FINEGAN, 1992; GUARIGUATA, 2000; BERTI, 2001;MORAES FERREIRA *et al*, 2002; MARTINS *et al*, 1996).

En Misiones, se dispone de algunos estudios relevantes por el aporte que realizan para el conocimiento y manejo de los bosques secundarios.

LÓPEZ CRISTÓBAL *et al*, 1999; estudiaron la composición florística y estructura de un bosque secundario de 25 años, ubicado en la Reserva de Uso Múltiple de Guaraní; proporcionando información sobre su potencial productivo y su capacidad de regeneración natural.

HOLZ, S y Placci, G; estudiaron la dinámica de la regeneración en bosques secundarios Subtropicales del norte de Misiones y encontraron que entre los 20 y 30 años de edad, los parámetros estructurales de los mismos presentan valores semejantes a los de un bosque maduro.

BACALINI, P y Srur, M; determinaron algunos índices de recuperación de atributos del bosque nativo para bosques secundarios en el Noroeste de Misiones. Llegaron a la conclusión que los sitios que presentan un valor índice promedio no deben ser convertidos a otros usos agrícolas-forestales-ganaderos; y que esta situación se presenta en bosques con edades superiores a los 20 años.

En base a la situación descripta acerca del estado de conocimiento de este tipo de ecosistemas, el presente estudio tiene por objetivo analizar la evolución estructural y florística de dos bosques secundarios en función a su edad, uso previo y ubicación respecto a fuentes semilleras.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Descripción del sitio

El trabajo se desarrolla en dos bosques secundarios ubicados en distintos sitios. Uno de ellos de aproximadamente 30 años de edad en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, perteneciente a la Facultad de ciencias Forestales, dependiente de la UNAM. Su uso anterior fue agricultura de subsistencia desarrollada por los aborígenes, presenta una superficie de 3 ha y se encuentra rodeado de un bosque primario maduro con un alto grado de conservación.

El otro sitio se encuentra en la Localidad de 9 de Julio, Departamento de Eldorado, Misiones. Este bosque presenta una edad aproximada de 50 años, proviene de un desmonte realizado para reforestar, pero esta superficie fue abandonada. Se encuentra rodeado de plantaciones forestales con especies exóticas, predominando *Eucalyptus*. El bosque nativo en la zona se encuentra presente en forma fragmentada como parches y bosques protectores de arroyos.

Metodología

En cada sitio se instaló una parcela permanente de 0.75 Has de superficie; cada una fue subdividida en seis bloques de 12.5 m x 100 m; para el inventario cada bloque se subdividió en sub-bloques de 12.5 por 25 metros, totalizando 24 sub-bloques en cada parcela.

En cada sitio se realizó un inventario de todos los árboles >o igual a 5 cm de dap; se registraron especie, dap, altura total, altura de fuste o comercial y las coordenadas geográficas de cada árbol para su remedición.

Se utilizó el índice de Simpson para medir la diversidad y la estructura por medio de la densidad, la dominancia, la frecuencia y el índice de valor de importancia (IVI) por especie. Además se calcularon los parámetros totales para cada bosque.

Se halló el índice de similaridad de Jaccard para la comparación florística y se comparan los listados de las especies encontradas.

RESULTADOS

Bosque secundario de 9 de Julio

Se determinó para este sitio una riqueza de 48 especies arbóreas, de las cuales aproximadamente el 25 % son comerciales y pertenecientes a 19 familias taxonómicas; las más representadas son las Leguminosas, Mirtáceas y Rutáceas. El índice de diversidad de Simpson 0.895.

La estructura total de este bosque presenta una densidad total de 1192 individuos/ha y un área basal de 28.59 m^2/ ha.

El análisis de estructura por especie señala que el Isapuhy (*Dalbergia variabilis*) fue la especies de mayor abundancia, dominancia absoluta e IVI con los valores respectivos de 278.66 árboles por ha, 6.56 m2/ha de área basal y 54.20 % de IVI; esta misma especie presentó el mayor índice de cobertura para este bosque (46.33 %).

La especie con la distribución más regular fue el rabo itá (*Lonchocarpus leucanthus*)con una frecuencia total del 7.87 % .

Las especies que tienen los mayores valores de parámetros estructurales no pertenecen a grupos comerciales, a excepción del guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*). Se observa que en cobertura, dominancia y abundancia se destacan *Dalvergia variabilis* y *Lonchocarpus leucanthus*.

Se observa una alta dominancia relativa de *Matayba eleagnoides* y *Cupania vernalis.*

Las 10 especies de mayor importancia presentan una frecuencia similar en todos los casos inferior al 8 %.

La curva de distruibución de frecuencias diamétricas corresponde a un bosque de estructura irregular con altas frecuencias en las clases diamétricas menores y con pocos individuos en las clases mayores comprendidas entre 50 y 60 cm.

El análisis de las frecuencias de las especies se observa una alta concentración de las especies en las clase menores de frecuencia absoluta, indicando alta heterogeneidad del bosque. Solo dos especies presentan una alta frecuencia absoluta.

Bosque Secundario de Guaraní

Se encontraron 56 especies perteneciente a 27 familias botánicas de las cuales las más representadas fueron las Lauráceas (21.3 %), Tiliaceas (18 %) y las Leguminosas (13.3 %) seguidas de las Sapindaceas y Aquifoliaceas. El 28% de las especies encontradas presentan un valor comercial.

El índice de diversidad de Simpson fue de 0.918.

La densidad total fue de 1105 individuos por hectárea y la dominancia total fue de 21.95 m^2 por hectárea.

En el análisis estructural por especies se encontró que las de mayor dominancia son: *ocotea puberula* (20,37 %), *Ateleia glazioviana* (17,7 %), *Luhea divaricata* (8,96 %), *Matayba eleagnoides* (8,89 %) e *Ilex brevicuspis* (7,08 %) gráfico 4. Se destacan en orden decreciente de frecuencia *Ateleia glazioviana, Luhea divaricata, Ilex paraguariensis, Matayba eleagnoides y ocotea puberula.* Las especies de mayor abundancia relativa coincidentes con las de mayor IVI son *ocotea puberula, Luhea divaricata, Ateleia glazioviana, Matayba eleagnoides*).

La distribución diamétrica presenta la forma de una jota invertida propia de bosques disetáneos, con una alta frecuencia de individuos en las clases menores y una baja frecuencia en las clases de tamaño mayores a 30 cm de d.a.p.

Se observa en la distribución de frecuencias que el 70 % de las especies tiene una frecuencia relativa entre 0 y 20 % indicando una alta heterogeneidad florística.

Comparación de ambos bosques

La riqueza y la diversidad son mayores en el bosque de Guaraní a pesar de la menor edad y el uso previo intensivo de este bosque. Se observa hasta el momento una recuperación más rápida de la riqueza y la productividad que podría ser explicada por la situación muy favorable de la disponibilidad de semillas dada la cercanía de una masa continua y extensa de bosque primario (tabla 1).

Tabla 1. Resumen de la Estructura total en ambos sitios

Table 1. Summary of total Structure in both sites

Sitio	Riqueza	Densidad	Area basal/ ha	Coef. de mezcla	Simpson
9 de julio	48	1192	28,59	5,369	0,895
Guaraní	56	1105	21,95	5,158	0,918

La mayor heterogeneidad florística que presenta el bosque de Guaraní, se pone en evidencia al comparar la relación de frecuencia para cada sitio.

Al comparar las especies de mayor importancia en ambos bosques, se observa que en Guaraní aparecen antes especies de importancia comercial como la *Ocotea puberula, Luhea divaricata, Ocotea dyospirifolia y Prunus subcoriacea.*

En la comparación florística, de los dos ecosistemas se encontró un índice de similaridad de Jaccard fue de 0,4, lo que indica que ambos bosques tiene una baja similitud en lo que respecta a su composición florística.

En los dos bosques se presentan valores de densidad y área basal cercanos a los que se encuentran en bosques primarios de la zona, lo que indica una rápida evolución de estos parámetros en los bosques secundarios.

De la comparación de las distribuciones diamétricas totales de ambos sitios, se observa que la curva del sitio de Guaraní presenta una mayor pendiente que la de 9 de julio, indicando un mayor grado de coetaneidad, coherente con la menor edad de este bosque.

CONCLUSION

El bosque secundario de Guaraní a pesar de su menor edad presenta un grado de evolución desde el punto de vista florístico mayor que el bosque de 9 julio, lo que se evidencia en un mayor número de especies y mayor diversidad, obtenido para el primer sitio.

El análisis acerca de la comparación florística señala que ambos ecosistemas presentan baja similaridad.

La heterogeneidad de estos ecosistemas se manifiesta al analizar la relación de frecuencias relativas, donde se observa que la gran mayoría de las especies se concentran en las clases bajas de frecuencias.

Estructuralmente ambos bosques presentan una densidad similar y una distribución de frecuencias diamétricas correspondiente a masas irregulares que en el caso del bosque de Guaraní presenta una mayor pendiente finalizando en clases diamétricas intermedias, indicando un cierto grado de coetaneidad.

El área basal de ambos sitios presenta un valor que se encuentra dentro del rango correspondiente a bosques primarios, lo que indica un grado de recuperación bueno en los dos casos, aunque superior en caso del bosque de Guaraní.

En el caso del Bosque de Guaraní, a menor edad, se encuentran entre las especies de mayor dominancia existen algunas de importancia comercial, mientras que en el bosque de 9 de Julio, entre las especies de mayor dominancia todas, a excepción del *Balfourodendron riedelianun* (Guatambú), carecen de importancia comercial.

Tanto desde el punto de vista florístico como estructural el bosque de Guaraní, presenta mejores condiciones que el bosque de 9 de julio, lo que se evidencia por la mayor diversidad, la más rápida recuperación en área basal total y las cantidad de especies comerciales encontradas en este bosque.

De lo observado hasta el momento resulta más determinante para la recuperación de los casos estudiados, la disponibilidad de semillas que el uso previo del lugar.

BIBLIOGRAFÍA

BACCALINI P.; Srur M. 2003. Indicadores de Recuperación de Atributos de Bosque Nativo para Bosques Secundarios en el Noroeste de Misiones para Lipsia S. A. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo INTA. Eldorado, Misiones.

BERTI G. 2001. Estado Actual de los Bosques Secundarios en Costa Rica. Perspectivas para su manejo productivo. Revista Forestal Centroamericana. N° 35. Julio – Septiembre 2001.

FINEGAN B. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. Informe técnico N° 188. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales. N° 5 CATIE.

GUARIGUATA, M.; Ostertag R. 2000. Neotropical Secondary Forest Succession: changes in structural and functional characteristics. Forest Ecology and Management 148. Pag 185-206. Elsevier

HOLZ S. ; Placci G. 2003. Dinámica de Regeneración en Bosques Secundarios Subtropicales. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo INTA. Eldorado, Misiones.

INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATURALES. 2001. Dirección de Recursos Forestales. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación. Buenos Aires.

LÓPEZ CRISTÓBAL, L; Vera, N. 1999. La diversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la reserva de Guarani, Misiones, Argentina. Yvyraretá. Facultad de Ciencias Forestales. ISIF. Número 9. Eldorado. Misiones. Argentina.

MORAES FERREIRA C; Finegan B; Kanninen M; Delgado D; Segura M. 2002. Composición Florística y Estructura de Bosques Secundarios. Revista Forestal Centroamericana.

REDONDO, A; Vilchez, R; Chazdon, R; 2001. Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques Secundarios en la región Huetar Norte. Revista Forestal Centroamericana. N° 36.

VERA, N; López Cristóbal, L;1999.El potencial productivo de un bosque secundario de la reserva de uso múltiple de Guaraní, Misiones, Argentina. Yvyraretá. Facultad de Ciencias Forestales. ISIF. Número 9. Eldorado. Misiones. Argentina.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Profesora de Inglés Silvia Martínez por su colaboración y disposición en la traducción realizada para el presente resumen expandido.

PLANTAS TREPADORAS CON APENDICES PUNZANTES QUE CRECEN EN EL PREDIO GUARANI, MISIONES, ARGENTINA

CLIMBERS WITH PRICKING APPENDIXES THAT GROW IN THE GUARANÍ RESERVE IN MISIONES, ARGENTINA

Dora E. Miranda [1]
Daniela Cabanne [2]
Héctor A. Keller [3]
Sara G. Tressens[4]

[1]Licenciada en Botánica Profesora Titular Morfología Vegetal y Sistemática Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoni 124. Eldorado.Misiones. Argentina. e-mail: **miranda@facfor.unam.edu.ar**

[4]Adscripta investigación. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoni 124. Eldorado. Misiones. Argentina. e-mail: cabanne@hotmail.com.ar

[3]Ing. Forestal.. Docente adscripto Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Ncional de Misiones. E-mail: hakeller2000@yahoo.com.ar

[4]Licenciada en Botánica. Instituto de Botánica del Nordeste, Universidad Nacional del Nordeste, Casilla de Correo 209, 3400 Corrientes, Argentina. E-mail: tressens@agr.unne.edu.ar

SUMMARY

The present work has as the objective to make people know the species of climbers armed with spines or thorns. These species have been surveyed with the project "Climbers and their specific richness and importance in the flora of the Guarani Reserve, in Misiones Argentina." Seven (7) families, eight (8) genera and ten (10) species have been detected.
The climbers constitute a group of plants that have developed the capacity to interconnect the different strata of the forest using various strategies.
The survey of this group of vegetables is carried out studying the samples herborized that are deposited in the herbarium of the Facultad de Ciencias Forestales, Universidad nacional de Misiones and the herbarium of the Instituto de Botánica del Nordeste (CTES).
A key is enclosed, in order to find the differences among them according to their vegetative and floristic characters.

Key words: Climbers, spines, thorns, keys, Misiones.

RESUMEN

El presente aporte tiene como objetivo dar a conocer las especies de plantas trepadoras armadas con espinas o aguijones, relevadas en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní en el marco del proyecto " Las plantas trepadoras, riqueza específica e importancia en la flora del Predio

Guaraní, Misiones, Argentina**”.** Hasta el presente se han detectado 7 familias, 8 géneros y 10 especies de plantas trepadoras con estas características.
Las trepadoras constituyen un grupo de plantas que han desarrollado la capacidad de interconectar a distintos niveles o estratos de la selva mediante estrategias de ascenso.
El relevamiento de éste grupo de vegetales se está llevando a cabo a partir del estudio de los ejemplares herborizados que se hallan depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM y el Herbario del Instituto de Botánica del Nordeste, IBONE (CTES).
Se presenta una clave a los efectos de diferenciarlas entre sí a partir de caracteres vegetativos y florísticos.

Palabras claves: Trepadoras, espinas, aguijones. claves. Misiones.

INTRODUCCIÓN:

La Reserva de Uso Múltiple Guarani (26° 54-59' S, 54° 12-18' W), perteneciente a la Reserva de Biosfera Yabotí, Dpto Guaraní, Misiones, cuenta con ca. de 5000 has de Selva Paranaense. Este tipo de vegetación considerada como el ambiente de mayor biodiversidad de la Argentina (Bertonatti et al, 2000) se caracteriza por una gran diversidad de estratos vegetales vinculados a a través de las plantas trepadoras.

Las trepadoras, lianas, enredaderas y apoyantes se valen de los árboles, arbustos y otras formas de vida como soporte en su ascenso hacia el dosel. Algunas volubles rodean sus tallos entre sí o se enroscan a los tallos de otras especies, o bien se valen de troncos, arbustos o hierbas para encaramarse, presentan a veces largos tramos de tallos terrestres serpenteantes. Toda esta maraña interconecta los distintos estratos o pisos de la selva y permiten a la fauna, movilidad, alimento y refugio dentro de este ecosistema, además de establecer competencia por la luz con el estrato arbóreo. Algunas especies presentan ramas péndulas que retornan al estrato inferior después de alcanzar el dosel.

Son consideradas trepadoras en sentido amplio las lianas, enredaderas y las apoyantes. Según las estrategias de ascenso las plantas trepadoras se clasifican en dos grandes grupos: las plantas apoyantes, cuyo mecanismo de ascenso se basa únicamente en vástagos que se apoyan sobre el soporte y las plantas trepadoras propiamente dichas o escandentes, que poseen estrategias de ascenso mas o menos especializadas (Lahitte et al. 2000; Arbo & Tressens 2002)

De acuerdo con su forma de vida, las plantas trepadoras pueden ser leñosas, (con crecimiento secundario), herbáceas (sin crecimiento secundario) o subarbustivas, (con base leñosa y las partes superiores herbáceas).

La presente contribución se restringe a las plantas trepadoras que poseen apéndices punzantes –espinas y aguijones o acúleos- que constituyen estrategias secundarias de ascenso, facilitando algunas veces la sujeción a soportes de distinta naturaleza,.

Las espinas son apéndices agudos aleznados, rígidos debido a la presencia de tejido de sostén y tejido vascular que hacen difícil su desprendimiento, mientras que los acúleos o aguijones son emergencias generalmente recurvas, formadas sólo por tejidos corticales y por lo cual pueden desprenderse con facilidad.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se basó en los ejemplares de herbario coleccionados en la Reserva Guarani durante el relevamiento de recursos vegetales (Proyecto de Investigación 0797, CONICET) y

depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones y en el herbario CTES. Se trabajó con un total de 140 especies trepadoras. A partir de ésta información preliminar se confeccionó una lista de plantas trepadoras clasificándolas según las estrategias de ascenso. Las que presentan espinas o aguijones, fueron estudiadas en primer lugar. El estudio de los ejemplares de herbario y la consulta de bibliografía permitió elaborar una clave de identificación de las especies que presentan estas características.

RESULTADOS

Especie	Familia	Material examinado
Acacia nitidifolia Speg.	Fabaceae	Tressens 5666; Tressens 4651
Acacia tucumanensis Griseb.	Fabaceae	Tressens 5092; Keller 2022
Acacia velutina DC.	Fabaceae	Tressens 6506
Byttneria gracilipes Decne.ex Baill	Sterculiaceae	Tressens 5614
Celtis iguanaea(Jacq.)Sarg.	Celtidaceae	Schinini 28738
Pereskia aculeata Mill.	*Cactaceae*	Tressens & al. 4869
Rubís sellowi Cham. & Schltdl	Rosaceae	Tressens 4931
Rubus schottii Pohl ex Focke	Rosaceae	Tressens & al. 4682
Seguieria aculeata Jacq.	Phytolacaceae	Tressens & al. 4887
Smilax campestris Griseb.	Smilacaceae	Tressens & al. 5673

Tabla 1. Lista de trepadoras con espinas o aguijones del Predio Guaraní
Table 1. List of climbers armed with spines or thorns

Clave de identificación de trepadoras armadas del predio Guarani

A Hojas simples

B. Pecíolos con 2 zarcillos en la base. Lámina con 3-5 venas principales paralelas que se unen en el ápice. Aguijones en los tallos, a veces en el borde y vena media abaxial de las hojas.

Smilax campestris Griseb.

BB. Hojas sin zarcillos

C. Estípulas transformadas en acúleos

Seguieria aculeata Jacq.

CC. Estípulas no punzantes.

D .Tallos canaliculados provistos de aguijones recurvos en las costillas. Lámina aovada con aguijones pequeños sobre la vena media y también en las laterales

Byttneria gracilipes Decne.ex Baill

DD. Tallos no canaliculados. Lámina sin aguijones.

E. Hojas crasas. Nervaduras poco evidentes.

Pereskia aculeata Mill

E. Hojas no crasas. Nervaduras evidentes.

Celtis iguanaea(Jacq.)Sarg.

AA. Hojas compuestas

B. Hojas tri-pentafolioladas

C. Plantas con largas setas glandulares y hojas en general con 5 folíolos, más raro 3.

Rubís sellowi Cham. & Schltdl.

CC. Plantas sin setas glandulares y las hojas son generalmente 3 folioladas, mas raro 5

Rubís selowii

BB. Hojas bipinnadas. Pecíolo con glándulas nectaríferas.

D . Inflorescencias espiciformes.

Acacia velutina DC.

DD. Inflorescencias capituliformes. Pecíolo y raquis primario aculeado.

E . Hojas 5-12 yugadas. Folíolos concolores, epífilo e hipófilo no lustroso. Hipófilo piloso sobre la base del nervio medio.

Acacia tucumanensis Griseb.

EE. Hojas 4-9 yugadas. Folíolos discolores con epífilo lustroso y más oscuro que el hipófilo. Hipófilo no piloso sobre la base del nervio medio.

Acacia nitidifolia Speg.

CONCLUSIONES

En la Reserva de Uso múltiple Guaraní se han hallado 10 especies de plantas trepadoras armadas con espinas o aguijones. Dichas especies son fácilmente distinguibles entre sí por caracteres macroscópicos, lo cual ha permitido confeccionar una clave de identificación aplicable a trabajos de campo o al reconocimiento de material de herbario.

BIBLIOGRAFIA

ARBO, M.M. & S.G. Tressens. 2002 (Editoras) Flora del Iberá. EUDENE. Universidad Nacional del Nordeste. 513 pag.

BERTONATTI, C. & J. Corcuera. 2000. Situación Ambiental Argentina 2000.Fundación Vida Silvestre.Argentina Buenos Aires.

CRISTÓBAL, C.L. 1976. Estudio taxonómico del género *Byttneria* Loefling (*Sterculiaceae*) Bomplandia IV . 1976.

FORTUNATO, R. H. & Cialdella A. M.1997. Flora Fanerogámica Argentina Fascículo 35. 128. *Fabaceae*. Parte 4 Subfam. II. *Mimosoideae*, parte 2. Proflora Conicet.

LAHITTE, H.B. J.Hurrell (editores) 2000. Plantas trepadoras nativas y exóticas. Colección Biota Rioplatense Volumen V. Ediciones L.O.L.A.

ANÁLISIS SOBRE LAS OPORTUNIDADES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MISIONES. PROYECTOS GENERADORES DE BONOS DE CARBONO

ANALISIS OF CLIMATE CHANGE OPORTUNITIES IN MISIONES. CARBON CREDIT GENERATING PROYECTS.

Federico Moyano [1]

[1] Ing. Agr. MSc consultor de Joaquín Ledesma & Asociados. Neuquén 2272, Posadas, Misiones.
e-mail: federicomoyano@hotmail.com

SUMMARY: Climate Change is considered to be one of the greatest threats to the global environment. In order to counteract its effect, the international community could collaborate with the problem through the implementation of mitigation projects.
The objective of this study is to inform the Government of Misiones about the province´s potential for carrying out Kyoto Protocol Clean Development Mechanisms (CDM) projects.
The analysis was divided into two significant types of actions, according to the Protocol: the land Use Activities and the Energy Use Activities. For each of them, sectors with large mitigation potential were identified, describing possible projects.
The study attempts to demonstrate the great capacity to develop CDM initiatives within the province of Misiones, given the abundance of natural and renewable resources. The magnitude of the forestry sector determines that most of these opportunities will eventually be related to the forests.
Key words: climate change, CDM projects, forestry, mitigation opportunities

RESUMEN: El Cambio Climático es considerado una de las principales amenazas para el medio ambiente global. Para contrarrestar su efecto, los países del mundo colaboran con la solución del problema mediante el desarrollo de proyectos de mitigación.
El objetivo del análisis fue informar al gobierno de la provincia de Misiones sobre el potencial de desarrollo de proyectos de cambio climático enmarcados dentro de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo del Kioto.
El estudio se dividió en dos grandes áreas según las actividades propuestas por el Protocolo: las actividades del *uso de la Tierra* y del *uso de la Energía*. Para cada área se identificaron los sectores productivos con mayor potencial de mitigación, describiendo proyectos con posibilidades concretas de implementación.
El análisis procura demostrar que la provincia de Misiones se presenta como una región con un enorme potencial para el desarrollo de proyectos MDL, dada la abundancia de recursos naturales y renovables. En este sentido el peso de la foresto-industria determina que la mayor parte de las oportunidades estarán eventualmente vinculadas con el bosque.
Palabras clave: cambio climático, proyectos MDL, foresto-industria, mitigación

INTRODUCCION

La mitigación del Cambio Climático se presenta como prioritaria en la agenda internacional. En este marco, la provincia de Misiones tiene la posibilidad contribuir con la solución del problema mediante la generación de proyectos de mitigación.

El objetivo del presente análisis es informar sobre el potencial provincial respecto al desarrollo de iniciativas de cambio climático enmarcados dentro de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo del Kioto.

El análisis tomó en cuenta dos grandes categorías de actividades propuestas por el Protocolo: las actividades del uso de la Tierra y del uso de la Energía. Para cada tipo de actividad se identificaron los sectores productivos con mayor potencial de mitigación,

describiendo los posibles proyectos, prácticas a implementar y estimación de reducciones de emisiones. Es importante aclarar, que la intención del estudio no fue profundizar técnicamente en cada alternativa, sino dar un panorama visualizador de las posibilidades presentes. Se describen además otros puntos relevantes al momento de promover la formulación de proyectos MDL, como el mercado del carbono, las fuentes de financiamiento, los beneficios adicionales y otros. Por último, se detallan las actividades ya iniciadas en la provincia al respecto y las programadas para los próximos meses.

El Protocolo de Kioto y los Mecanismos de Desarrollo Limpio

En el año 1997, se firma del Protocolo de Kioto en el cual los países desarrollados (Anexo I) se comprometen a reducir emisiones en un 5% por debajo de los niveles de 1990. Para entrar en vigencia deberá ser ratificado por al menos 55 países, entre los cuales deberán reunir el 55% del total de emisiones. Actualmente, 124 países lo han ratificaron pero solo alcanzan el 44% de las emisiones (CMNUCC, 2004). Con la ratificación de Rusia, estimada para fines del corriente año en la COP 10 de Buenos Aires, entraría en vigencia el Protocolo.

El acuerdo ofrece tres Mecanismos de Flexibilización mediante los cuales los países pueden mitigar el Calentamiento Global. De ellos, solo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) puede implementarse en Argentina. Esta herramienta permite que un país industrializado desarrolle un proyecto de mitigación de Cambio Climático en un país en desarrollo, recibiendo como contrapartida *certificados de reducción de emisiones* (CRE). El país huésped del proyecto recibe a cambio inversiones y tecnología para un mayor desarrollo sustentable.

Los CRE o créditos de carbono generados por estos proyectos, son certificados que garantizan que una tonelada de CO2 ha sido capturada o reducida. Una vez medida, verificada y certificada, podrá ser comercializada como cualquier bono o acción.

Un proyecto MDL, para ser aprobado, deberá:

- generar **Adicionalidad**, (reducción o captura de CO2 adicional al que habría ocurrido sin el proyecto). Para ello se deberá definir la **Línea de Base** (o emisiones sin el proyecto). Las reducciones se determinan comparando la situación con y sin proyecto.
- contribuir al **Desarrollo Sustentable**
- contabilizar las fugas (emisiones o reducciones fuera del proyecto, causadas por este).

Aunque el Protocolo de Kioto no fue aun ratificado, entre 1996 y 2003 se comercializaron bonos de carbono de unos 300 proyectos implementados alrededor del mundo. El volumen de transacciones en 2003 fue de 70 millones de CRE (2 a 6 u$s/tnCO2). Según un informe del Banco Mundial (2003), se pronostica para 2010 un mercado de u$s 10.000 a 50.000 millones, de ser ratificado el Protocolo.

Respecto al financiamiento, un proyecto podrá recibir inversiones de distintas fuentes (Lecocq, 2003; Conservation Finance, 2003). Entre ellas estarán el proponente del proyecto (la mayor parte de la infraestructura y equipamiento), bancos y organismos de cooperación internacional, los fondos de inversión (compra de bonos de carbono), e inversores privados o estatale (nacional o extranjero).

Entre los fondos que actualmente ofrecen financiamiento, se destacan los del Banco Mundial (PCF, BCF, CDCF, NCF, ICF), el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Financiera Internacional , la Corporación Andina de Fomento, las Agencias de Cooperación Internacional (CIDA, JICA), entre otros varios.

OPORTUNIDADES DE MITIGACIÓN EN MISIONES

La provincia de Misiones se presenta como una región con un enorme potencial para el desarrollo de proyectos MDL dada la abundancia de recursos naturales y renovables. El peso de la foresto-industria determina que la mayor parte de las oportunidades para los distintos sectores productivos, finalicen eventualmente vinculadas al bosque.

Los proyectos de Cambio Climático contribuirán, mediante el aporte de los bonos de carbono, a la valorización de los servicios ambientales y recreativos, junto con un mayor desarrollo integral de la provincia.

Los sectores con mayores posibilidades de desarrollar iniciativas MDL se pueden agrupar en dos grandes campos de acción, según el Protocolo de Kioto. Estas son las Actividades del uso de la Tierra y las Actividades del uso de la Energía

A. Actividades del Uso de la Tierra

Dentro de éstas, se destacan tres áreas, forestal, agrícola y bosques nativos, pertenecientes al sector de los recursos naturales. Así, los proyectos relacionados con el uso de la tierra mitigarán el efecto invernadero (World Bank BCF 2003; IIED, 2002; IPCC, 2000):

- secuestrando carbono en los sumideros (plantaciones, cultivos, bosques nativos, suelos),
- evitando emisiones de los sumideros (protección de talas furtivas e incendios, productos duraderos, prácticas de manejo sustentable, etc.)
- o sustituyendo combustibles fósiles (como biocombustibles o reemplazando productos con alta demanda de energía).

De estas formas de mitigación, solo el uso de biomasa como combustibles y las forestaciones y reforestaciones han sido aceptados hasta la actualidad.

Analizando los distintos tipos de cobertura de la provincia (ME,RNRyT, 2003; 2000 a y b), vemos que gran parte del área podría hospedar proyectos MDL. Las situaciones con más posibilidades serían las regiones boscosas degradadas por extracciones periódicas, las áreas abandonadas luego de un manejo agrícola migratorio (capuerales), las tierras agrícolas degradadas por años de agricultura intensiva (principalmente minifundista) y las plantaciones forestales sin manejo silvicultural (pequeños productores). En definitiva, de los casi 3 millones de has totales, un 50% del área podría desarrollar proyectos de secuestro de carbono. Si se utilizara solo un quinto del área, el potencial de mitigación sería de 4,5 millones de tnC/año.

Las iniciativas en cualquiera de estos escenarios deberán orientarse a restaurar y enriquecer zonas degradadas, a conectar fragmentos boscosos y aprovechar tierras marginales o sin manejo. Las prácticas con mayor grado de aceptabilidad como proyecto MDL serán:

- Forestación y reforestación con nativas o exóticas en fajas protectoras, sistemas silvopastoriles o en macizos.
- Replantaciones de enriquecimiento en áreas poco densas o sensibles a la erosión
- Mejora en prácticas de manejo (rotaciones más largas, cosechas de bajo impacto, métodos de extracción, raleos y podas sustentables, etc.)
- Práctica para prevención de incendios (poda, raleo, cortafuego, limpieza de sotobosque)

Estas actividades, además de mitigar el calentamiento global, generarán beneficios adicionales como creación de nuevos empleos, mayores ingresos por incremento de la productividad forestal o agrícola, conservación de la biodiversidad, reducción de la erosión (mejor calidad de agua), reducción en la tasa de deforestación, mejora del paisaje con aumento del potencial ecoturístico, entre otros.

B. Actividades del uso de la energía

Las actividades en este campo pueden reducir emisiones de CO2 a través de:

- el aumento de las eficiencias energéticas
- o la sustitución de combustibles fósiles con fuentes de energía alternativas.

Los sectores con mayor capacidad para emprender proyectos MDL mediante las actividades del uso de la energía son la foresto-industria, la generación eléctrica, la construcción y el manejo de los residuos urbanos.

1. La Foresto-industria

Se complementa con los otros sectores (generación eléctrica y construcción) proveyendo los insumos necesarios para reducir emisiones de carbono. En la cadena foresto-industrial se generan, además de madera aserrada, tres fuentes de combustibles biomásicos: residuos de aserradero (aserrín, costaneros y corteza), desechos de cosechas (despuntes, ramas gruesas, etc.) y raleos (precomerciales o no comercializables).

Entre los desperdicios de aserraderos y cosechas la provincia generaría aproximadamente 3,7 millones de m3 por año (Moyano, 2003), con posibilidades de ser usados como combustibles para la generación eléctrica.

2. La Generación Eléctrica

Presenta un alto potencial dada la abundancia de recursos naturales factibles de ser transformados en energía, entre ellos los biomásicos e hídricos como principales.

Misiones importa del Mercado Eléctrico Mayorista gran parte de la energía demandada (67% en 2000, SAGPyA, 2002), generando el resto con la represa Urugua-í, lo que implica un déficit de generación importante. Nuevas alternativas energéticas que permitan acompañar el crecimiento provincial, permitirían a su vez desarrollar emprendimientos de mitigación de cambio climático. Estos proyectos tendrán capacidad de reducir emisiones sustituyendo combustibles fósiles del sistema eléctrico nacional (The Delphi Group, 2000). Se asume que un emprendimiento MDL que incorpore energía renovable (biomásica o hídrica) a la red de distribución eléctrica, reemplazará la energía producida por usinas térmicas.

Para el caso hipotético de utilizar la mitad de los residuos de aserradero que actualmente se queman, se generarían alrededor de 560 GWh por año lo que representa unas 310.000 tn CO2/año (o bonos de carbono).

3. La Construcción

Asociado a la foresto-industria, puede reducir emisiones sustituyendo materiales tradicionales (cemento, hierro, etc.) por madera. Misiones es la principal generadora de productos aserrados del país, con una producción anual aproximada de 3 millones de m3 (incluyendo subproductos) (ME,RNRyT, 2003). Sin embargo, los materiales predominantes en la construcción de viviendas son cemento, cal y hierro, los cuales demandan grandes cantidades de energía fósil para su manufactura y transporte. Un proyecto que sustituya estos materiales por madera, reducirá emisiones de CO2, además de dinamizar fuertemente el sector foresto-industrial.

4. El manejo de los rellenos sanitarios

La acumulación y compactación de residuos en los rellenos sanitarios genera una situación de anaerobiosis en la que se producen emisiones de metano (NH4). Este gas posee un efecto de calentamiento atmosférico 21 veces más potente que el CO2, por lo que, evitar su emisión a la atmósfera, origina beneficios importantes.

Las actividades en este campo pueden provocar un doble efecto de mitigación del Cambio Climático (Watson, 2001). Por un lado, la captura del metano antes de ser ventilado a cielo abierto, previene el aumento del gas en la atmósfera. Por el otro, una vez capturado, el uso como combustible para generación eléctrica, permite reemplazar combustibles fósiles.

Dado que gran parte de los desechos urbanos de la provincia se acumulan en un único punto (Fachinal), sería muy factible desarrollar un proyecto que recupere el metano para su utilización como combustible.

Iniciativas con posibilidades concretas

Entre los diferentes sectores, los proyectos en energías renovables se presentan como los más factibles e inmediatos. De esta manera, el ME,RNRyT pretende impulsar iniciativas MDL, a través de una serie de talleres, en algunas áreas primordiales.

La primera se refiere a proyectos de generación eléctrica a partir de residuos biomásicos forestoindustriales. Mediante un proyecto "paraguas", se brindaría un marco que contenga las iniciativas independientes del sector con el fin de recibir en conjunto los beneficios adicionales por la mitigación del Cambio Climático. Así, todos aquellos emprendimientos que por su bajo volumen de generación deseen obtener bonos de carbono, podrán sumarse a esta iniciativa.

Además de los beneficios de reducción de las concentraciones de CO2 atmosféricos, el proyecto originaría una serie de beneficios socioeconómicos y ambientales complementarios como una menor dependencia del sistema nacional de generación eléctrica, una mayor oferta de energía eléctrica en áreas aisladas o deficitarias, mayores ingresos en aserraderos (residuos) o productores forestales (raleos), nuevos puestos laborales, menor contaminación por la quema de residuos, entre otros.

El segundo ámbito impulsado por el gobierno provincial es la generación hidroeléctrica por medio de microturbinas. Para ello, se prepara un próximo taller cuyo objetivo será promover la instalación de microturbinas como complemento de proyectos de manejo integral de cuencas. Los beneficios obtenidos por la generación eléctrica más los créditos de carbono, pagarían parte de los servicios ambientales del manejo forestal sustentable de la cuenca. Se buscará además, formular un proyecto de secuestro de carbono mediante actividades forestales.

En futuras acciones, se continuará identificando proyectos con posibilidades ciertas de formularse como MDL. Además, se organizará un evento durante la COP10 en Buenos Aires, en el cual se difundan las iniciativas y oportunidades de la provincia.

COMENTARIOS FINALES

En base el análisis previo, se concluye que la provincia de Misiones cuenta con un vasto potencial para iniciar proyectos de mitigación del Cambio Climático.

El contexto se presenta ampliamente favorables dado que existe una firme voluntad política de las partes interesadas, condiciones institucionales a nivel país, abundantes fuentes de financiamiento, más la viabilidad técnica para la generación de bonos de carbono.

La experiencia internacional, y especialmente la de nuestros vecinos latinoamericanos, demuestra que las oportunidades son grandes. Hasta el presente, la Argentina no cuenta con proyectos MDL de generación biomásica e hidroeléctrica. Iniciar el primer emprendimiento en estos sectores, posiblemente traerá complicaciones, pero le dará a Misiones la trascendente posibilidad de ser pionera con sus consiguientes ventajas.

Será cuestión entonces de coordinar esfuerzos para definir los lineamientos de los proyectos y determinar las próximas acciones para comenzar a trabajar en ellas.

BIBLIOGRAFIA

- CONSERVATION FINANCE (2003).Conservation Finance Guide: Carbon Offset Projects.
- IIED, Ecosecurities and ECCM. 2002. Laying the Foundations for the Clean Development: Preparing the Land Use Sector. A quick guide to Clean Development Mechanism
- IPCC, 2000. Land Use, Land-Use Change and Forestry Report.
- LECOCQ, F. Y Capoor, K. World Bank, 2003. State and Trends of the Carbon Market 2003".
- ME,RNRyT (2003). Primer compendio Cuatrienal Estadístico sobre el Sector Foresto-industrial de Misiones". Posadas, Mnes.
- MEyRNR (2000). Censo de la Foresto-Industria de la Provincia de Misiones. www.misiones.gov.ar/ecologia/Todo/Bosques/censo/censoforestal

- MEyRNR (2000). Inventario Provincial de Bosques Implantados 2001 www.misiones.gov.ar/ecologia/inventForest/Inventario
- MOYANO, F (2003). Joaquín Ledesma & Asociados y The Delphi Group. “Proyecto CACBI: identificación de Proyectos de Conversión de Biomasa y Eficiencia Energética, 1er y 2do Informe”.
- SAGPyA (2002) Plan Estratégico para el Desarrollo de las Pequeñas y Medianas Industrias Madereras de la Provincia de Misiones y Noreste de Corrientes.
- THE DELPHI GROUP y Joaquín Ledesma y Asociados. 2000. Clean Development Mechanism (CDM) Project Opportunities in Argentina: A Market Study for Canadian Companies
- CMNUCC (2004) http://cdm.unfccc.int/cdm/
- WATSON, T. & IPCC Authors. OMM y PNUMA(2001). “Climate Change 2001: Synthesis Report”
- WORLD BANK, BioCarbon Fund. 2003. Background Brief: Carbon Sinks, Climate Change and Sustainable Development

EVOLUCION DEL BOSQUE SECUNDARIO DE LA RESERVA DE GUARANÍ
EVOLUTION OF SECONDARY FOREST OF THE GUARANÍ RESERVE

Norma Vera[1]
Lidia López Cristóbal[1]
Domingo Maiocco[1]
Oscar Gauto[1]
Juan Perié[1]
Graciela Sosa[2]
Mónica López[2]
Silvio Melgarejo[2]
José González[2]

[1] Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM; Bertoni 124 Km3 Eldorado (3380) Misiones. E-mail: nvera@facfor.unam.edu.ar
[2] Alumnos de Ingeniería Forestal adscriptos al proyecto de investigación.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the evolution of a secondary forest of 30 years of age, whose previous use was the agricultural one, which is located in the Guaraní Reserve in Misiones, Argentina.

Changes in richness, diversity and structure that occurred between 1998 and 2003 were analyzed. The results show an evolution of the richness, a slight decrease of the diversity and an important change of the composition with an increase of the 100 % of the abundance of commercial species. The structural evolution is manifested in an increase of the basal area that reached 21,956 m^2/ha, value next to the primary forest.

In opposition to the floristic and basal area evolution, an high increase of the density was obtained with a high grade of recruiting long life shade intolerant species, some more shade tolerant species and none short life shade intolerant species is observed.

The recruiting of more shade tolerant species added to the floristic and structural characteristics found , show that the stage of development of the studied forest adapts to the third phase of succession pattern for a secondary tropical forest, indicating a fast evolution in spite of the previous use to which it was subjected.

Key words: Secondary Forest, Structure, Richness, Diversity, Guaraní Reserve.

RESUMEN

El objetivo del trabajo es evaluar la evolución de un bosque secundario de 30 años proveniente de uso agrícola, ubicado en la Reserva de Uso Múltiple de Guaraní, Misiones, Argentina.

Se analizaron los cambios en la Riqueza, diversidad y estructura arbórea, ocurridos entre 1998 y 2003.

Los resultados revelan una evolución de la riqueza, leve disminución de la diversidad y un importante cambio de la composición florística, con un aumento del 100 % de la abundancia de especies comerciales. La evolución estructural se manifiesta en un aumento del área basal que alcanzó 21,956 m^2/ha, valor cercano al bosque primario. En contraposición a la evolución florística y del área basal se obtuvo un elevado aumento de la densidad con un alto grado de reclutamiento de especies heliófitas durables y algunas más tolerantes, con una ausencia total de heliófitas efímeras. El reclutamiento de especies más

tardías, sumado a las características florísticas y estructurales encontradas señalan que la etapa de desarrollo del bosque estudiado se ajusta a la tercera fase del modelo para bosques secundarios del trópico, permitiendo concluir sobre la rápida evolución a pesar del uso anterior del sitio.

Palabras claves: Bosque Secundario, Estructura, Riqueza, Diversidad, Reserva de Guaraní.

INTRODUCCION

En la provincia de Misiones coexisten distintos factores favorables para el desarrollo de información sobre el potencial productivo y las posibilidades de manejo del bosque secundario. Uno de los más contundentes es la gran superficie que ocupan y la diversidad de situaciones en que se originan (INVENTARIO NACIONAL, 2001; DESCHAMP Y OCHOA , 1987).

Sin embargo y contrariamente a la tendencia en otros países latinoamericanos que lo están considerando como un sistema productivo alternativo, en la Provincia de Misiones existe poca información relacionada a su productividad y manejo en distintas situaciones de uso anterior y disponibilidad de semillas, factores considerados claves para su evolución (REDONDO et al, 2001; MORAES FERREIRA et al, 2002, GUARIGUATA Y OSTERTAG, 2000).

Los estudios disponibles acerca de la evolución de los bosques secundarios señalan que puede recuperar el área basal del bosque primario en tan solo 30 años con provisión adecuada de semillas y suelo no muy degradado (FINEGAN, 1992; HOLZ Y PLACCI, 2003).Durante un largo tiempo de la sucesión el bosque conserva una elevada densidad y una riqueza de especies considerablemente menor a la del bosque primario (HOLZ Y PLACCI, 2003; GUARIGUATA Y OSTERTAG, 2000).

La gama de situaciones abarcadas en los estudios actualmente disponibles para la región misionera y el corto período que abarcan, son aún insuficientes para concluir sobre la productividad de los ecosistemas secundarios misioneros. El objetivo de este trabajo es aportar la información generada sobre la evolución de un bosque secundario de la Reserva de Guaraní, representativo de una situación de uso anterior agrícola y buena disponibilidad de semillas.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El trabajo fue desarrollado en un bosque secundario de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, ubicada en el departamento de Guaraní, Municipio de El Soberbio, en el Centro-Este de Misiones, Argentina. Las coordenadas geográficas correspondientes son 26º 15´ de latitud Sur y 54º 15´ de longitud Oeste de Greenwich (CALDATO *et al*, 2003).

El clima es según Koeppen del tipo – CFA-, macrotérmico, constantemente húmedo y subtropical. Las precipitaciones anuales distribuida en todos los meses del año, oscilan entre 1700 y 2400 mm y la temperatura media anual es de 21°C.

La topografía es de tipo ondulada con zonas de grandes pendientes que definen los complejos de suelos denominados 6 A, 6 B, 9, 3 y 7 (C.A.R.T.A. 1964).

La formación predominante en la Reserva Guaraní cuya superficie total es de 5343 ha, es el bosque primario que corresponde fitogegráficamente a la Zona de Selvas Mixtas, Selva subtropical Oriental comunidad climáxica de la Selva de Laurel y Guatambú (CABRERA, 1994).

La superficie del bosque correspondiente al estudio es de 3 ha y su edad aproximada es de 30 años; fue originado por el abandono de los asentamientos y las

parcelas de cultivo de los aborígenes que habitan el área y sus principales características son el uso anterior al que fue sometido y la gran disponibilidad de semillas.

Metodología

Las mediciones fueron realizadas en los años 1998 y 2003, en una parcela permanente de 1 ha de superficie. El relevamiento incluyó la medición de todos los individuos con un diámetro a la altura de pecho (dap) mayor o igual a 5 cm; las variables registradas fueron: especie, dap y altura total.

La estructura total fue caracterizada por la distribución de frecuencias diamétricas, la densidad total o número de árboles y dominancia total o el área basal Para evaluar los cambios ocurridos en la estructura por especies se utilizaron los parámetros abundancia y dominancia (absoluta y relativa) y el valor de cobertura que combina ambos.

Los cambios en la riqueza florística fueron analizados a través del número de especies y la representatividad de las distintas familias taxonómicas; la comparación de la composición de especies fue realizada a través del índice de similaridad de Jaccard. Para evaluar la diversidad se utilizó el índice de Simpson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución florística

Se obtuvo un aumento de la riqueza en el período de tiempo evaluado, de 5 especies. En las dos ocasiones, las familias taxonómicas que reunían el mayor número de especies fueron las Leguminosas y las Lauráceas (Gráfico 1).

Al comparar la composición florística encontrada en 1998 y la del 2003, el índice de Jaccard señaló una baja similitud florística (0.507), denotando un gran cambio florístico en el período considerado.

La diversidad tuvo una leve disminución (Indices de Simpson 0,941 y 0,918, en 1998 y 2003 respectivamente) que considerando el aumento en la riqueza puede asociarse a un cambio en la representatividad de las especies.

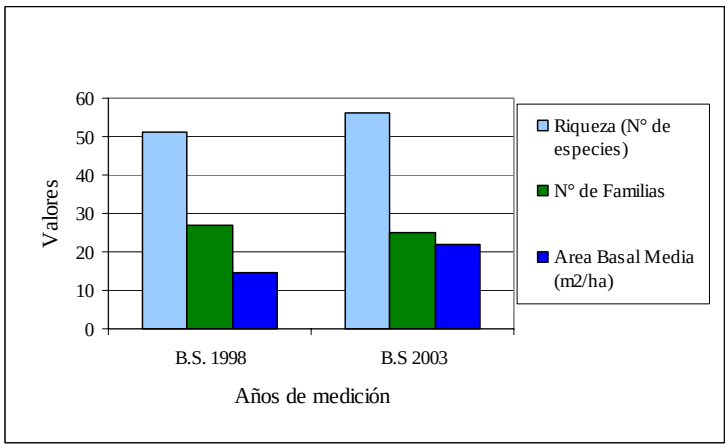


Gráfico 1: Cambios florísticos y estructurales en el bosque de Guaraní
Graph 1: Floristic and structural changes in the Guaraní forest.

Un cambio relacionado a la productividad del bosque es el aumento cercano al 100% de la abundancia de especies comerciales; si bien el aumento es significativo, la proporción de la abundancia de especies comerciales respecto a la densidad total es baja, representando el 15.75%, en contraste a los datos citados para los bosques centroamericano, donde dos o tres especies comerciales representan cerca del 85 % de la

dominancia total en situaciones de bosques similares (MARTINS Y HUTCHINSON, 1996). (**Gráfico 2**).

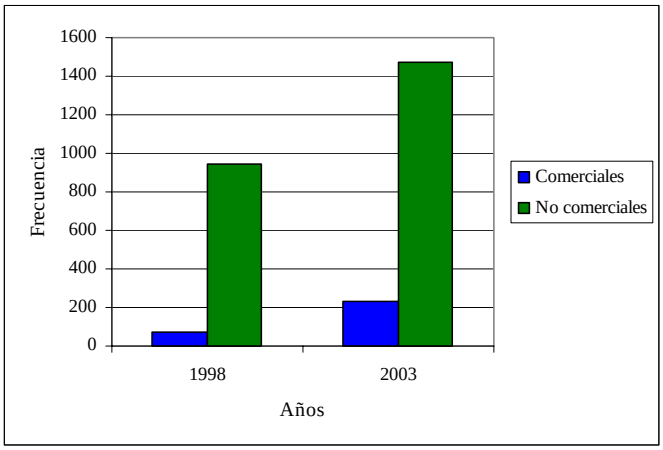


Gráfico 2: Cambios en la densidad de especies comerciales
Graph 2: Changes in a density of comercial species.

Evolución de la estructura

Se registró en cinco años un aumento del área basal total de 7,48 m^2 por ha, significando un incremento medio anual de 1,49 m^2 por ha (**Gráfico 1**). El área basal total encontrada (21,956 m^2 ha^{-1}) presenta un valor cercano al valor registrado para el bosque primario del área que es de 23, 7 m^2 por ha (LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.*, 1996), indicando la gran capacidad de recuperación del bosque secundario (FINEGAN, 1992).

La densidad en el año 2003 fue de 1473 árboles /ha, valor incluido en el rango que señalan HOLZ Y PLACCI (2003) para bosques secundarios de la zona, con edades de abandono similares. Una tendencia observada es el aumento del 56, 34% de la densidad en el período abarcado.

En las curvas de distribución de frecuencias diamétricas para las dos ocasiones se observa un elevado ingreso a las clases de tamaño comprendidas entre 5 y 15 cm de dap, que produjo poca variación en la forma de la curva, pero acentúa una tendencia al mayor grado de discetaneidad del bosque (**Gráfico 3**).

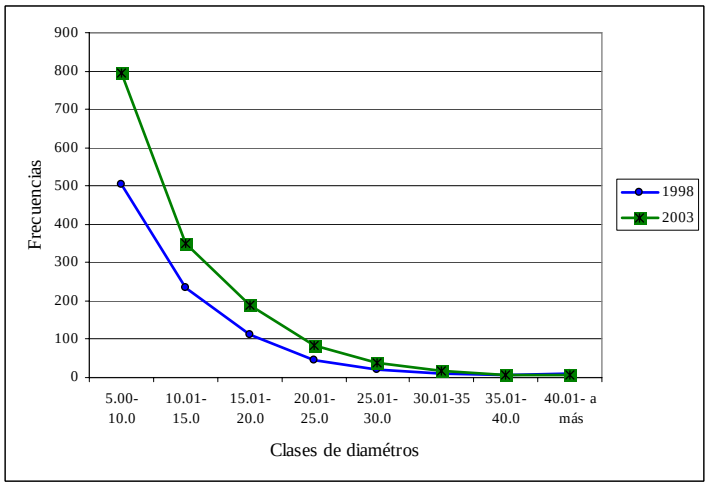
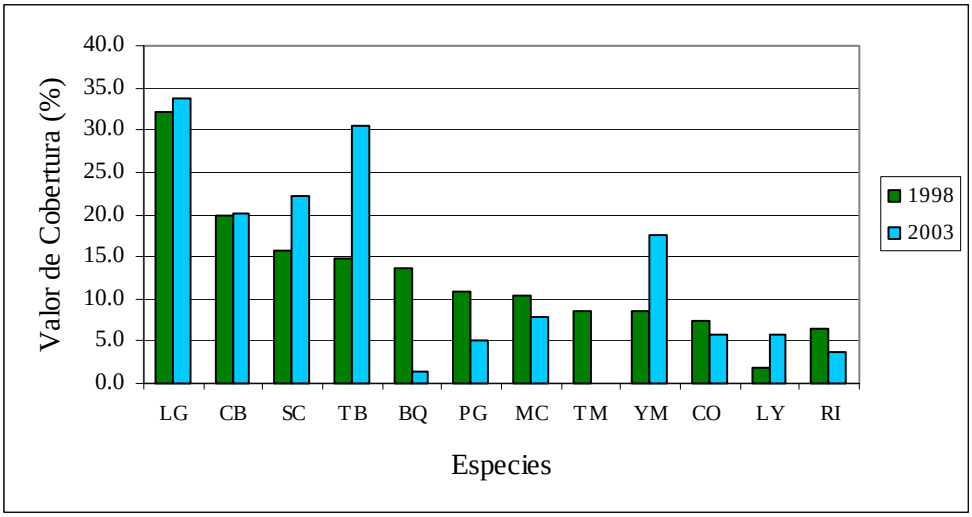


Gráfico3: Distribución de frecuencias diamétricas para el bosque secundario.
Graph 3: Distribution of diameter frecuency to the secondary forest.

Entre las especies que presentaron mayor reclutamiento en las clases de tamaño mencionadas, sobresalen las del grupo ecológico de las heliófitas durables como *Ocotea puberula* Nees. (Laurel guaicá), *Luehea divaricata* C. Martius. (Sota caballo), *Nectandra lanceolata* Ness. (Laurel amarillo) y *Ataleia glazioviana* (Timbó blanco). También se observa una tendencia al reclutamiento de especies más tolerantes a la sombra.

Al analizar los cambios en la estructura para las especies más importantes, se observa que Laurel Guaica es la especie que se mantiene con el mayor valor de cobertura, con muy poco cambio en el período de estudio, mientras otras especies como Timbo Blanco, *Ocotea dyospirifolia* (Laurel Ayuí), Sota Caballo e *Ilex brevicuspis* (Caona) aumentaron significativamente su valor de cobertura (LÓPEZ CRISTOBAL Y VERA;, 1999;VERA Y LÓPEZ CRISTOBAL; 1999).

Las especies *Prunus subcoriacea* (Persiguero), *Trema micrantha* (Palo polvora), *Fagara rohifolia* (Mamica de Cadela), *Sebastiana kommersoniana* (Blanquillo) y *Ocotea pulchella* (Laurel Batalla), sufrieron en el 2003 disminuciones en el valor de cobertura (**Gráfico 4**).



LG Laurel Guaica, **CB** Camboatá Blanco, **SC** Sota Caballo, **TB** Timbo Blanco, **BQ** Blanquillo, **PG** Persiguero, **MC** Mamica de Cadela, **TM** Palo Polvora, **YM** Yerba Mate, **CO** Caona, **LY** Laurel Ayuí, **RI** Rabo Itá.

Gráfico 4: Especies de mayor valor de cobertura en el Bosque Secundario de Guaraní.
Graph 4: Species of major cover value in the secondary forest of Guaraní.

CONCLUSIONES

El bosque secundario de Guaraní presenta una evolución florística y estructural que puede ser asimilada a la de un bosque tropical en condiciones de adecuada fuente de semillas y suelo no degradado. El número de especies encontrado y la evolución observada es acorde a su edad de abandono, aunque aún menor a la del bosque primario y se ajusta al marco teórico y los antecedentes disponibles.

Una tendencia observada en el período de los últimos cinco años de su evolución es la de un gran reemplazo florístico y una mayor discetaneidad.

La recuperación del área basal es rápida, a un ritmo de 1,49 m^2 / ha / año, alcanzando a los 30 años 21, 95 m^2 / ha , valor cercano al del bosque primario de Guaraní; una diferencia estructural que persiste es la elevada densidad.

En el análisis de la distribución de frecuencias diamétricas se observa un elevado reclutamiento de individuos a la clase de tamaño de 5 a 15 cm de dap, con un predominio

de especies de los estadios más avanzados de la sucesión, como las heliófitas durables y algunas tolerantes y la ausencia total de reclutamiento de heliófitas efímeras.

Las características florísticas y estructurales señaladas, sumadas a las tendencias detectadas en el reemplazo de especies, permiten concluir que el estado de desarrollo del bosque secundario de Guaraní puede ser asimilado a la tercera etapa del modelo para bosques tropicales.

BIBLIOGRAFÍA

CABRERA A. 1994. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.. Tomo 1, fascículo I.

CALDATO S.; Vera N. y Mac Donagh P.2003. Estructura Poblacional de *Ocotea puberula* en un Bosque Secundario y Primario de la Selva Mixta Misionera. Ciencia Florestal. Centro de Pesquisas Florestais. Universidad de Santa María. Volumen 13 – Número 1. Santa Maria. Río Grande do Sul. Brasil.

COMPAÑÍA ARGENTINA DE RELEVAMEINTOS TOPOGRÁFICOS Y AEREOFOGRAMÉTRICOS (C. A. R. T. A) 1964. Informe edafológico y cartográfico de la provincia de Misiones. INTA – Ministerio de Asuntos Agrarios de Misiones.

DESCHAMPS J.; Ochoa Ferreira, M. 1987 Estudios sobre las comunidades post climáxicas de Misiones. Actas Jornadas Facultad de Ciencias Forestales. UNaM..

FINEGAN B. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. Informe técnico N° 188. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales. N° 5 CATIE.

GUARIGUATA, M.; Ostertag R. 2000. Neotropical Secondary Forest Succession: changes in structural and functional characteristics. Forest Ecology and Management 148. Pag 185-206. Elsevier

HOLZ S. y Placci G. 2003. Dinámica de Regeneración en Bosques Secundarios Subtropicales. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo INTA. Eldorado, Misiones.

INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATURALES. 2001. Dirección de Recursos Forestales. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación. Buenos Aires.

LÓPEZ CRISTÓBAL, L, Grance L, Maiocco D, Eibl B. 1996. Estructura y Composición Florística del Bosque Nativo en el Predio Guaraní. Yvyraretá Nº 7. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. Argentina.

LÓPEZ CRISTÓBAL, L; Vera, N. 1999. La diversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la Reserva de Guarani, Misiones, Argentina. Yvyraretá Nº9. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. Argentina.

MORAES FERREIRA C; Finegan B; Kanninen M; Delgado D; Segura M. 2002. Composición Florística y Estructura de Bosques Secundarios. Revista Forestal Centroamericana. Costa Rica

REDONDO, A; Vilchez, R; Chazdon, R; 2001. Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques Secundarios en la región Huetar Norte. Revista Forestal Centroamericana. N° 36. Costa Rica.

VERA, N.; López Cristóbal, L. 1999.El potencial productivo de un bosque secundario de la reserva de uso múltiple de Guaraní, Misiones, Argentina. Yvyraretá Nº 9. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. Argentina.

AGREDECIMIENTO: a la profesora de Inglés Silvia Martínez por la traducción.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE NIDOS DE *Atta* y *Acromyrmex* EN MISIONES, ARGENTINA
THE SPATIAL DISTRIBUTION OF *Atta* AND *Acromyrmex* NESTS IN MISIONES ARGENTINA

O. R. de Coll[1],
T.M.C. Della Lucia[2],
F. C. Cuezzo[3],
H. Patzer[1],

[1]Ingeniera Agrónoma E.E.A, INTA, Montecarlo. Fax 54(37511) 480512. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: odecoll@ceel.com.ar.
Ing. Ftal. Empresa Alto Paraná
[2]Profesora del Departamento de Biología Animal, Universidad Federal de Vicosa. Fax 55(31) 8992537. Vicosa,Minas Gerais, Brasil.
[3]Profesora de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Fax 54(381) 4230056. Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán

SUMMARY

Leaf-cutting ant (Formicidae: Myrmicinae) are important pest in agriculture and forest plantation. The nests of *Atta* and *Acromyrmex* exhibited different patterns of spatial distribution. This distribution is usually typical for the species. The aims of this work were to survey the different species of leaf cutting ants and their spatial distribution in areas of Misiones, Argentina. This study was conducted in 1998 and 2000 in La Misionera S.A. and Caraguatay field situated in Montecarlo (54º 48' W, 26º 57' S) in yerba mate (*Ilex paraguariensis*) and manihot (*Manihot esculenta*) respectively. A *Pinus taeda* plantation in SAFAC, S.A., located at Wanda, was studied in 1998 (54º 33´ W, 25º 58´ S). The plot area amounted to 19.5 ha. In the Forest Company Alto Paraná, in 1998, the plantation was situated in Puerto Libertad (54º 30' W, 25º 55' S). The area of the survey amounted to 35 ha. *Pinus caribaea* var *hondurensis*, located in Colonia Delicia, district Eldorado in 1996 (54º 35´ W, 26º 10´ S). The plot area was 5 ha. The nests of each leaf-cutting ant species were located, marked with the coordinates (x,y), the width and length of the loosen soil were measured and the spatial distribution were determined with the Index A (neighborhood nearest). The species found in the surveyed areas were *Acromyrmex lobicornis*, *Atta sexdens* and *Atta vollenweideri*. The spatial distribution of *Acromyrmex lobicornis* nests in La Misionera and *Atta sexdens* in Alto Paraná and Colonia Delicia were of contagious type. Nest distribution in Caraguatay and SAFAC was regular.

Key wortds: spatial distribution, nests, *Atta, Acromyrmex* , Misiones

RESUMEN

Las hormigas cortadoras (Formicidae: Myrmicinae) son plagas importantes de la agricultura y forestación. Los nidos de *Atta* y *Acromyrmex* tienen diferentes patrones de distribución espacial, cada especie tiene una distribución típica. Los objetivos de este trabajo fueron el relevamiento de especies de hormigas cortadoras y su distribución espacial en Misiones, Argentina. Este trabajo fue realizado en los siguientes sitios, en 1998 en una plantación de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) en La Misionera S.A. y en el 2000 en Caraguatay en yerba mate y mandioca (*Manihot esculenta*) ambos situados en Montecarlo (54º 48' W, 26º 57' S). En 1998 en una plantación de *Pinus taeda* de 19.5 ha en SAFAC, S.A., localizado en Wanda (54º 33´ W, 25º 58´ S). En 1998 en una plantación forestal 35 ha de Alto Paraná, situada en Puerto Libertad. (54º 30' W, 25º 55' S). En una plantación de *Pinus caribaea* var *hondurensis*, de 5 ha, ubicado en Colonia Delicia, Eldorado en 1996 (54º 35´ W, 26º 10´ S). Las especies de hormigas cortadoras fueron identificados y los nidos localizados, marcados por medio de sus coordenadas (x,y) y la distribución espacial se determinó por medio del Indice A (vecino más cercano). La parte externa del nido fueron medidos en el ancho, el largo y la altura del montículo de tierra suelta. Las especies encontradas en el relevamiento fueron *Acromyrmex lobicornis, Atta sexdens* y *Atta vollenweideri*. La distribución espacial de los nidos de *Acromyrmex lobicornis* en La Misionera y *Atta sexdens* en Alto Paraná y Colonia Delicia fueron de tipo contagiosa. Los nidos en Caraguatay y SAFAC tuvieron una distribución de tipo regular.

Palabras claves: distribución espacial, nidos, *Atta, Acromyrmex*, Misiones

INTRODUCCION

Los nidos de *Atta* y *Acromyrmex* tienen diferentes patrones de distribución espacial, que son típicos para cada especie (FOWLER *et al*., 1985).

De acuerdo a MATRANGOLO (1998) los nidos de *Trachymyrmex* sp. tienen una distribución espacial de tipo agregada, aunque a veces algunos de estos nidos pueden encontrarse aislados, lo mismo ocurre con *Acromyrmex balzani* (MENDES, 1990). En el Paraguay *Acromyrmex fraticornis* Forel ha colonizado áreas con determinada inclinación del terreno y clase de vegetación (FOWLER & ROBINSON, 1977).

El objetivo de este trabajo fue reconocer las diferentes especies de hormigas cortadoras relacionadas con distintos cultivos y su distribución espacial en diferentes áreas agrícolas de la provincia de Misiones.

MATERIALES Y METODOS

En cada uno de los 5 sitios de muestreo se localizaron y marcaron los nidos de hormigas cortadoras por medio de sus coordenadas de posición (*x, y*) en el terreno.

La parte externa de cada hormiguero se midieron a lo largo de dos ejes perpendiculares. La distribución espacial de nidos, se determinó por el índice A o la distancia de un individuo hacia su vecino más cercano.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las especies reconocidas en las distintos áreas de estudio fueron, *Acromyrmex lobicornis*, *Atta sexdens* y *Atta vollenweideri*.

En La Misionera, la única especie de hormiga cortadora encontrada fue *Acromyrmex lobicornis*. La distribución espacial de los nidos en Caraguatay puede deberse al manejo del suelo, dado que la tierra es permanente trabajada.

La distribución espacial de los nidos en SAFAC fue de tipo contagiosa. Los nidos de mayor tamaño, fueron encontrados en el borde de la parcela de pino. Los nidos en Alto Paraná y los nidos de *Atta vollenweideri*, en la plantación de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en Colonia Delicia, fueron de tipo contagiosa.

El área total cubierta por nidos de hormigas cortadoras en los 5 sitios diferentes estudiados en Misiones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Area (m²) de los nidos de *Acromyrmex lobicornis*, *Atta sexdens* y *Atta vollenweideri* en diferentes sitios de la provincia de Misiones.

Table 1: *Acromyrmex lobicornis*, *Atta sexdens* and *Atta vollenweideri* nests of area (m²), in differents sites of the Misiones province.

Sitio	Area
La Misionera	1,04 m²
Caraguatay	1,65 m²
Safac	1.758 m²
Alto Paraná	3.390 m²
Colonia Delicia	879 m²

CONCLUSIONES

-Las especies de hormigas encontradas fueron *Acromyrmex lobicornis*, *Atta sexdens rubropilosa* y *Atta vollenweideri*.

- En La Misionera se encontró una alta densidad de nidos de *A. .lobicornis*.

-El índice más alto de 58,60 fue encontrado en Alto Paraná para *A. sexdens rubropilosa* indicando una distribución de tipo contagiosa; el índice de *A. lobicornis* en La Misionera fue de 2.44 más alto que en Caraguatay.

-En La Misionera, Alto Paraná y Colonia Delicia la distribución fue de tipo contagiosa.

-La distribución de nidos en Caraguatay y SAFAC fue de tipo regular.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente a Ing. Ftal. W. Lange, al Sr. Manuel Barrios y al Agrónomo E. Tietjen por su colaboración en los trabajos de campo. Mi agradecimiento a todas las Empresas, técnicos y personas por haber facilitado los campos y su colaboración.

BIBLIOGRAFIA

FOWLER, H. G., PEREIRA-DA-SILVA, V. & FORTI, L.C. 1985. Population dynamics of leaf-cutting ants: a brief review. In: LOFGREEN, C.S., VANDER MEER, R. K., Eds. Fire ants and leaf-cutting ants: A synthesis of current knowledge. Boulder: Westview Press 123-145.

FOWLER, H. G. & ROBINSON, S. W. 1977. Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. Bulletin of Entomological Research Vol. 67. 659-666.

MENDES, W. B. A. 1990. Aspectos ecológicos de *Acromyrmex* (M.) *balzani* (Formicidae: Attini) no município de São Geraldo, Minas Gerais. Tese de Magister Scientiae. Viçosa, MG. Brasil 75 pp.

MATRANGOLO, C. A. R. 1998. Efeito do desfolhamento no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e forrageamento de *Trachymyrmex* sp. (Formicidae: Attini). Tese Magister Scientiae. Viçosa, MG. Brasil 64 pp.

MONITOREO DE HORMIGAS CORTADORAS EN EL MUNICIPIO DE PUERTO RICO-MISIONES

CUTTING ANTS SURVEY IN PUERTO RICO AREA, MISIONES

Miguel A. Correa [1]
Roque R. Toloza [1]
Héctor L. Pereyra [1]
Julio C. Bareiro [1]
Rubén A. Costas [2]

[1] Técnicos Agencia Extensión Rural Puerto Rico - INTA. Misiones. Av 9 de Julio 2667. email: apuertorico@prico.com.ar
[2] Ingeniero Forestal. Prof. Adjunto de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. email: rcostas@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

A cooperative project between the Municipalidad of Puerto Rico, Misiones and the AER INTA Puerto Rico, Misiones, was set to know the infestation level of cutting ants on different crops growing in the district. The survey period was between June and July of 2004, using a random stratify sampling method, over a plot population of 25 ha each. The strates were annual crops, yerba mate, adult forestry trees, young forestry trees, cow plots, citrus trees, and natural forestry or capuera. It was considered as variables the ant nest surface, and their density per ha. The average nest surface for the district was of 605,86 m^2 ant nest/ha, with the largest surface on annual crops, yerba mate, and adult forest tree. The number of ant nest/ ha the overall average was the 252 ant nest/ha, with the larger amount of nest on anual crops, yerba mate and citrus trees.

Key words: Cutting ants. Ant Survey. Puerto Rico. Misiones

RESUMEN

El presente estudio se realizó mediante un convenio entre la Municipalidad de Puerto Rico y la AER INTA Puerto Rico, con el objetivo de estimar el nivel de infestación de hormigas cortadoras en los distintos cultivos presentes en dicho municipio. El monitoreo se llevó a cabo entre los meses de Junio y Julio del 2004, utilizando un muestreo estratificado al azar, sobre una población de lotes de aproximadamente 25 ha cada uno. Los estratos considerados fueron cultivos anuales, yerba mate, forestal adulto, forestal joven, potrero, citrus y monte nativo/capuera. Las variables analizadas fueron superficie de nidos y número de nidos por ha. Se encontró una superficie media de 605,86 m^2 de nidos/ha, con mayor superficie en cultivos anuales, yerba mate y forestal adulto. Respecto del número de nidos por ha, el promedio general fue 251,34 nidos/ha, con mayor cantidad de nidos en cultivos anuales, yerba mate y citrus.

Palabras clave: Hormigas cortadoras. Monitoreo de hormigas. Puerto Rico. Misiones.

INTRODUCCION

El aumento poblacional de hormigas cortadoras en la provincia de Misiones ha tomado relevancia en las últimas décadas y en la actualidad constituye un factor

limitante en los diversos sistemas productivos de la región. El daño económico producido tiene su importancia en la menor o mayor afectación en los rindes agrícolas del cultivo, de ahí también la importancia que el productor le brinda a su propagación y control. Los daños pueden ser directos e indirectos, siendo los primeros de un valor considerable y los indirectos de una estimación muy superior. La magnitud del daño de las distintas especies cortadoras depende de la cantidad de hormigueros por hectárea y el aprovechamiento que se destina al terreno (VACCARO, 1997). El impacto en el sector forestal es trascendente, se ha determinado que el efecto de las hormigas contribuye con un 60 % de las pérdidas de prendimiento (RODRIGUEZ, 2001)

Las hormigas "Podadoras" existentes en nuestro país pertenecen a los géneros *Acromyrmex y Atta*, considerados los más voraces (ZUNINO, 1971). Se caracterizan por ser insectos sociales, viven en colonias y la forma de sus nidos es típica para cada especie. En el hormiguero cada hormiga tiene una función que desempeñar y la desarrolla disciplinada e incansablemente. Ninguna espera nada de las otras, ni tampoco trabaja para sí, todas trabajan para la colectividad.

Las hormigas no ingieren directamente las hojas, sino que se alimentan de un hongo cultivados por ellas, utilizando las hojas cortadas como sustrato para el desarrollo del mismo (LINK D. 1997).

Los métodos de control pueden ser mecánicos - físicos y químicos. El primer método constituye barreras para impedir el paso de las operarias (cortadoras y cargadoras) hasta la planta (COSTA, 1958; JURENA, 1980; PACHECO Y BERTI, F 1987; DELLA LUCÍA, 1993). El segundo es realizado con productos que eliminan los hormigueros con sustancias químicas, estos a su vez pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos.

Los cebos granulados representan el método más efectivo por ser estos eficaces y económicos, ya que requieren equipamiento mínimo y normas sencillas de aplicación. La dosis recomendada de los productos a base de clorpirifós, sulfluramida y fipronil es de 10 g/m^2 de tierra removida, para controlar los géneros *Acromyrmex y Atta* (DE COLL, 2003; VACCARO, 1997; LAZZARO, 1997).

El daño que provocan las hormigas cortadoras son siempre de gran magnitud, guardando relación con la cantidad de hormigueros existente en un área dada y al aprovechamiento que se hace del terreno (ZUNINO, 1971).

El objetivo de este trabajo fue estimar el nivel de infestación de hormigas cortadoras en los distintos cultivos presentes en el Municipio de Puerto Rico y calcular la necesidad de productos para su control.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el Municipio Puerto Rico, Departamento Libertador General San Martín, que tiene una superficie total de 12.437 ha, distribuidas según los usos mostrados en el Cuadro 1, con un total 662 lotes y 246 propietarios (CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2002).

Cuadro Nº 1: Distribución de la superficie del Municipio de Puerto Rico según usos de la tierra

Uso	Hectáreas	Porcentaje
Monte y capuera	5078	40 %
Potrero	2637	21 %
Forestal Adulto (mayor 4 años)	1102	10,6 %
Yerba Mate	950	8 %

Cultivos anuales	962	8 %
Zona Urbana y Caminos	784	6 %
Forestal Joven (hasta 4 años)	735	4,4 %
Citrus	189	2 %

Se determinó un área representativa del municipio de Puerto Rico, donde se tuvo en cuenta que los lotes tuvieran una superficie promedio de 25 ha. El área sobre la que se efectuó el relevamiento abarcó un total aproximado de 225 lotes, ubicados en lugares conocidos como Oro Verde, Mbopicuá, Línea Paraná, Línea Mbarigüí, Línea León y Línea Capioví, con una superficie total de 5.625 ha, que representa el 48% de la superficie del municipio. Utilizando el método de muestreo al azar simple se seleccionaron 21 lotes, con una intensidad de muestreo de 9,33 %.

En cada lote seleccionado se realizó un monitoreo detallado de la situación actual, observándose el uso actual del suelo clasificados según los estratos mostrados en el Cuadro 2. Para cada uno de ellos presentes en el lote se establecieron al azar parcelas de 1000 m^2 (20m x 50m). La muestra tuvo un total de 72 parcelas.

Una vez localizada cada parcela se realizó un barrido completo de la misma, obteniendo las variables Nº de nidos y superficie de nidos. Esta superficie se obtuvo midiendo el montículo de tierra suelta en la dirección de dos ejes perpendiculares, teniendo en cuenta su posición geográfica. Para la tarea se conformaron tres grupos de trabajo de tres personas por equipo; cada uno de estos grupos estaba conformado por dos operarios que detectaban los nidos y tomaban sus medidas y un planillero que tomaba los puntos de GPS del hormiguero y volcaba los datos en una planilla.

La información obtenida a campo se procesó en gabinete, teniendo como producto final un plano de distribución de la plaga, su frecuencia (número de nidos por ha) y la superficie de tierra removida en m^2, para los distintos tipos de cultivos.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 puede observarse que el grado de infestación de la plaga expresada en m^2 de nidos por ha y en número de nidos por ha, fue mayor en cultivos anuales y yerba mate y menor en el estrato capuera/monte. La media general de superficie de nidos por ha fue de 605,86 m^2/ha, con una desviación estándar de 1084.66 m^2/ha y un coeficiente de variación de 179,03 %. La media general de nidos por ha fue de 251,34, con una desviación estándar de 371,10 y un coeficiente de variación de 147,75 %. Ambas expresiones del grado de infestación mostraron una alta variabilidad, que se ve reflejada en la Figura 1.

Utilizando los resultados obtenidos y la dosis de cebo granulado recomendada en trabajos anteriores, 10 gr/m^2 de tierra removida, se estimó que la cantidad de producto requerido para controlar las hormigas es de **39.139** kg de hormiguicida granulado.

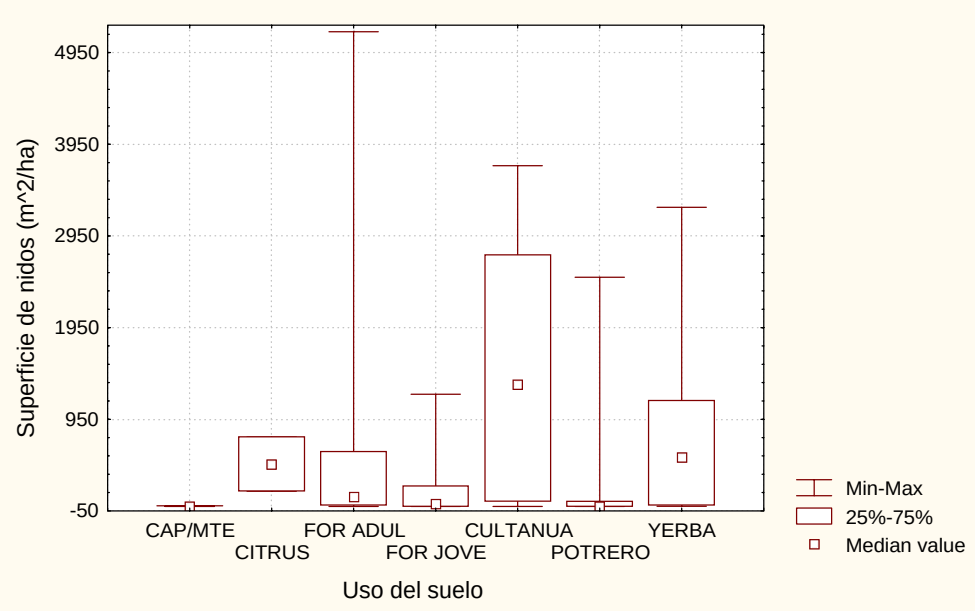
Cuadro 2: Superficie de nidos por ha, cantidad de cebo granulado necesario, número de nidos por ha y superficie media de nidos en cada uso del suelo en el Municipio de Puerto Rico.

USO DEL SUELO	Superficie media (m^2/ha)	Cantidad de cebo necesario (kg)	Nidos/ha	Superficie promedio por nido (m^2)
Cultivo anual	**1427.66**	**13734.12**	**539.91**	**2.72**
Yerba mate	**916.33**	**8705.17**	**491.67**	**1.27**
Forestal adulto	**667.06**	**7350.99**	**175.42**	**2.66**

Citrus	**460.80**	**870.91**	**320.00**	**1.27**
Potrero	**265.62**	**7004.28**	**116.92**	**0.83**
Forestal joven	**198.86**	**1461.64**	**175.00**	**0.96**
Capuera/Monte	**0.22**	**11.43**	**2.50**	**0.02**
TOTALES		**39138.52**		

Para los usos forestal adulto y forestal joven se encontraron densidades de nidos similares. La menor superficie por nido y superficie de nidos por ha encontrada en el uso forestal joven respecto del forestal adulto puede deberse al control de hormigas realizado en los primeros años, hasta lograr la plantación. Una vez lograda la misma, el control deja de realizarse.

Figura 1: valores mínimo, máximo, cuartiles 1 y 3 y mediana de la superficie de nidos por ha en cada uso



CONCLUSIONES

Este monitoreo permitió obtener información objetiva para poder cuantificar los recursos necesarios a los efectos de controlar las hormigas cortadoras y adoptar estrategias de control y líneas de intervención a seguir.

Las distintas maneras utilizadas para expresar el grado de infestación mostraron notables diferencias entre usos del suelo y una alta variabilidad general. Al momento de tomar decisiones respecto de estrategias de control, ambos factores deben tenerse en cuenta, ya que considerar sólo valores medios puede llevar a serios errores en la ponderación de recursos necesarios para el control.

El mayor grado de infestación de la plaga fue encontrado en cultivos anuales y yerba mate y el menor en el estrato capuera/monte.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan Pedro Agostini por su valiosa sugerencia técnica en la ejecución del presente trabajo. Nuestro reconocimiento a los productores que nos acompañaron y facilitaron la tarea de campo, en los lotes que se realizó el monitoreo.

Al Ing. Antonio Uset, por las correcciones realizadas al primer manuscrito de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ARANDA, D.; 1984. Monografía Sobre Suelos de Misiones. Publicación Miscelánea Nº 2. INTA Cerro Azul. pp 1-28

CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2002. http://www.indec.gov.ar/

COSTA, R. G.; 1958 Alguns insetos e outros pequenos animals que danificam plantas cultivadas no Río Grande do Sul. Porto Alegre: Sec. Agric. Ind. Com.,296 pp.

DE COLL, O.; Ribeiro J. 2003. Control de *Atta vollenweideri* Forel y *Atta sexdens rubropilosa* Forel *(Formicidae)* por medio de distintos cebos granulados. INTA Publicación Nº 5 ISSN 0327-9278. pp 1-16

DE COLL, O.; 1998. Ensayo de control de *Acromyrmex lobicornis* Emery (*Formicidae*) con cebo fluramim (Sulfluramida). INTA E E A Montecarlo, Publicación Nº 4 ISSN 0327-9278. Pp. 1-20

DE COLL, O.; 1997.Hormigas cortadoras (Hymenoptera: Formicidae) en bosques implantados de especies resinosas y latifoliadas. 2º Workshop sobre Fitosanidad Forestal del MERCOSUR. Eldorado, Misones. pp 13

DELLA LUCIA, T.M.C.(ed.);1993. As formigas cortadeiras. Vicosa : Editora Folha de Vicosa. Pp 262.

JURENA, L.; 1980. As formigas cortadeiras. Ipagro Informa, Porto Alegre Nº 23 pp 3-17

LÁZARO, M. Uset A., Cáceres, J. Wyss F.;. 1997. Ensayo de control de hormigas cortadoras con Fipronil. Informe interno INTA, Montecarlo, Cambio Rural. Pp1-15

LINK, D. 1997. Hormigas cortadoras, hábitos y su control. XII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Pp I-1 –I-8

LINK, D. 1997. Causas da ineficacia de iscas formicidas granuladas. 2º Workshop sobre Fitosanidad Forestal del Mercosur, Eldorado Misiones. Pp 43

PACHECO, P., Berti F. (ed)1987. Formigas cortadeiras e seu controle. Piracicaba: IPEF. Pp 152

RODRÍGUEZ, F.; 2001. El paquete tecnológico aplicado por Bosque Del Plata S.A. XVI Jornadas Forestales de EntreRíos. Pp XI-1 – XI-28

VACCARO, N.; Mousques J. 1997. Hormigas cortadoras (Género *Atta* y *Acromyrmex*) y tacurues en Entre Ríos. XII Jornadas Forestales De Entre Ríos. Pp-1- Ia-8.

VACCARO, N.; Mousques J.; 197. Ensayo de control de hormigas con cebos tóxicos BLITZ a base de Fipronil.2º Workshop sobre Fitosanidad Forestal del Mercosur Pp 69

ZUNINO H.; 1971. Hormigas podadoras. Datos biológicos. Daños. Distribución geográfica. Métodos de lucha. IDIA Nº 277 INTA. Pp 54-64

ZONIFICACION DE PLANTACIONES DE *Pinus elliottii* Engelm AFECTADAS POR *Sirex noctilio* Fabricius EN EL SUR DEL VALLE DE CALAMUCHITA. CORDOBA. ARGENTINA[1]

ZONIFICATION OF PLANTATIONS OF *Pinus elliottii* Engelm AFFECTED BY *Sirex noctilio* Fabricius IN THE SOUTH OF THE CALAMUCHITA VALLEY. CÓRDOBA. ARGENTINA

Marcela Demaestri [1]
Omar Plevich[2]
Adlih López[3]
Judith García[4]

[1] Ing. Forestal. Dpto Producción Vegetal. FAV-UNRC. Email:mdemaestri@ayv.unrc.edu.ar
[2] Ing. Agr M.Sc. Dpto Producción Vegetal. FAV-UNRC. Email:oplevich@ayv.unrc.edu.ar
[3] Ing. Agr. Dpto Biología Agrícola. FAV -UNRC. Email:alopez@ayv.unrc.edu.ar
[4] Ing. Agr. Dpto Producción Vegetal. FAV -UNRC. Email:jgarcia@ayv.unrc.edu.ar

SUMMARY

The forest production of pines in Córdoba is affected by *Sirex noctilio* F. "woodwasp " which causes the death of the trees and the loss of their woods. Some authors mention a relationship between the site quality and the attack grade by *Sirex*. Places of low site quality such as restrictive topographical factors slope and exposure to light are more likely to be affected.

The objective of this work was to identify and map the site quality based on slope and exposure in a plantation of *P. elliottii*. Homogeneous units accounting for these topographical factors were determined by a digital model of elevations. The results were expressed in maps and a SIG. 24 different sites were identified. The map of areas allows to define homogeneous units visualizing the micro-site differences in mountain areas. Future investigations can establish a relationship between site and level of affectation for Sirex.

Key Words: zonification- *Sirex noctilio*- slope- exposure.

RESUMEN

La producción forestal de pinos en Córdoba es afectada por *Sirex noctilio* F. “avispa barrenadora del pino”, quien provoca la muerte de los árboles tornando a la madera no apta para el mercado. Algunos autores mencionan el efecto de la calidad del sitio sobre el grado de ataque determinando pérdidas importantes en sitios de inferior calidad, considerando limitantes, factores topográficos como pendiente y exposición.

El objetivo de este trabajo fue zonificar una plantación de *P. elliottii*, en base a pendiente y exposición, y elaborar un mapa de sitios. Para ello, se establecieron unidades homogéneas determinadas por estos factores topográficos mediante el modelo digital de elevaciones. Los resultados fueron expresados en un mapa estableciéndose un SIG e identificando 24 unidades homogéneas que permitieron visualizar diferencias de micrositios en zonas serranas y sentar las bases para futuras investigaciones relacionadas a la determinación de sitios de riesgo para *Sirex.*

Palabras clave: zonificación- *Sirex noctilio*- pendiente- exposición

[1] Proyecto aprobado y subsidiado por SECyT-UNRC y Agencia Córdoba Ciencia-

INTRODUCCIÓN

En el Valle de Calamuchita, Córdoba, actualmente la actividad forestal está relacionada con plantaciones de Coníferas especialmente de *P. elliottii y P. taeda* ocupando una superficie de 36202 ha (LARRIEU *et al*., 1998).

Con la introducción en la región de *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera-Siricidae) "avispa barrenadora del pino" se afectó la producción forestal comercial, debido a que este insecto provoca la muerte de los árboles tornando a la madera no apta para el mercado.

En plantaciones bien manejadas, los daños de esta plaga no son graves, las seriamente afectadas son aquellas de edad intermedia, estresadas por un mal manejo forestal, o debilitadas por factores ambientales.

En esta región donde el 45% de los macizos forestales no ha recibido ningún tratamiento silvicultural se han registrado porcentajes de plantas dañadas que varían entre 0% y 26,8% (LÓPEZ, *et al.* 2002).

Estudios realizados en lugares donde se ha introducido la avispa, se centran en aspectos referidos a la bioecología, control biológico, y la aplicación de técnicas y estrategias de manejo de la plaga. En los últimos, se menciona la importancia de la planificación de futuras plantaciones en zonas y sitios de bajo riesgo, como medidas preventivas (LANFRANCO y AGUILAR, 1990). En este sentido, CUMMING *et al*. (1952), citado por MORGAN (1968) y MADDEN (1975) coinciden en que las pérdidas provocadas por *S. noctilio* pueden minimizarse, en primera instancia, con la localización de la calidad de suelos; combinada con prácticas de manejo que mantengan la sanidad y el vigor individual de los árboles. En plantaciones de *P. radiata*, MC KIMM y WALLS (1980), mencionan el efecto de la calidad del sitio sobre el grado de ataque de *S. noctilio*, determinando pérdidas de hasta un 65 % de individuos en los sitios de inferior calidad.

La calidad de sitio se puede estimar mediante distintos métodos que tienen en cuenta uno o más factores. GASTÓ *et al.* (1990) definen al sitio como un ecosistema que, producto de la interacción de factores ambientales, engloba un grupo de áreas abióticamente homólogas, las cuales requieren de un determinado manejo y presentan una productividad potencial cuantitativa y cualitativamente similar.

Los atributos más relevantes son textura y profundidad del suelo, además de aquellos factores topográficos considerados limitantes como pendiente y exposición (LAVANDEROS *et al*., 1994). Estos aspectos de la topografía determinan el microclima del lugar, y el conjunto de factores determina el sitio (DONOSO, 1992).

Diversos trabajos plantean el uso de factores fisiográficos, climáticos y de suelo para zonificar áreas con el objetivo de delimitar unidades homogéneas y agruparlas estableciendo pautas de manejo y aprovechamiento, destacando la relación de estos factores con la productividad actual y potencial de los recursos forestales.

Una metodología que permite establecer unidades homogéneas del relieve son los modelos digitales de elevación del terreno (MDE), que representan la distribución espacial de la altitud en la superficie del terreno (FELICÍSIMO, 1999). Estos MDE integrados a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen diversas aplicaciones y opciones de utilización. Uno de ellos es la generación de nuevos datos espaciales como pendientes, orientaciones, efectos de iluminación, entre otros (BARREDO Y BOSQUE, 1996).

La zonificación en plantaciones del área serrana y valles asociados, permitirá en futuras investigaciones establecer relaciones entre indicadores de calidad de sitio y grado de ataque de *S. noctilio*. Además, considerando que en la provincia de Córdoba existen 250.000 a 300.000 ha aptas para forestar (WEAVER *et al*., 1994), la zonificación permitirá disponer de

la información necesaria sobre los nuevos sitios a forestar y/o los costos a asumir para un manejo sustentable de nuevas plantaciones.

Se plantea como **hipótesis** que los factores físicos pendiente y exposición permiten zonificar sitios susceptibles al ataque de *S. noctilio*.

El **objetivo** de este trabajo fue zonificar el área de estudio en una plantación de *P. elliottii*, en base a las variables físicas pendiente y exposición, y elaborar un mapa de sitios.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una forestación de *P. elliottii* de 1908 ha y de 26 años de edad, ubicada a 5 Km. de la localidad serrana de Alpa Corral en el sur del Valle de Calamuchita, Dpto Río Cuarto, provincia de Córdoba (32º38′82" latitud Sur y 64º45′80" longitud Oeste). La masa es coetánea con una densidad inicial de 2000 plantas por ha, un marco de plantación de 2 x 2.5 m, sin tratamientos silviculturales de poda y/o raleo. En ocasiones, algunos rodales han sido aprovechados en la obtención de madera y otros en la extracción de resina. Posee un camino principal interno, con buena accesibilidad en el extremo SE y pobre hacia el O.

En la zonificación se utilizaron los siguientes materiales:

- Hojas topográficas de la Dirección de Catastro de la Pcia. de Córdoba, 1988. Escala 1:50000.
- Hoja 3316-12-3, Mesada del Crespo y 3316-12-4, Río de los Sauces.
- Imágenes LandSat TM
- Fotografías aéreas en escala 1:20000 (1972), 1:60000 (1988)
- Software IDRISI.

Para ello, se utilizó el método desarrollado por GASTÓ *et al*. (1990), adaptado a las condiciones del trabajo. Se definieron unidades de sitio empleando las variables pendiente y exposición (orientación de la pendiente) sobre la base de cartas topográficas que permitieron obtener los desniveles o pendientes dominantes a partir de la distancia calculada entre curvas de nivel, con densidad conocida, según la fórmula (MURPHY, 1968; GALLARDO y GASTÓ, 1987) citada por LAVANDEROS *et al.* (1994): Tg=h/L=arctg h/L=n

El rango de pendientes se determinó utilizando la propuesta de FAO, 1985; adaptada a las condiciones topográficas de la zona, estableciendo seis clases:

- Plano suave: 0-4%
- Plano inclinado: 4-8%
- Ondulado suave: 8-15%
- Ondulado inclinado: 15-30%
- Cerro suave-inclinado: 30-50%
- Cerro inclinado: mayor al 50%

La exposición del sitio a la radiación solar se agrupó en cuatro clases:

- Norte: de 315° a 360° y de 0°a 45° (NO-N-NE)
- Este: de 45°a 135° (NE-E-SE)
- Sur: de 135° a 225° (SE-S-SO)
- Oeste: de 225° a 315° (SO-O-NO)

Las unidades homogéneas determinadas por la topografía se obtuvieron con el software IDRISI (EASTMAN, 1997) mediante el desarrollo del modelo digital de elevaciones (MDE) (FELICÍSIMO, 1999). Los resultados fueron expresados en un mapa de sitios estableciéndose un SIG.

RESULTADOS

Se determinó que las cotas altitudinales varían entre 884 y 1586 msnm y la pendiente media es del 15% con una orientación general hacia el sureste.

De las combinaciones entre pendientes y exposiciones surgen 24 unidades de sitios. (Fig. 1).

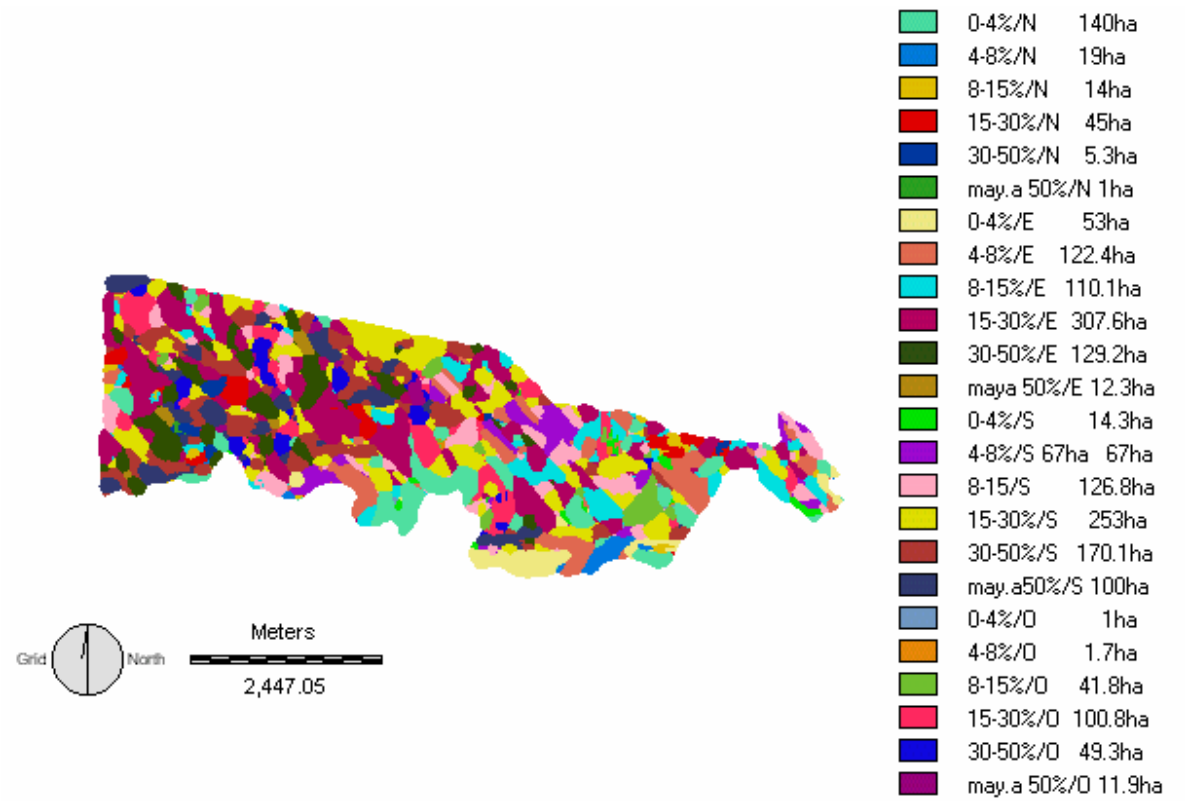


Fig. 1: Mapa de sitios según pendiente y exposición
Map of places according to slope and exposure.

CONCLUSIONES

La zonificación de áreas permite delimitar unidades homogéneas en base a pendiente y exposición. Estudios futuros que relacionen estos factores con el daño actual y potencial de *S. noctilio* posibilitarán establecer pautas de manejo de la plaga.

El uso de las variables pendiente y exposición como indicadores de calidad del sitio permitirá determinar su relación con el crecimiento de los árboles y extrapolar la predicción del rendimiento de áreas con árboles a otras donde no existen datos de crecimiento directo.

La aplicación del SIG es una herramienta importante que permite integrar los datos originales y visualizar las diferencias de micrositios en zonas serranas.

BIBLIOGRAFIA

BARREDO J. I., J. Bosque. 1996. Delimitación de unidades homogéneas del relieve a partir de un modelo digital de elevaciones. Estudios Geográficos. Tomo LVII, nº 225.

DONOSO, C. 1992. Ecología forestal. El bosque y su medio ambiente. Tercera Edición. Editorial Universitaria. Universidad Austral de Chile. 369pp.

EASTMAN, R.J. 1997.Idrisi para Windows. 130pp.

FAO. 1985. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO: Montes 48. Roma. 106pp.

FELICÍSIMO, A. M. 1999. La utilización de los MDT en los estudios del medio físico. En: http://etsimo.uniovi.es/~feli/

GASTO, J.; Silva F.; Cosio, F. 1990. Sistema de clasificación de los pastizales andinos de Sudamérica. Reinos, dominios y provincias. Red de pastizales andinos (REPAAN). Departamento de Zootecnia, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 88pp.

LANFRANCO D., A. Aguilar. 1990. Opciones de control para *Sirex noctilio*: una revisión (Hymenoptera-Siricidae). Bosque, 11(2): 9-16.

LARRIEU, M.; Salvaré, F.; Medvescig, M.; Clemente, N. 1998. SAGPyA Forestal ISSN 0328-9710. (6): 2 - 16.

LAVANDEROS L., Gastó J, Rodrigo P. 1994. Hacia un ordenamiento ecológico-administrativo del territorio. Sistemas de información territorial. Ministerio de Bienes Nacionales. Pontificia Universidad Católica de Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Corporación Chile-Ambiente. Santiago, Chile. 197pp.

LÓPEZ, A.; Demaestri, M.; Zupan, E.; Barotto, O.; Viale, S., Degioanni, A. 2002. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el manejo de Sirex noctilio F., "La avispa barrenadora de los pinos", en el valle de Calamuchita - Córdoba - Argentina. Revista Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Madrid. España 11 (2): 299 - 310.

MADDEN, J.L. 1975. “An Analisis of an outbreak of the woodwasp *Sirex noctilio* (Hymenoptera-Siricidae). Bull. Entomology Res.67: 405 - 426.

MC KIMM, R.; Walls, J. 1980. *Sirex noctilio* F. and its insects parasitoide and nematode parasite in *P. radiata* plantations at Delatite, east-central Victoria. Australian Forestry Research Newsletter, (6): 229-230.

MORGAN, D.F. 1968. Binomics of Siricidae. Annual Review of Entomology, Palo Alto, 13: 139-56.

WEAVER, P; Chedzoy, B; Ingaramo, P; Demaestri, M. 1994. Situación de la actividad foresto-industrial en el Valle de Calamuchita. Informe técnico. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 12pp.

RELACIÓN DE *Phomopsis spp.* CON LA MUERTE DE ÁRBOLES DE KIRI (*Paulownia spp.*) EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES

RELATIONSHIP OF *Phomopsis spp.* WITH THE TREE DECAY OF KIRI (*Paulownia spp.*) IN THE NORTH OF MISIONES

Delia Marlene Dummel[1]
Juan Pedro Agostini[2]
Alicia Stehr[3]

[1] Ing. Forestal. Eldorado, Misiones. Email: deliadummel@hotmail.com
[2] Ph. D. Laboratorio de Patología Forestal. Fac. C. Ftales. UNaM. Misiones. Email: frumonte@ceel.com.ar
[3] Ing. Forestal. Laboratorio de Patología Forestal. Fac. C. Ftales. UnaM. Misiones. Email: astehr@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

In Kiri (*Paulownia spp.*) plantations of Misiones province, some trees are often decaying and its cause remaing unknown. Several microorganism had been associated with these sintomatology, however has been found frequently the fruiting bodies of *Phomopsis spp*., mainly on dead twigs from affected trees. To find a relationship of *Phomopsis spp* with the decaying trees, samples of green twigs from apparently healthy trees sourrounded by declining trees were taken every two months. Twigs about 10 cm long and about 0.5 to 1 cm in diameter were colected from those trees at three different locations. The twig were baged on independient screen bags with 6 twigs each and three replication for location and sampling time. The twigs were dried out at regular environment under a Kiri tree to determine the season which after drying produced the largest amount of mature picnidia and sporulation to spread around.

When the twigs reach a constant wieght the number of mature picnidia is increasing with a mayor peak during the July- August counted; from twigs collected during the last December or February sampling. A similar behavior was observed on twigs until they lost the total humidity and died. The conidia are water splashed, so the rain is their principal spreading agent, thus when the emerging picnidia are mature from the drying twigs mainly at the end of the winter, a larger amount of conidia are water splash for the spring rains to a new flashes either from the same tree or adyacent trees given source a new cycle or the disease and a later dead of the twigs, mainly after a stress period caused by drought or later freeze.

Key words: Kiri, Paulownia, Phomopsis, Mature picnidia.

RESUMEN

En plantaciones de Kiri (*Paulownia spp.*) de la provincia de Misiones se presentan individuos con hojas de tamaño más reducido que lo normal y con posterioridad a las brotaciones de primavera. Las mismas se tornan amarillentas con defoliación y secado de las ramas hasta progresar y conducir a la muerte del árbol, y su causa permanece aún desconocida. Diversos microorganismos han sido relacionados con este síntoma, aunque es muy frecuente detectar la presencia de cuerpos fructíferos de *Phomopsis spp*., estado asexual del *Diaporthe spp*, en ramas secas desde árboles afectados por este declinamiento. Para relacionar la presencia de *Phomopsis spp.* con este declinamiento se tomaron bimestralmente ramas verdes de 10 cm de largo aprox. y 0,5 a 1 cm de diámetro, desde árboles de Kiri aparentemente sanos pero rodeados de árboles con síntomas evidentes de declinamiento desde

diferentes localidades de la provincia. Las ramas fueron colocadas independientemente en bolsas de telas mosquitero con 6 ramas por bolsa y tres repeticiones por localidad y época de muestreo. Las ramas fueron colgadas desde ramas de un árbol de Kiri para su secado en forma natural bajo las condiciones ambientales normales para posteriormente determinar en condiciones de laboratorio la mayor cantidad de picnidios maduros y determinar la época del año en que se produce la mayor esporulación.

La mayor cantidad de *Phomopsis spp.* fue encontrada en las ramas recolectadas en la localidad de Montecarlo, que en las otras dos localidades. A medida que las ramas van perdiendo humedad y manifestando un peso constante, el número de picnidios maduros observados aumenta considerablemente, con un pico máximo durante los meses de julio – agosto, correspondientes a las muestras de ramas extraídas en diciembre del 2002 y febrero del 2003; este comportamiento se mantiene hasta un punto en que las ramas dejan de perder humedad y se produce la muerte de la misma. El principal agente dispersor de este patógeno es la lluvia, por lo tanto cuando los picnidios maduran sobre las ramas secas principalmente a fines de invierno gran cantidad de conidios maduros son diseminados por las lluvias primaverales, que esparcen el patógeno a brotes del mismo árbol y/o de árboles vecinos, reiniciándose nuevamente el ciclo y produciendo la posterior muerte de la rama principalmente luego de un período de estrés por sequía o heladas tardías.

Palabras claves: Kiri, Paulownia, Phomopsis, picnidios maduros.

INTRODUCCIÓN

El kiri *Paulownia spp*. es un árbol originario de China Central que fue introducido en la Argentina a finales del siglo pasado. Es una especie de rápido crecimiento (38 m^3/ ha / año) con un turno a los 14 años. Diferentes plagas y enfermedades afectan las plantaciones de kiri. Una de las principales enfermedades y que ha sido limitante del cultivo de kiri en China es la enfermedad de escoba de bruja, causada por un micoplasma (MLO) (Consolmagno y Burke, 1972). Trabajos realizados, con el objeto de determinar la causa de la sintomatología citada, dieron como resultado la existencia de diversos tipos de patógenos correspondientes a organismos del suelo como *Phytophthora s*pp y *Fusarium spp* (Agostini *et al.*, 2002), aunque los resultados de las pruebas de patogenicidad no han sido concluyentes. Además de los organismos citados, es frecuente detectar la presencia de cuerpos fructíferos de *Phomopsis spp*., estado asexual del *Diaporthe spp,* en ramas secas desde árboles afectados por este declinamiento.

En cítricos, Phomopsis se presenta durante todo el año causando amarillamiento de las hojas, las cuales presentan un tamaño menor de lo normal, y posterior muerte de las ramas infectadas por desecamiento. En su estado inicial, en ramas jóvenes, se presenta como pequeños puntos oscuros apenas visibles a simple vista que a medida que transcurre el tiempo de exposición de las mismas a la enfermedad comienzan a producir el secado de las mismas, favoreciendo de esta forma que el hongo madure y aumentando la incidencia del ataque del mismo a medida que las ramitas se van secando. Los cuerpos fructíferos se presentan como puntos oscuros eruptivos, que salen por debajo de la corteza y cuando maduros segregan una sustancia cremosa de color blanquecino en presencia de humedad que contienen las esporas del hongo, elemento que con la lluvia como principal agente de dispersión da lugar a nuevas infecciones (*Timmer y Duncan,* 1999). Además, *Phomopsis spp*. es causante de varias enfermedades en distintos hospederos, entre las cuales podemos citar: coníferas, cítricos, durazneros, manzanas, y vid. Para el caso de las coníferas se la conoce con el nombre de Cancro de Cupresáceas, producido por *Phomopsis juniperovora* Hahn, el cual esta asociado con viveros, plantines y el tizón de las ramas del Enebro y otras coníferas, incluidas el Cedrus, Cupresus, Sequoia, Taxus y Tsugas spp. (Everett y Lewis,1999). Considerando la similitud de

síntomas en distintos hospederos con aquellos encontrados en árboles de Kiri en estado de declinación, y habiéndose detectado la presencia de Phomopsis en observaciones aisladas de ramas secas de kiri, se establece como objetivo del trabajo Determinar si cuerpos fructíferos de ***Phomopsis*** sp se desarrollan sobre ramas secas de Kiri (*Paulownia spp*.).

MATERIALES Y METODOS

Selección de las plantaciones para el muestreo

Diferentes plantaciones de kiri del norte de Misiones fueron relevadas para determinar la incidencia de la mortandad de árboles de esta especie por causas aún desconocidas. Las muestras fueron tomadas desde plantaciones de 3 localidades diferentes: que Santiago de Liniers, Monte Carlo y Eldorado, todas de Misiones.

Recolección de muestras

Para la identificación y descripción del patógeno se procedió a la extracción de ramas con una pértiga extensible, tratando de obtener ramas apicales verdes pero que se encuentren cercanas a ramas secas de la planta o de las plantas vecinas a las mismas. Con una tijera de podar al momento de extracción de las muestras las hojas fueron eliminadas y las ramas seccionadas para colocarlas en bolsas de polietileno para ser llevadas al laboratorio.

En laboratorio, las ramas con un diámetro de aproximadamente 0,5 – 1 cm, fueron seccionadas en porciones de 10 cm de largo. Un total de 6 de estas ramas fueron colocadas en bolsas construidas de tela mosquitero de 10 cm X 10 cm e identificadas por localidad y fecha de recolección. Previo a la colocación de las ramas en las bolsas fue determinado el peso total de esta muestra. Un total de tres repeticiones fueron preparadas para cada fecha de recolección por localidad. El presente trabajo tuvo una duración de 1 año desde diciembre del 2002 a diciembre del 2003 y cada set de muestras fue obtenida bimestralmente.

Las bolsitas, preparadas luego de cada fecha de recolección, fueron colgadas en un árbol de Kiri para exponerlas a las mismas condiciones ambientales y producir el secado de las mismas. Los datos climáticos fueron considerados para intentar correlacionar la incidencia de los mismos en la producción de picnidios del patógeno.

Estudios de laboratorio

Cada dos meses las muestras de ramas que fueron secadas al ambiente bajo el árbol de Kiri fueron trasladas al laboratorio. En el laboratorio, las ramas por repetición y por fecha de muestreo fueron pesadas independientemente para obtener un peso promedio de la muestra. Posteriormente, las ramas fueron colocadas en cámara húmeda manteniendo la independencia de las muestras. Las cámaras mantuvieron una humedad relativa del 95% en condiciones de laboratorio. Una vez transcurridas las 72 hs. de encontrarse en ambiente saturado se procedió a la cuantificación de los picnidios maduros de *Phomopsis* para cada una de las ramas bajo lupa binocular para obtener el promedio general por muestra para cada recolección y por localidad. Si la forma sexual del hongo era observada se registraba su presencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

El peso de las ramas colectadas de Kiri desde las distintas plantaciones del norte de la provincia de Misiones disminuyó notablemente en los dos primeros meses luego de cosechadas desde el árbol muestreado. Luego de los dos meses desde cosecha el peso de las ramas tiende a permanecer constante o con muy poca disminución, aunque durante los primeros relevamientos las mismas aún permanecen aparentemente viables. Esta situación se presenta uniforme para las muestras colectadas en distintas fechas del año y para las tres locaciones de muestreo; sin embargo aquellas colectadas durante el mes de abril la disminución del peso fue más lenta que para el resto de las otras fechas de muestreo. Esta situación puede ser debido a la disminución de las temperaturas correspondientes a los meses

invernales lo cual incluye la ocurrencia de heladas y a las bajas precipitaciones durante los meses de mayo de abril y mayo. Esta situación se manifiesta principalmente en las ramas colectadas desde las plantaciones de Eldorado y Montecarlo.

La mayor presencia de picnidios maduros de *Phomopsis spp*. se manifestó en todas las fechas de muestreo en las ramas colectadas en la localidad de Montecarlo (Fig.1), mientras que en las ramas correspondientes a las plantaciones de Santiago de Liniers y Eldorado el número de picnidios maduros encontrados fue menor que en la anterior localidad para todas las fechas de muestreo. Si bien el porcentaje de árboles afectados es inferior en la plantación de Montecarlo al de las otras dos locaciones, la mayor presencia de picnidios maduros puede estar relacionado a la proximidad de manchones agrupados de árboles manifestando síntomas de declinamiento, y por lo tanto estar expuestos a una mayor presión de inóculo que en las ramas obtenidas desde las otras dos locaciones.

En las plantaciones de las tres localidades el mayor número de picnidios maduros ha ocurrido durante los recuentos realizados durante el mes de agosto de 2003. Este mayor número de picnidios maduros ha sido detectado en las ramas extraídas al inicio del experimento, correspondientes a los meses de Diciembre de 2002 y Febrero de 2003 (Fig. 2). El número de picnidios maduros en las ramas correspondientes a las posteriores cosechas fue relativamente muy bajo en relación a las anteriores extracciones citadas. En las tres localidades el mayor pico se detectó en el recuento del mes de agosto, aunque en las ramas de la plantación de Montecarlo se observa un pico de picnidios maduros durante los recuentos de otoño (marzo-abril). Estos picos no se presentan en las otras dos localidades.

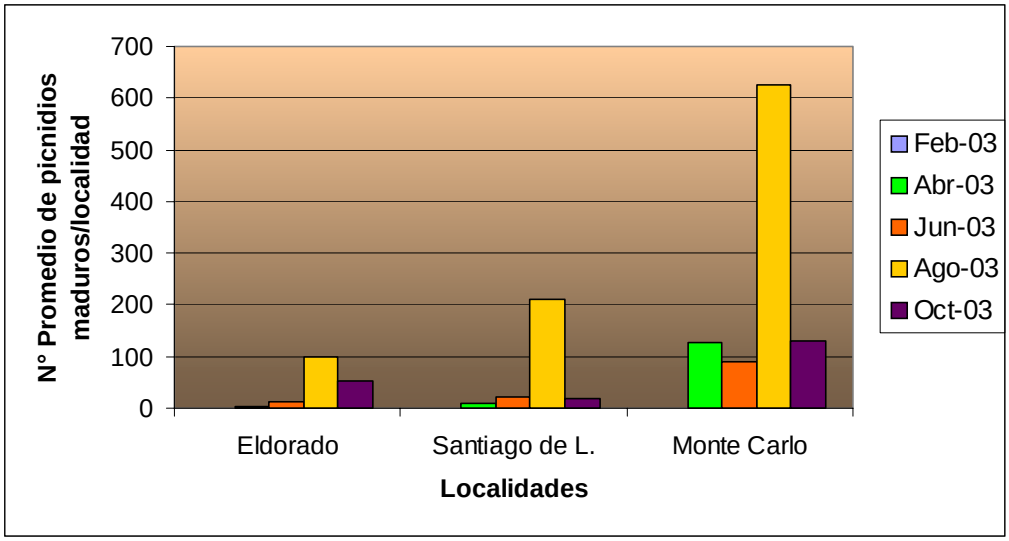


Fig. 1. Promedio del número de picnidios maduros de *Phomopsis spp.* por muestra de 6 ramas por repetición obtenidas de árboles de Kiri *Paulownia spp.* en distintas fechas de muestreos, y desde tres locaciones diferentes de la provincia de Misiones.
Fig. 1. Average of the mature picnidia number of *Phomopsis spp*. per sample of 6 twigs per replication from Kiri *Paulownia spp.* trees at several sampling times, and from three different location of Misiones.

El comportamiento de Phomopsis registrado en los recuentos de picnidios maduros a partir de ramas secas de Kiri coincide con los reportados para otros hospederos (Timmer y Duncan, 1999; Fernández Valiela, 1978; Timmer *et al*. 2000), en los cuales períodos de stress causados por heladas y/o sequías aumentan, además del secado de ramas, la esporulación de este hongo ante condiciones ambientales propicias para la dispersión de la enfermedad.

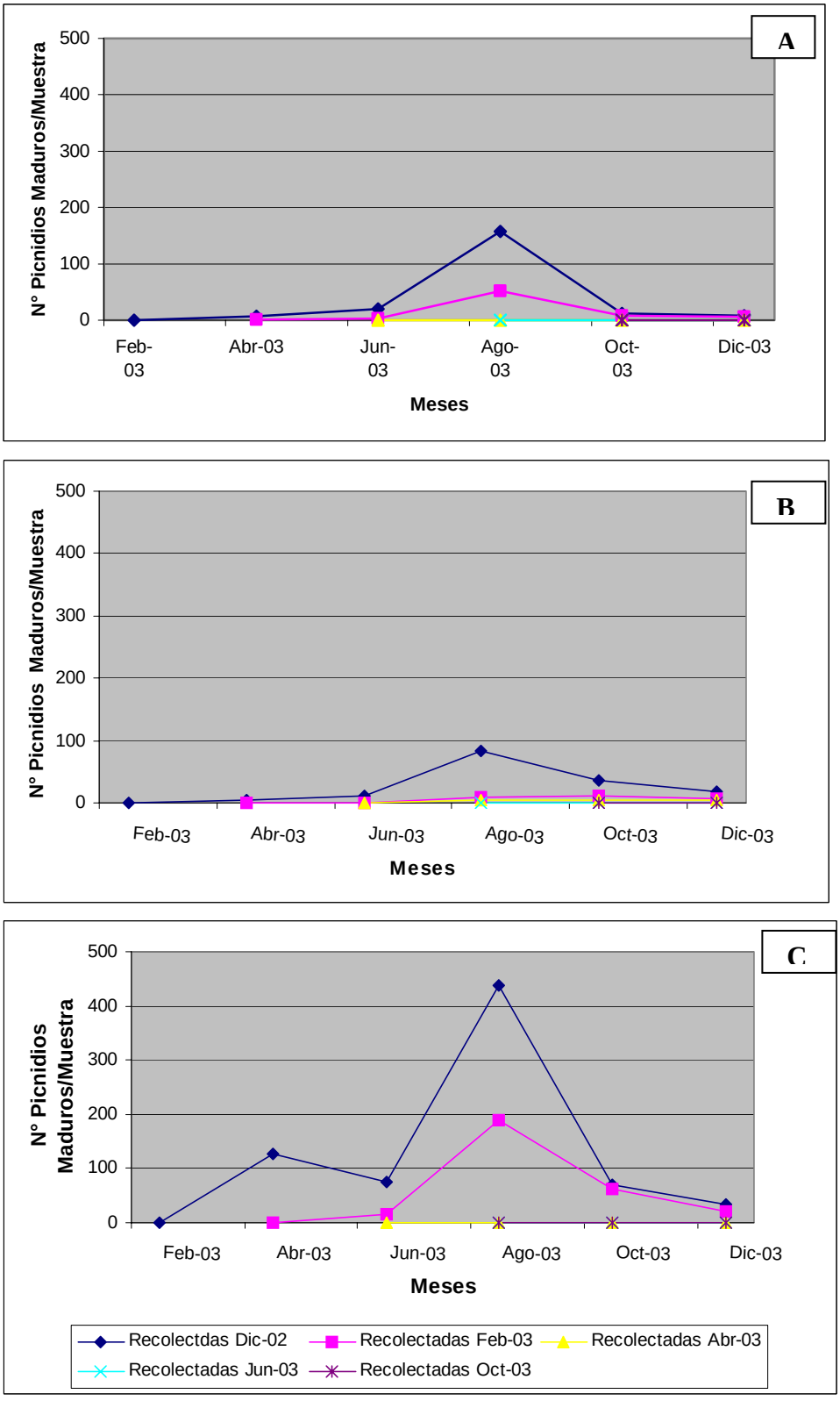


Fig. 2: Evolución del número de picnidios maduros promedio de *Phomopsis sp*p. por fecha de recuento teniendo en cuenta las fechas de recolección en plantaciones de Kiri (*Paulownia spp.)* desde tres locaciones: Santiago de Liniers (A); Eldorado (B), y Montecarlo (C), observadas bimestralmente a través del período de estudio.

Fig. 2: Evolution of the average number of the mature picnidia of *Phomopsis sp*p through the time colectec from twigs of Kiri (*Paulownia spp.)* trees fron three locations: Santiago de Liniers (A); Eldorado (B), y Montecarlo (C).

CONCLUSIONES

- *Phomopsis spp.* es un patógeno que encuentra las condiciones propicias (ambientales y de hospedero) para desarrollarse sobre *Paulownia spp*.
- A medida que las muestras de ramas de Kiri (*Paulownia spp*) van perdiendo humedad, y manifestando un peso constante, el número de picnidios maduros observados aumenta considerablemente.
- Las ramas de Kiri presentan constancia de peso a partir del segundo mes desde su recolección.
- La época de mayor maduración de picnidios de *Phomopsis* se manifiesta durante los meses de julio agosto para todas las localidades en estudio, exactamente previo al período de inicio de brotación del árbol.
- La mayor presencia de picnidios maduros de *Phomopsis spp*. se manifestó en todas las fechas de muestreo en las ramas colectadas en la localidad de Montecarlo.
- Luego de un año de observación y recuento las ramas ya no producen picnidios maduros, esto es debido a la pérdida total de humedad de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGOSTINI, J. P., R. R. Toloza, T. Argüelles, C. Domecq, A. Sther, D. Olocco, y A. Picolli. 2002. Determinación de la posible causa de la mortandad de árboles de Kiri. 9^{nas} Jornadas Forestales. Eldorado, Misiones. (Resumen).
- CONSOLMANGO, E. y T. J. Burke. 1972. Kiri, Exigencias y técnicas de cultivo. Monografía. Campinas, San Pablo, Brasil. 208 Pág.
- EVERETT, M . H., y K.J. Lewis. 1999. Compendium of Conifer Diseases. Pág. 48.
- FERNÁNDEZ VALIELA. 1978. Introducción a la Fitopatología (3ra Edición). Volumen III: Hongos. Pág. 515-518, 523-525, 529, 682.
- MONDAL, S. N., J. P. Agostini, L. Zhang and L. W.Timmer. 2004. Factors Affecting Production of *Diaporthe citri* on Detached Citrus Twings. Plant Dis. 88:379-382.
- TIMMER, L. W., y L. W. Duncan. 1999. Citrus. Health Management. Pág. 110.

EFECTOS DEL PARASITISMO DEL NEMATODO *Beddingia* (=*Deladenus*) *siricidicola* EN INSECTOS ADULTOS DE LA AVISPA DE LOS PINOS *Sirex noctilio*

EFFECTS OF THE NEMATODE *Beddingia* (=*Deladenus*) *siricidicola* PARASITISM IN ADULTS STAGE OF WOOD WASP *Sirex noctilio*

Edgar R. Eskiviski [1]
Gabriela Faraldo [2]
Olga del R. de Coll [3]

[1] - Ing. Ftal. E.E.A. Montecarlo I.N.T.A. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo Misiones. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar
[2] - Tec. Univ. Saneam. Amb. Laboratorio de Cría de nematodos *Beddingia siridicidicola* - E.E.A. Montecarlo I.N.T.A. E-mail: proteveg@ceel.com.ar
[3] - Ing. Agr. E.E.A. Montecarlo I.N.T.A. E-mail: odecoll@ceel.com.ar

SUMMARY

The nematode *Beddingia siricidicola* is the most important agent for the biological control of the wood wasp *Sirex noctilio*. Since the introduction of *S. noctilio* in South America, their massive production technology and its applications on affected tree was first imported to Brazil from Australia and later to Argentina, whit a laboratory for their production located in EEA Montecarlo (INTA).

Beddingia siricidicola parasitism is done when the nematode enter in the wasp's body during the insect larval stage inside the wood. Sometimes an adult size diminution occurs when there are a strong parasitism and in some cases lead to host dead. The presence of non infective nematode strains can occurs. Which can penetrate in the larval body but could not affect the eggs viability, thus are ineffective to sterilized adult *S. noctilio* female.

In this study was determinate a diminution in the *S. noctilio* adults size infected by *B. siricidicola*. The 89,6% of *S. noctilio* female infected show all the eggs whit juvenile nematode inside, demonstrate a high infective capacity for the nematode strain used.

Key words: parasitism, *Beddingia siricidicola*, *Sirex noctilio*, insect size, insect ovary.

RESUMEN

El nematodo *Beddingia siricidicola* es el principal agente para el control biológico de la avispa de los pinos *Sirex noctilio*. Con la introducción de *S. noctilio* en Sudamérica, la tecnología de producción masiva del nematodo y su aplicación en árboles afectados fue importada a Brasil desde Australia y luego a nuestro país, con un laboratorio de cría en la E.E.A. Montecarlo (INTA).

El parasitismo de *B. siricidicola* se produce cuando este ingresa al cuerpo de la avispa en el estado larval del insecto en la madera, produciendo una disminución del tamaño de los insectos adultos cuando estos son fuertemente parasitados pudiendo inclusive provocar la muerte del

hospedero. Existen cepas del nematodo que penetran en las larvas pero no afectan la viabilidad de los huevos y por lo tanto no son efectivos para causar esterilidad en las hembras de *S. noctilio*.

En el presente estudio se determinó una reducción significativa en el tamaño de los insectos que presentaron parasitismo del nematodo. En las hembras parasitadas el 89,6% de estas presentaron la totalidad de sus huevos conteniendo nematodos juveniles, demostrando alta capacidad de parasitismo por parte de la cepa utilizada.

Palabras clave: Parasitismo, *Beddingia siricidicola, Sirex noctilio*, tamaño, ovario.

INTRODUCCIÓN

La avispa de los pinos *Sirex noctilio* es un insecto originario del Hemisferio Norte que para poder desarrollar su ciclo de vida provoca la muerte de árboles del genero *Pinus,* donde vive en forma de larva en el interior de la madera provocando la inutilización de la misma con fines industriales. A partir de la década de 1940 se observaron los primeros daños económicos de importancia en Nueva Zelanda y Australia donde este insecto se introdujo a principios del siglo pasado. En la actualidad también se encuentra presente causando daños económicos en Uruguay, Brasil, Argentina y Sudáfrica (Madden, 1998). En nuestro país *S. noctilio* se encuentra presente en todas las provincias donde existen plantaciones comerciales de *Pinus*.

El nematodo *Beddingia* (*=Deladenus*) *siricidicola* es reconocido como el principal agente de control para *S. noctilio*, siendo su uso la base para el control biológico de esta plaga en Australia (Bedding, 1992). A partir de la detección de *S. noctilio* en los estados del sur de Brasil, se realizó la introducción desde Australia de cepas de *B. siricidicola* y las liberaciones a campo se llevaron a cabo desde 1989 (IEDE *et al*., 1998). En Argentina la cría de este nematodo se realiza desde el año 1996 en el laboratorio de la EEA Montecarlo de INTA a partir de la importación de material de cría de EMBRA Florestas. Desde ese momento se distribuyen dosis del nematodo y se realizan liberaciones del mismo en los distintos puntos del país afectados por la plaga.

La principal característica de este nematodo es de poseer dos ciclos de vida totalmente diferentes entre si, uno denominado de vida libre que se desarrolla en la madera de *Pinus* afectada por *S. noctilio* y otro ciclo denominado parasítico en el interior del cuerpo del insecto, afectando el aparato reproductor de las hembras de la avispa. El nematodo *B. siricidicola* tiene la capacidad de ingresar al interior del cuerpo de *S. noctilio* cuando este se encuentra en su fase larval y producir la esterilidad en las hembras de dicho insecto. Cuando las hembras son completamente esterilizadas, se produce una supresión en el desarrollo del ovario y cada huevo es penetrado por entre 50 y 200 nematodos juveniles; o bien se desarrollan pequeños y abortivos. Las avispas que son parasitadas por el nematodo continúan normalmente su desarrollo, pero al momento de realizar la oviposición en lugar de depositar huevos fértiles, transfieren cientos de nematodos a estos nuevos árboles atacados. Generalmente otras avispas no afectadas por este parásito también son atraídas a ese mismo árbol, estando la progenie de estas últimas susceptible a ser parasitada por el nematodo presente en la madera del mismo (BEDDING, 1992).

Cuando muchos nematodos invaden una larva de *S. noctilio* pueden causar la muerte de la misma (ZONTAG, R., 1969). Según BEDDING (1984) cuando desarrollan su fase parasítica en el interior del insecto los nematodos aparentemente tienen poco efecto en el desarrollo de las larvas, excepto cuando las larvas son fuertemente parasitadas y sus reservas grasas son reducidas.

Una vez en el interior del cuerpo del insecto, la mayoría de las cepas del nematodo ingresan a los ovarios antes de la finalización del estado pupal, causando la supresión del

desarrollo ovarial y una gran reducción en número y tamaño de los huevos producidos. Generalmente todos los huevos contienen nematodo juveniles en su interior (BEDDING, 1972). El mismo autor señala que se detectaron algunas cepas del nematodo no llegan a ingresar en el interior de los huevos, y por lo tanto estos se desarrollan completamente y son viables. En este caso los nematodos se encuentran localizados en el ovario y oviductos y son transmitidos conjuntamente con los huevos durante la oviposición.

Durante la década de 1980 se produjo un severo rebrote de la plaga en el Sur de Autralia y se determinó una perdida en la capacidad parasítica del nematodo como consecuencia de un declinamiento en la calidad del sustrato usado como medio de cultivo (MADDEN, 1998). Para mantener la capacidad parasítica de los nematodos criados en laboratorio es necesario renovar regularmente la cepa de cría a partir del aislamientos de nematodos a partir de insectos parasitados por *B. siricidicola* . En San Antonio, Misiones, se determinó un 35% de parasitismo con aplicaciones del nematodo de la cepa renovada en contraste con el 2% obtenido en las aplicaciones realizadas con material de cría con tres año de mantenimiento en laboratorio (ESKIVISKI et al., 2003).

En el presente trabajo se comparan las dimensiones (largo total y ancho abdominal) de los insectos adultos de *S. noctilio* parasitados por *B. siricidicola* y los adultos que no presentan parasitismo del nematodo. Se evaluó también el grado de supresión de desarrollo de los ovarios de las hembras parasitadas por medio de la proporción de huevos que presentaron nematodos en el interior de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se utilizaron insectos adultos machos y hembras de *S. noctilio* emergidos de trozas de *Pinus sp.* inoculadas con el nematodo *B. siricidicola* provenientes de la Provincia de Neuquen. Los insectos fueron transportados refrigerados al Laboratorio de la E.E.A. Montecarlo – INTA. El período de emergencias de estos insectos fue entre enero y abril de 2003. En laboratorio por medio de un calibre de precisión se tomaron las dimensiones del largo total y ancho abdominal de cada insecto. Por medio de una lupa estereoscópica se observó la presencia de individuos de *B. siricidicola* en los órganos reproductores. De un total de 1000 insectos evaluados se determinaron 226 machos y 70 hembras con parasitismo del nematodo *B. siricidicola*. Para determinar las diferencias entre las medias muestrales correspondientes a las dimensiones de los insectos parasitados y sin parasitar por *B. siricidicola* se tomaron al azar los datos de las dimensiones de igual número de machos y hembras sin parastitar por el nematodo y se utilizó la prueba de T para muestras independientes, para ello se uso el software InfoStat versión 1.1 (Universidad Nacional de Córdoba).

Sobre un total de 115 hembras de *S. noctilio* correspondientes al período de emergencias entre enero y abril de 2004, y donde positivamente se constató la presencia del nematodo *B. siricidicola* en el aparato reproductor de las mismas, se cuantificó la cantidad de huevos que presentaron nematodos en su interior. Para ello se determinaron 5 niveles o grados de afección del ovario: grado 1, entre 1 a 25% de los huevos afectados por nematodos; grado 2, entre 26 a 50%; grado 3, entre 51 a 75%; grado 4, entre 76 a 99%; y grado 5, cuando el 100% de los huevos presentaron nematodos en su interior.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el caso de los insectos adultos machos de *S. noctilio*, la longitud total y el ancho abdominal fue significativamente inferior en los insectos que presentaron parasitismo del nematodo (**Tabla 1**).

Tabla 1. Longitud total media (mm)de insectos machos de *S. noctilio* parasitados y no parasitados por *B. siricidicola*.

Table 1. Average of total large and abdominal wide (mm) of male of wood wasp *S. noctilio*.

	N	**Largo medio (mm)**	**Ancho abdominal (mm)**
Machos de *S. noctilio*, parasitados por *B. siricidicola*	226	20.75 ± *5.16* *	3.18 ± *0.99* *
Machos de *S. noctilio*, sin parasitismo de *B. siricidicola*	226	23.06 ± *5.67*	4.01 ± *1.74*

* Diferencia significativa a la $p \leq 0.0001$

Los valores medios de las longitudes totales y de el ancho abdominal de las hembras de *S. noctilio* parasitadas por el nematodo *B. siricidicola*, al igual que el caso de los machos, fueron significativamente menores a los valores medios de las hembras no parasitadas por el nematodo (**Tabla 2**)

Tabla 2. Longitud total media (mm)de insectos machos de *S. noctilio* parasitados y no parasitados por *B. siricidicola*.

Table 2. Average of total large and abdominal wide (mm) of female of wood wasp *S. noctilio*.

	N	**Largo medio (mm)**	**Ancho abdominal (mm)**
Hembras de *S. noctilio*, parasitados por *B. siricidicola*	70	24.5 ± *5.93* *	3.90 ± 1.*19* *
Hembras de *S. noctilio*, sin parasitismo de *B. siricidicola*	70	28.67 ± 6.*08*	4.74 ± *1.01*

* Diferencia significativa a la $p \leq 0.0001$

El menor desarrollo de los insectos parasitados por *B. siricidicola* puede estar motivado por una alta presencia de este nematodo en la madera, lo que produce una competencia por alimento durante la fase larval del insecto, ya que la larva de *S. noctilio* y los nematodos durante la fase micetófaga en la madera se alimentan del hongo *Amylostereum areolatum*. Otro factor que podría estar actuando en la disminución del tamaño de los insectos es el consumo de las reservas grasas de los insectos por parte de los nematodos durante su fase parasítica, una vez ingresados en el interior del cuerpo de su hospedero.

El análisis del aparato reproductor de las hembras demostró que aquellas que presentaban parasitismo del nematodo presentan en general una supresión del desarrollo del ovario y una menor cantidad de huevos que las hembras no parasitadas por el nematodo. La cuantificación de la afectación de los ovarios por parte de *B. siricidicola* mostró que en el 89,6% de los casos la

totalidad de los huevos se encontraron con presencia del nematodos en el interior de los mismos. Considerando además una afección de mas 75% de los huevos, se observaron 111 hembras en esa situación, que corresponde al 96,6% de los casos obsevados (**Figura 1**).

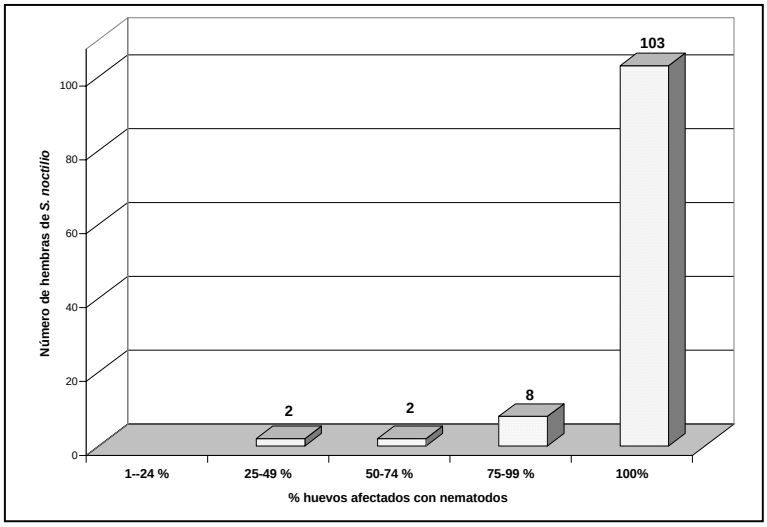


Figura 1. Porcentaje de huevos parasitados conteniendo individuos juveniles del nematodo *B. siricidicola*.
Figure 1. Percentage of eggs of S. noctilio parasited by juvenile stage of nematode *B. siricidicola*.

CONCLUSIONES

Se determinó un menor desarrollo de los insectos adultos de *S. noctilio* que presentaron parasitismo *B. siricidicola*.

Los grados afección de *B. siricidicola* en el aparato reproductor de la hembras de *S. noctilio* está demostrando una alta capacidad de producir la esterilización de los ovarios de la avispa por parte de la cepa de cría utilizada.

BIBLIOGRAFÍA

BEDDING, R.A. 1972. Biology of Deladenus siricidicola (Neotylenchidae) an Entomophagous-Mycetophagous nematode parasitic in siricid woodwasps. Nematologica 18, pp. 482 – 493.

BEDDING, R.A. 1984. Nematode parasites of Hymenoptera. In: Plant and Insect Nematodoes. (Ed.: W. R. Nickle) pp. 755 – 795. Marcel Dekker, New York.

BEDDING, R.A. 1992. Biological Control of *Sirex noctilio* using the Nematode *Deladenus siricidicola*. In: Nematodes and the biological control of insect pests (Ed: R. Bedding, R. Akhurst and H. Kaya), pp. 11 – 20. CSIRO.

ESKIVISKI, E.; de Coll, O.; Faraldo, G.; Bennesch, M. 2003. Eficiencia de nuevos aislamientos del nematodo *Deladenus siricidicola* B. en el control biológico de *Sirex noctilio* F. Actas

X Jornadas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones. INTA EEA Montecarlo – Fac. Ciencias Ftales. U.Na.M. 6 pp.

IEDE, E.; PENTEADO, S.R.; SCHAITZA, E. 1998. Programa Nacional de Controle á vespa-da-madeira no Brasil. En: Proceedings of a Conference: Training in the Control of *Sirex noctilio* by the Use of Natural Enemies (Ed: E.T. Iede, E. Schaitza, S. Penteado, R. Reardon, S. Murphy), pp. 43 – 51. Forest Health Technology Enterprise Team. Morgantown, WV.

MADDEN, J. 1998. Overview of *Sirex* control and development of management strategies in Australia. In: Proceedings of a Conference: Training in the Control of *Sirex noctilio* by the Use of Natural Enemies (Ed: E.T. Iede, E. Schaitza, S. Penteado, R. Reardon, S. Murphy), pp. 19 –22. Forest Health Technology Enterprise Team. Morgantown, WV.

ZONTAG, R. 1969. A nematode infection of Sirex noctilio (F.) in New Zealand. New Zealand Journal of Science. 12 (4): pp. 732 – 747.

DAÑOS PRODUCIDOS POR EL PULGÓN DEL PINO *Cinara atlantica* W. (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN PLANTAS JÓVENES DE *Pinus taeda* L.

DAMAGE PROVOCATED BY PINE APHID *Cinara atlantica* W. (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN YOUNG PLANTS OF *Pinus taeda* L.

Edgar Eskiviski [1]
Juan P. Agostini [2]
Roque R. Toloza [2]
Olga del R. de Coll [1]

[1] Técnicos INTA E.E.A. Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar
[2] INTA E.E.A. Montecarlo y Cátedra de Protección Forestal. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. frumonte@ceel.com.ar.

SUMMARY

The *Cinara* aphid pine are originary of Northern Hemisphere and some species could produce severe attack to conifers Pinacea and Cupresacea families. *Cinara atlantica* has been suggested one of the most important pest of *Pinus* plantation in Brazil Southern States. That insect has been detected in pine forest plantation in Misiones and Corrientes provinces. In this study are determinated and quantified the apical damage made for the development of *C. atlantica* colonies on young *P. taeda* plantation

The study site was a one year old *P. taeda* plantation localized in Gobernador Virasoro, Corrientes. The apical damage for the development of *C. atlantica* colonies was quantified over 200 plants..

Associated whit aphid's colonies was observed a tip die back and lost of the apical growth. That type of damage was determinate in 59,5% of the plants.

Key words: *Cinara atlántica*, damage, *Pinus taeda*,

RESUMEN

Los pulgones del genero *Cinara* son originarios del Hemisferio Norte y algunas especies afectan seriamente a confieras de las familias Pinacea y Cupresaceae. A partir de su aparición en los últimos años *C. atlantica* es considerada actualmente como una de las principales plagas de las plantaciones de *Pinus* en los estados del sur de Brasil. La presencia de este insecto ya fue constatada en las forestaciones de este genero en las provincias de Misiones y Corrientes. En el presente trabajo se determinan y cuantifican los daños producidos por el desarrollo de las colonias de estos insectos en los brotes apicales de individuos jóvenes de una forestación de *P. taeda.*

El sitio de estudio fue una forestación de *P. taeda* de un año de edad, localizada en Gobernador Virasoro, Provincia de Corrientes. Sobre un total de 200 plantas se cuantificaron los daños asociados al desarrollo de las colonias de *C. atlantica* en el brote apical.

Asociado a las colonias de pulgones se observó la perdida de dominancia o la muerte del brote apical, produciendo deformaciones en las plantas. Este tipo de daño se observó en el 59,5% de las plantas.

Palabras clave: *Cinara atlántica*, daño, *Pinus taeda*,

INTRODUCCIÓN

Los pulgones del genero *Cinara* son insectos de la familia Aphididae y se desarrollan fundamentalmente en árboles de las familias Pinaceae y Cupresaceae. Entre las principales características de estos insectos se pueden mencionar su tamaño relativamente grande, de l,5 a 6 mm. de largo, el cuerpo cubierto de pelos largos y los sifones en forma de conos bajos (DELFINO y BINAZZI, 2002). Para llevar a cabo su alimentación los pulgones insertan su estilete en la planta hasta alcanzar el floema. La savia del floema es rica en azucares y pobre en aminoácidos, motivo por el cual estos organismos se ven obligados a ingerir grandes cantidades de este líquido para obtener una adecuada cantidad de alimento que garantice su sobrevivencia. Los excesos de azúcar son eliminados en forma de un tipo de miel llamado “honeydew”, que es muy atractivo a las hormigas, avispas, abejas y sirve como medio de crecimiento para un hongo perteneciente al genero *Capnodium*. Debido a la presencia de este hongo, las acículas y las hojas toman una coloración negra denominada fumagina (PENTEADO et al., 2000; AGOSTINI *et al.*, 2003).

La mayoría de los daños causados por los pulgones en los árboles son como consecuencia directa del tipo de alimentación, ya sea por la remoción de la savia o por el daño producido en los tejidos. Los síntomas mas comunes del ataque de estos insectos son generalmente el amarillamiento, arrosetamiento, deformaciones y caída prematura de hojas, acompañado además de una disminución del crecimiento (DELFINO y BINAZZI, 2002).

Entre los principales daños reportados por estos pulgones del genero *Cinara* se mencionan los causados por *C. fresai* en Islas Bermudas provocando la defoliación y luego la muerte de *Juniperus bermudiana* y *J. silicicola* (WANG y HUGHES, 1976). *Cinara todocola* es mencionada como la principal plaga en los primeros estadios de desarrollo de *Abies sachalinensis* en Japón (YAMAGUCHI, 1976). En el Sur de África se mencionan pérdidas millonarias en plantaciones de *Cupressus lusitanica* como consecuencia del ataque de *C. cupresi* (WATSON *et al*., 1999).

Una de las características de los pulgones de género *Cinara* es su fuerte asociación con hormigas. Estas causan un daño indirecto ya que protegen a los pulgones de los enemigos naturales y esparcen el honeydew depositado sobre las plantas (REIS FILHO *et al*., 2002).

Son alrededor de 100 las especies de *Cinara* que viven y se alimentan en raíces, troncos, ramas, brotes y acículas de las distintas especies del género *Pinus* (ZALESKI, 2003). Estos pulgones pueden causar daños a sus hospederos debido a una reducción en la capacidad fotosintética por la presencia de fumagina, la extracción de nutrientes, por las toxinas contenidas en la secreción salivar, pudiendo en algunos casos causar la muerte de las plantas (PENTEADO et al., 2000; REIS FILHO *et al*., 2003). En los estados del Sur de Brasil, sobre plantaciones de *Pinus sp*. de un año de edad se observaron como consecuencia de la presencia de colonias de *C. atlantica* la aparición de tortuosidad y afinamiento del tallo y ramas, muerte del brote apical, clorosis y brotación múltiple (IEDE *et al*., 2003).

En el presente trabajo se caracterizan los daños producidos por el desarrollo de las colonias de *C. atlántica* en los brotes apicales de plantas de un año de edad de *P. taeda* localizados en el NE de la Provincia de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en una plantación de *P. taeda* de un año de edad con una densidad inicial de plantación de 1333 plantas por ha., localizada en el Paraje San Lorenzo, Gobernador Virasoro, Corrientes. El clima de la región está definido como subhúmedo a húmedo, con una precipitación anual de 1700 mm y con un régimen isohigro. La temperatura media del mes mas frío (julio) es de 15ºC y del mes mas cálido (enero) de 28ºC (SAGPyA, 1999).

Dentro de la forestación se determinaron al azar cuatro parcelas rectangulares de 50 plantas cada una (5 filas de 10 plantas). Entre los meses de julio y octubre de 2002 se determinaron los daños producidos por el desarrollo de las colonias de *C. atlantica* en los brotes terminales de las plantas de *P. taeda* en base a cuatro categorías de plantas según los tipos de daños y la pérdida de dominancia del brote apical:

- Sin Daño: donde no se observó brotación múltiple, tortuosidades o retraso en crecimiento del brote apical.
- Daño leve: presencia de daño, aparición de brotes laterales, pero sin pérdida de dominancia del brote apical.
- Daño medio: presencia de daño, aparición de brotes laterales que superan en crecimiento al brote apical.
- Daño severo: supresión total o desaparición del brote apical.

RESULTADOS

Asociados al desarrollo de las colonias de *C. atlántica* en los brotes apicales de plantas de *P. taeda* de un año de edad se observó una disminución o detención en el crecimiento del ápice, llegando en algunos casos a producirse la muerte del mismo. A este retraso en el crecimiento del brote apical se suma la aparición de numerosos brotes laterales, los cuales crecen y pueden superar en altura al ápice principal (**foto 1**).

Si uno o mas de estos brotes se desarrollan superando en altura al ápice central, el crecimiento en altura de la planta se desarrolla a partir de esta rama lateral, provocando un crecimiento tortuoso. En caso de ataques severos una nueva malformación puede aparecer sobre las ramas laterales dominantes, tomando la planta una forma achaparrada con ramas laterales de mayor altura que el brote central (**foto 2**).

Foto 1. Mayor crecimiento en altura de brotes laterales y brote apical suprimido como consecuencia del ataque de *C. atlantica*.
Photo 1. Multilateral branch growth as consequence of apical tip suppress by the *C. atlantica* attack.

Foto 2. Planta de *P. taeda* con aspecto achaparrado por ataque intenso de *C. atlantica*.
Photo 2. *Pinus taeda* one year old with severe damage occasioned by *C. atlantica* attack.

Del total de plantas observadas se determinaron 81 casos sin presencia de daño apical, 67 casos con daño leve, 36 con daño medio y 16 plantas con daño severo. En la **figura 1** estos valores son representados gráficamente en porcentajes de plantas para cada tipo de daño. Del total de plantas observadas el 59,5% de estas presentó algún grado de daño.

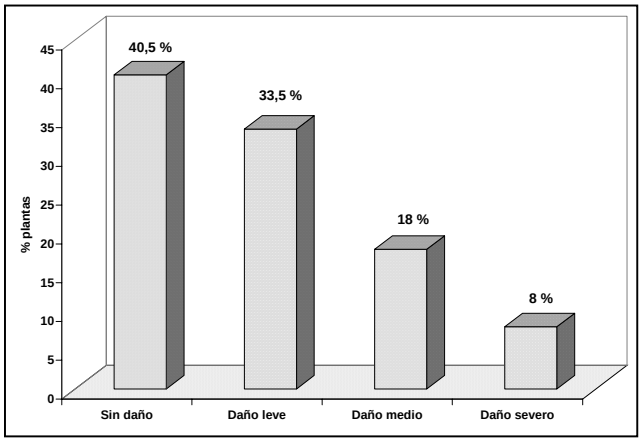


Figura 1. Porcentajes de plantas con distintos grados de daño apical provocado por *C. atlantica*. Plantación de *P. taeda* de un año de edad, Gdor. Virasoro, Corrientes.
Figure 1. Percentage of plants with different degrees of tips damage caused by *C. atlantica* in a *P. taeda* plantation of one year old. Gdor. Virasoro, Corrientes.

CONCLUSIONES

A partir de los daños provocados por *C. atlantica* en plantas jóvenes de *P. taeda*, se considera a este pulgón como un importante agente causal de deformaciones en plantas de *P. taeda* de un año de edad en el norte de la Provincia de Corrientes. Estas daños podrían traer como consecuencia efectos no deseables en la forma de los futuros troncos, ya que se estarían formando individuos bifurcados o con algún tipo de tortuosidad en la parte inferior del fuste.

BIBLIOGRAFIA

AGOSTINI, J.P.; Stehr, A.; Toloza, R. Eskiviski, E. 2003. Problemas sanitarios en plantaciones de *Pinus spp*. en el Norte de Corrientes y Misiones. Actas X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. F.C.F. U.Na.M.-INTA EEA Montecarlo. 7 pp.

DELFINO, M.A.; Binazzi, A. 2002. Afidos de Coníferas en Argentina (Hemiptera: Aphididae). Revista Soc. Entomol. Argentina. 61 (3-4), pp. 27 – 36.

PENTEADO, S.R.; Trentini, R.F.; Iede, E.T.; Reis Filho, W. 2000. Ocorrencia, distribucicao, dano e controle de Pulgoes do genero Cinara em Pinus spp. no Brasil. Revista Floresta, v. 30, nro. 1 y 2, pp. 55 – 64.

REIS FILHO, W.; Queiroz, E.; Farinha, A. 2002. Formigas asociadas aos Pulgoes *Cinara pinivora* e *C. atlántica* (Wilson, 1919) em plantios de Pinus spp. no Sul do Brasil. Comunicado Técnico Nº 76. EMBRAPA, Florestas.

REIS FILHO, W.; Penteado, S.R.C.; Oliveira, S. 2003. Criação massal de parasitóides dos pulgòes-gigantes-do-*Pinus, Cínara spp*. (Homoptera: Lachinidae) em laboratório. CD Actas Simposio sobre *Cinara* em *Pinus*. EMBRAPA CNPFlorestas. Curitiba, PR, Brasil. 3 pp.

S.A.G.P.y A. 1999. Argentina. Oportunidades de inversión en bosques cultivados. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Buenos Aires. 210 pp.

WANG, E. L.; Hughes, I. W. 1976. Juniper aphid on Cedar. F.A.O. Plant Protection Bulletin. Dep. of Agric. and Fish. Hamilton, Bermuda. 24 (1). pp 27 – 28.

WATSON, G.W.; Voegtlin, D.J.; Murphy, S.T.; Foottit, R.G. 1999. Biogeography of the *Cinara cupressi* complex (Hemiptera: Aphididae) on Cupressaceae, with description of a pest species introduced into Africa. Bulletin of Entomological Research. Nro. 89, pp. 271 – 283.

YAMAGUCHI, H. 1976. Biological studies on the todo fir aphid, *Cinara todocola* Inouye, with special refence to its population dynamics and morph determination. Bulletin of the Government Forest Experiment Station, Meguro. Nº 283. 102 pp.

ZALESKI, S.R.M. 2003. Biologia, danos e determinação dos limites térmicos para o desenvolvimento de *Cinara Atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda* L. (Pinaceae). Curitiba, 70p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Paraná.

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Sirex noctilio* F. Y PARASITISMO DE *Ibalia leucospoides* H. EN PLANTACIONES DE *Pinus sp.* EN SANTO TOMÉ, CORRIENTES.

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Sirex noctilio* F. AND *Ibalia leucospoides* H. PARASITISM IN FOREST PLANTATIONS OF *Pinus sp*. IN SANTO TOME, CORRIENTES.

Edgar R. Eskiviski [1]
Marcela Núñez Cresto [2]
Daniel Olmedo [2]
Olga del Rosario de Coll [3]

[1] – Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar
[2] - Ing. Ftal. MNC Servicios Forestales. Capioví, Misiones. E-mail: mnc@prico.com.ar
[3] – Ing. Agr. INTA EEA Montecarlo. E-mail: odecoll@ceel.com.ar

SUMMARY

The wood wasp *Sirex noctilio* wood wasp is the most important pest of adult *Pinus* plantations in Argentina. The economic importance of this wasp is because the larval stage inside the wood is the largest part of their life cycle, causing the die of the tree dead and the wood is unuseful for industrial process. *Ibalia leucospoides* is a *S. noctilio* parasite introduced in the region and could raise parasitism level until 40%.

In this work was determinate the population curve for *S. noctilio* adults insects, sex – ratio and biological control by *I. leucospoides* in three *Pinus sp*. plantation attacked by *S. noctilio* located in Santo Tomé, Corrientes.

The adult emergences are extended for 12 weeks, since the second of October until the last of December, with a population peak in the second part of November. The sex-ratio varied since 1,4 to 2,04 male for each female. The *I. leucospoides* parasitism was largest in the oldest forest, lower in the middle age forest and null in the younger forest.

Key words: *Sirex noctilio*, population fluctuation, sex-ratio, *Ibalia*, parasitism.

RESUMEN

La avispa *Sirex noctilio* es la principal plaga que afecta a las plantaciones adultas de las especies de *Pinus* cultivadas en nuestro país. Su importancia económica radica en que la mayor parte de su ciclo de vida se desarrolla en forma de larva en el interior de la madera provocando la muerte de los árboles y la inutilización de la madera para procesos industriales. *Ibalia leucospoides* es un parásito de *S. noctilio* introducido naturalmente en la región que puede alcanzar niveles de parasitismo cercanos al 40%.

En el presente trabajo se determinó la curva poblacional de los insectos adultos de *S. noctilio*, el sex-ratio y el nivel de control biológico alcanzado por *I. leucospoides* en tres forestaciones de *Pinus sp*. atacados por la avispa localizados en Santo Tomé, Corrientes.

Las emergencias de adultos de *S. noctilio* se extendieron por 12 semanas, desde la segunda de octubre hasta la última semana de diciembre, con un pico poblacional en la segunda parte del mes de noviembre. El sex-ratio varió entre 1,4 y 2,04 machos por cada hembra. El parasitismo de *I. leucospoides* fue alto en la forestación de mayor edad, bajo en la de edad intermedia y nulo en la forestación mas joven.

Palabras clave: *Sirex noctilio*, curva poblacional, sex-ratio, *Ibalia*, parasitismo.

INTRODUCCIÓN

La avispa *Sirex noctilio* es un insecto del orden Himenóptera, familia Siricidae, que se encuentra introducido en nuestro país, atacando y provocando la muerte de árboles adultos del genero *Pinus*. Los árboles susceptibles al ataque de la avispa son aquellos que se encuentran bajo distintas condiciones de estrés, como pueden ser la alta competencia dentro del rodal, déficit o exceso hídrico, factores edáficos, o daños provocados por el viento, fuego o paso de maquinarias.

Cuando las hembras de *S. noctilio* realizan las posturas de los huevos en la madera, introducen también en el árbol las esporas de su hongo simbionte *Amylostereum areolatum* que va a servir de alimento a las futuras larvas. Estas se desarrollan en el interior de la madera por un período variable, que según el diámetro del tronco y las condiciones climáticas puede durar de tres meses a más de dos años. Como consecuencia de la acción del hongo y las galerías provocadas por las larvas, la madera queda inutilizada para su uso con fines estructurales.

En Sudamérica se tiene registro de *Sirex noctilio* desde 1980, cuando fue detectado en Uruguay, dispersándose en los años siguientes hacia las provincias del norte y sur de Argentina y a los estados del Sur de Brasil. En Uruguay las emergencias de adultos se extienden desde fines del mes de octubre hasta finales del mes de abril, produciéndose el pico poblacional durante el mes de diciembre (REBUFFO, 1990). En el sur de Brasil las emergencias se observaron entre noviembre y mayo, produciéndose el pico de emergencias en el mes de diciembre (CARVALHO, 1992). En el norte de la Provincia de Misiones el período de emergencias correspondiente al ciclo anual se extiende desde la segunda semana de octubre hasta inicios del mes de enero con un pico poblacional durante la segunda semana del mes de noviembre (ESKIVISKI *et al*., 2001).

Ibalia leucospoides (Hymenoptera: Ibaliidae) es un parasitoide de los huevos y los primeros estadios larvales de *S. noctilio* (CRYSTAL, 1930). Esta especie fue introducida en Nueva Zelanda y Australia, donde fue utilizada en los programas de control biológico de *S. noctilio* junto con otros himenópteros de la familia Ichneumonidae (géneros *Rhyssa, Megarhysa, Schelettrerius*) y el nematodo *Beddingia* (=*Deladenus*) *siricidicola* (TAYLOR, 1981). En Sudamérica *I. leucospoides* se introdujo en forma natural juntamente con su hospedero y en la actualidad esta presente en Uruguay, Brasil y Argentina. Los niveles de parasitismo que se hacen referencia para este parasitoide son variables. En Nueva Zelanda el grado de parasitismo alcanzado fue de entre 20 a 35% (NUTTAL, 1980). En Australia, dependiendo de los lugares los niveles de parasitismo varían de 12 a 40% (NEUMANN *et al*., 1987). En Brasil SOARES DA SILVA (1995) observó en 8 lugares de los estados de Rio Grande do Sul y Santa Catarina un parasitismo variable desde 0 a 36,6%.

El presente trabajo tiene por objetivo conocer la curva poblacional de los insectos adultos de *S. noctilio*, el sex-ratio y el nivel de control biológico alcanzado por *I. leucospoides* en tres rodales de *P. taeda* localizados en Santo Tomé, Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los sitios de estudio fueron tres forestaciones de *Pinus sp.* localizados en cercanías de la localidad de Santo Tomé (Corrientes), donde se detectó la presencia de árboles atacados por *S. noctilio*. Las rodales contaban al inicio del estudio (año 2003) con 10, 17 y 20 años de edad, los que fueron denominados sitio 1, sitio 2 y sitio 3 respectivamente. Durante los meses de otoño e invierno se identificaron árboles con síntomas de ataque de *S. noctilio*, los mismos fueron apeados y se constató la presencia de larvas de *S. noctilio* en el interior de los mismos, de esta manera se seleccionaron 6, 18 y 16 árboles de cada rodal respectivamente. Los troncos

permanecieron en condiciones de campo hasta el mes de septiembre siguiente cuando de cada uno se extrajo una troza de 1 m proveniente de la parte media a superior del fuste. Estas trozas se colocaron en jaulas, manteniendo las condiciones ambientales normales, en compartimientos individuales y diariamente se realizó la captura y registro de los insectos de *S. noctilio* e *I. leucospoides* que emergieron. Para realizar las curvas poblacionales, los datos de emergencias de *S. noctilio* se agruparon por semanas. El calculo del parasitismo de *I. leucospoides* se realizó por medio de la siguiente formula: % parasitismo = (nro. de insectos de *I. leucospoides* / (nro. de *S. noctilio* + *I. leucospoides*)) x 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El período de emergencias de adultos de *S. noctilio* considerando las trozas de las tres forestaciones fue de 75 días desde el 11/10 al 25/12 de 2003. Los insectos emergidos de las trozas provenientes del sitio 2 tuvieron su pico de emergencias en la última semana de octubre. Las emergencias de insectos de las otras dos forestaciones presentaron el pico poblacional durante la tercera semana de noviembre. Considerando en forma conjunta las emergencias de los tres sitios, el pico de emergencias correspondió también a la tercera semana de noviembre (**Figura 1**).

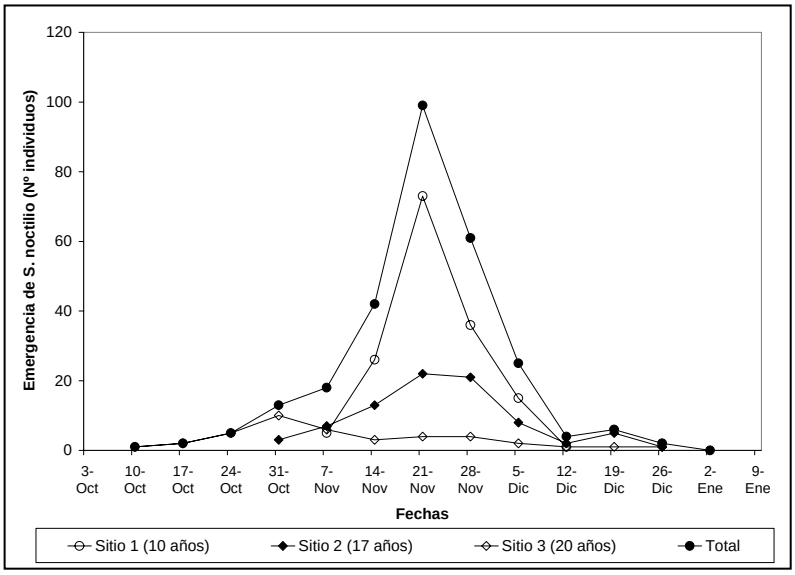


Figura 1. Fluctuación poblacional de insectos adultos de *S. noctilio* en tres plantaciones de *P. taeda* en Santo Tomé, Corrientes. Período de emergencias: octubre 2003 – enero 2004.
Figure 1. Population dinamics of *S. noctilio* adults insects in three forests plantation of *Pinus sp.* in Santo Tomé, Corrientes. Emergency period: October 2003 – January 2004.

El período de emergencias y el pico poblacional de los adultos *S. noctilio* es coincidente con lo observado en el norte de la Provincia de Misiones, diferenciándose de lo citado para el sur de Brasil y la R.O. del Uruguay, donde el pico poblacional se produce durante el mes de diciembre.

Los valores del total de las emergencias en cada forestación y el sex ratio correspondiente se presentan en el **cuadro 1**.

Cuadro 1. Nº de adultos de *S. noctilio* emergidos, trozas analizadas y número de machos por cada hembra emergida (sex – ratio).
Table 1. Number emerged adult *S. noctilio*, logs analyzed and sex ratio.

	Nº Trozas	Machos	Hembras	Total	Insectos/ troza	Sex -ratio
Sitio 1 (10 años)	6	92	64	156	26	1,44 : 1
Sitio 2 (17 años)	18	25	15	40	2,2	1,67 : 1
Sitio 3 (20 años)	16	55	27	82	5,1	2,04 : 1

Con respecto a la proporción de machos por cada hembra MORGAN y STEWART (1966) mencionan que cuando la población de *S. noctilio* se incrementa la razón entre los sexos tiende a 1, y cuando la población decrece el sex ratio aumenta a altos valores en favor de los machos. Los valores de sex-ratio observados en las tres plantaciones estudiadas pueden ser considerados como bajos, lo que estaría indicando que la población del insecto ya se encuentra establecida superando la etapa de colonización, encontrándose aún en su etapa de expansión poblacional.

El parasitismo de *I. leucospoides* presentó distintos grados según las forestaciones. En la forestación de menor edad (sitio 1) el parasitismo fue nulo, y por lo tanto a pesar de ser el sitio con mayor emergencia de *S. noctilio* por unidad de troza (**cuadro 1**), no se observaron emergencias de adultos de *I. leucospoides*. En la forestación de 17 años (sitio 2) el parasitismo fue bajo, y en la forestación de mayor edad (sitio 3) se observó un alto porcentaje de parasitismo (**Figura 2**).

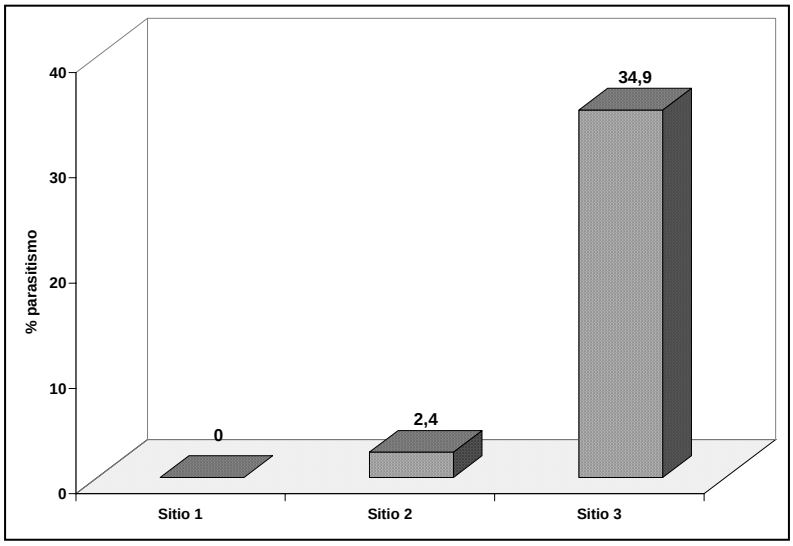


Figura 2. Porcentaje de parasitismo alcanzado por *I. leucospoides* sobre *S. noctilio* en tres forestaciones de *Pinus sp*. Santo Tomé, Corrientes.
Figure 2. Percentage of parasitism of *S. noctilio* by *I. leucospoides* in three *Pinus sp*. forest plantations. Santo Tomé, Corrientes.

Los niveles de parasitismo alcanzados por *I. leucospoides* en los rodales evaluados estarían indicando un aumento del mismo relacionado al tiempo de presencia de la plaga en la forestación. El rodal donde no se observó parasitismo fue el de 10 años de edad, que según los antecedentes estaría en los limites inferiores de susceptibilidad al ataque de *S. noctilio* (IEDE *et al*., 1993;) y por lo tanto con menor tiempo de presencia de la plaga. El nivel de parasitismo de *I. leucospoides* mas alto se registró en la plantación de mayor edad, donde se

podría suponer una presencia de la plaga por mayor tiempo. Esto podría relacionarse con lo observado en el Dep. M. Belgrano (Misiones), donde se registró un aumento progresivo de 20,5 a 40,2% en los niveles de parasitismo de *I. leucospoides* sobre *S. noctilio* durante cuatro años seguidos en un rodal de *P. taeda* entre los 18 a 22 años de edad (ESKIVISKI *et al*., 2002)

CONCLUSIONES

El período de emergencias del ciclo anual de *S. noctilio* en el Departamento Santo Tomé, Corrientes se produce desde inicios de octubre hasta fines de diciembre, con un pico poblacional durante la tercer semana de noviembre.

Los niveles del parasitismo de *I. leucosposoides* fueron variables de nulo, hasta 34.9%, dependiendo de la edad de las forestaciones.

BIBLIOGRAFÍA

CARVALHO, A.G. 1992. Bioecología de *Sirex noctilio* F. 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L. Tese Doutorado em Ciencias Florestais. Curitiba. 127 pp.

CHRYSTAL, R.N. 1930. Studies of the *Sirex* parasites. The biology and post-embryonic development of *Ibalia leucospoides* Hochenw. (Hymenoptera: Cynepoidea). Oxford Forestry Memories, n.11, pp. 1-63.

ESKIVISKI, E.; Bennesch, M.; Faraldo, G. 2001. Fluctuación poblacional y control biológico de *Sirex noctilio* F. en el Departamento M. Belgrano, Misiones. Actas IX Jornadas Técnicas Forestales. F.C.F. (U.Na.M.) – E.E.A. Montecarlo (INTA) – Min. Ecología y R.N.R. y T. 5 pp.

IEDE, E.T.; Penteado, S.; Gaiad, D. da Silva, S. 1993. Panorama a nível mundial da ocorrencia de Sirex noctilio F. (Hymenoptera: Siricidae). En Actas: Conferencia Regional da Vespa da Madeira, Sirex noctilio, na América do Sul (1992: Florianópolis). EMBRAPA-FAO-USDA-FUNCEMA, Pp. 23 –33.

MORGAN, F.D.; N. Steward. 1966. The Biology and Behaviour of the Woodwasp Sirex noctilio F. in New Zealand. Trans. Royal Soc. of N. Zealand, V. 7. pp. 195 – 204.

NEUMANN, F.; Morey, J.; Mc Kimm, R. 1987. The Sirex woodwasp in Victoria. Department of Conservation Forest and Lands. Bulletin 29, 41 pp.

NUTTAL, M. J.; 1980. Insect parasites of Sirex (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibaliidae, and Orussidae). Forest and Timber Insects in New Zealand, Rotorua, n. 47, 11 pp.

REBUFFO, S. 1990. La “Avispa de la Madera” *Sirex noctilio* F. en el Uruguay. Dirección Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Montevideo. 9 pp.

SOARES DA SILVA, S.M. 1995. Estabelecimento e eficiencia de agentes de controle biológico de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae), em *Pinus taeda* L. nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Tese de Pos-Graduaçao em Ciencias Biológicas. UFPR, Curitiba, Brasil, 93 pp.

TAYLOR, K.L. 1981. The Sirex woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: Kitching, R.L.; Jones, R.E (Editors). The ecology of pests. Some Australian case histories. Melbourne: CSIRO, pp. 231 – 148.

COMPORTAMIENTO DE CLONES DE POPULUS SP. EN LA LOCALIDAD DE VILLA ATUEL.(Mendoza, Argentina) - PARTE IV

Rosa I. ARREGHINI [1]y
Alberto D. CALDERÓN[2]

RESUMEN

En la provincia de Mendoza la actividad forestal se apoya casi exclusivamente en el cultivo y utilización del álamo (*Populus sp*.). Por esa razón resulta de gran interés económico la instalación de una red de parcelas de prueba con el objeto de estudiar el comportamiento de clones procedentes de nuestro país y del exterior.

En este trabajo se dan a conocer los resultados obtenidos en una parcela instalada en Villa Atuel, departamento de San Rafael (Mendoza), con los clones *Populus x deltoides*, cultivares "Harvard", "I-71", y *Populus x euramericana*, cultivares "I-214", "Conti 12", "Cima", "I-53", "X 1". Este último se pensó en un principio que era el cv. "Oxford" (*Populus maximowiczii x P. x_berolinensis*), pero investigaciones posteriores concluyeron que pertenecía a *P. x euramericana*, aunque no se conoce con certeza a qué cv. corresponde.

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el clon "Cima", y en segundo lugar el clon "I-214". El clon "Harvard" presentó el más bajo rendimiento.

Palabras claves: Álamos - clones - comportamiento - sur de Mendoza

SUMMARY

Mendoza afforestation is mainly related to poplars (*Populus sp*.). A system of experimental plots has been installed at the Forestry Institute, Faculty of Agrarian Sciences, National University of Cuyo, Mendoza, in order to compare the behaviour of poplar clones coming either from different places of Argentine or from abroad.

Seven poplar clones have been cultivated en Villa Atuel (San Rafael) during seven years: *Populus x deltoides*, cv. "Harvard", "I-71", and *Populus x euramericana*, cv. "I-214", "Conti 12", "Cima", "I-53", "X 1".

The best yield in volume has been obtained by cv. "Cima" followed by cv. "I-214". On the other hand, the most low yield in volume has been obtained by cv. "Harvard".

Key words: Poplars - clones - behaviour - southern Mendoza

[1] Ing. Agrónomo Ex Profesora Titular de la Cátedra De Dasonomía - Departamento de Producción Agropecuaria - Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo.
[2] Ing. Agrónomo Profesor Titular de la Cátedra De Dasonomía - Departamento de Producción Agropecuaria - Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. (5505). Mendoza. Argentina- e-mail: dasonomia@fca.uncu.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la actividad forestal de Mendoza se desarrolla en función de los álamos. Su cultivo se extiende en todos los oasis regadíos, en forma de bosques o de cortinas atajavientos, cumpliendo funciones productivas y protectoras respectivamente.

Uno de los aspectos fundamentales a la hora de establecer una forestación con álamos es decidir la especie y el clon adecuado y esto "debe apoyarse siempre en una seria experiencia local" (FAO, 1980)

La Cátedra de Dasonomía tiene establecida una red de ensayos de comportamiento de distintos clones de álamo en toda la región de Cuyo, el presente trabajo corresponde a la última de cuatro parcelas ubicadas en el oasis sur de Mendoza y cuyos resultados fueron publicados oportunamente (ver bibliografía) completando así los estudios realizados sobre el comportamiento de distintos clones de *Populus sp*. introducidos a la provincia con el objetivo de mejorar los rendimientos de las plantaciones comerciales y su estado sanitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del sitio.

La parcela está ubicada dentro del establecimiento agrícola de la firma Arizu S.A., en el departamento de San Rafael, 390 km. al sur de la ciudad de Mendoza.

Datos meteorológicos correspondientes a General Alvear (Servicio Meteorológico Nacional, 1971-1980).

Latitud	35º 00’ S
Longitud	69º 39’ W de G
Altitud	465 m. s. n. m.
Temperatura media anual	15,7 º C
máxima absoluta	41º C
mínima absoluta	-9,7º C
Precipitación media anual	417 mm.
Humedad relativa	62 %
Días anuales con helada	43
con granizo	4,8
Vientos	10 km/h.

El suelo es de textura arenosa hasta los 60-70 cm. de profundidad y es franco arenoso hasta 1 m., muy pobre en materia orgánica. La napa freática se ubica normalmente a 2 m. de profundidad, desplazándose a 1 m. de la superficie en períodos críticos. No se encontraron impedimentos físicos, ni sales.

El riego es superficial (surcos), con agua del Río Atuel, y se realiza cada 15 días.

Características de la parcela.

Las labores de preparación del terreno consistieron en dos aradas y dos rastreadas cruzadas y en su nivelación a 0º de pendiente.

Se pasó un zanjeador por cada hilera para abrir un surco de 50 cm. de profundidad, y sobre él se abrieron los hoyos.

Se utilizó una distancia de plantación de 4 m. x 4 m. con plantas de un año de edad, de calidad intermedia. Como algunos clones tienen problemas de enraizamiento se recepó todo el material a dos yemas, después de la colocación.

Se aplicó un diseño en bloques completamente al azar, con 5 repeticiones. Las parcelas unitarias constan de 6 plantas.

Los clones ensayados fueron: *Populus deltoides*, cultivares Harvard, I-71, y *Populus euramericana*, cultivares I-214, Conti 12, Cima, I-53, X 1. Este último se pensó en un principio que era el cv. "Oxford" (*Populus maximowiczii x Populus berolinensis*), pero investigaciones posteriores concluyeron que pertenecía a *Populus euramericana*, aunque no se conoce con certeza a que cultivar corresponde.

Se realizó una poda inicial para eliminar las dobles guías y se limpió el fuste progresivamente hasta los 3 m. de altura, durante el 2º y 3º años.

Las labores de mantenimiento consistieron en: tres rastreadas durante los tres primeros años, y dos rastreadas en el 4º año. A partir del 5º año no se realizaron labores debido a problemas financieros de la empresa, pero se colocaron lotes de hacienda vacuna en el 6º y 7º años, en pastoreo directo que mantuvo controladas las malezas.

Con el fin de estimar el crecimiento se realizaron mediciones anuales de circunferencia y altura de los árboles.

Debido a que un incendio afectó a la parcela a los ocho años, sólo se consideran los datos de crecimiento hasta el 7º año.

Se voltearon los árboles tipo por parcela y por clon, que no habían sido afectados por el fuego, luego se trozaron, cubicaron y pesaron. Se obtuvieron los volúmenes reales aplicando un coeficiente mórfico igual a 0,5.

Se tomaron registros sobre el estado fitosanitario de los clones, especialmente sobre un ataque de *Septoria musiva* Peck. "cancrosis", que se inició a los cuatro años de edad, luego de una fuerte granizada.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan las medias de cada clon por año, expresado en volumen de madera por hectárea.

Tabla Nº 1: Producción promedio en volumen de madera (m3/ha.).

	CLONES						
EDAD (años)	**Cima**	**I-214**	**Conti 12**	**X 1**	**I-53**	**I-71**	**Harvard**
3	6,49	4,89	5,13	7,01	4,94	6,46	5,31
4	24,66	17,47	17,04	19,84	16,35	20,63	14,58
5	54,54	41,97	39,98	42,90	34,08	42,24	39,47
6	70,33	62,32	60,37	61,07	48,47	57,95	53,19
7	106,46	94,24	93,14	85,55	76,10	74,63	65,52

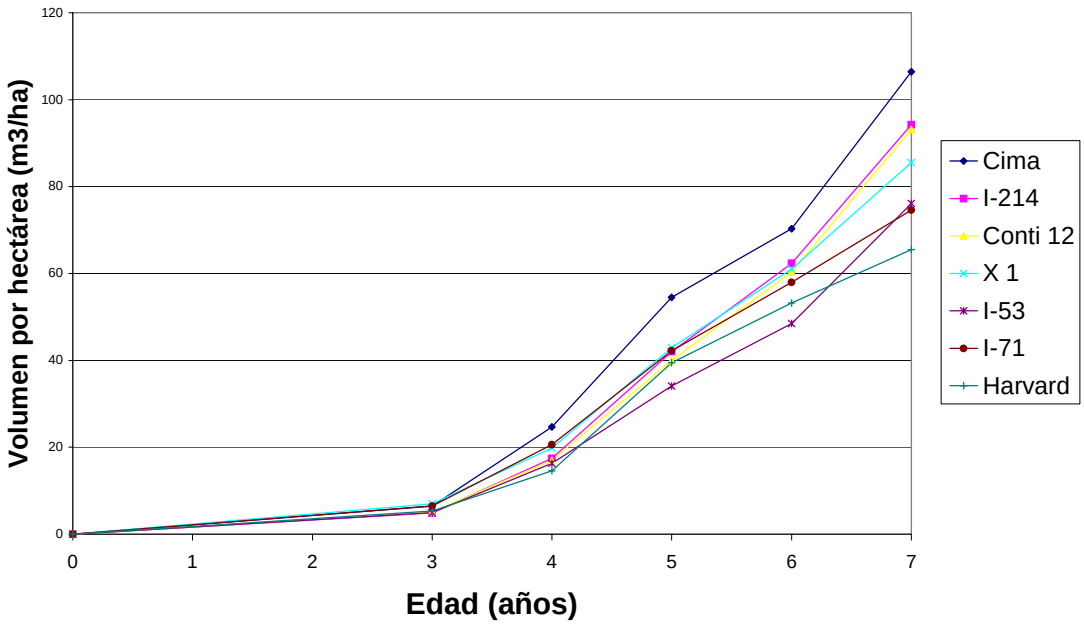
En la tabla 2 se dan los valores de rendimiento de los clones ensayados, a los siete años de edad.

Tabla Nº 2: Producción por árbol y por hectárea de álamos de siete años.

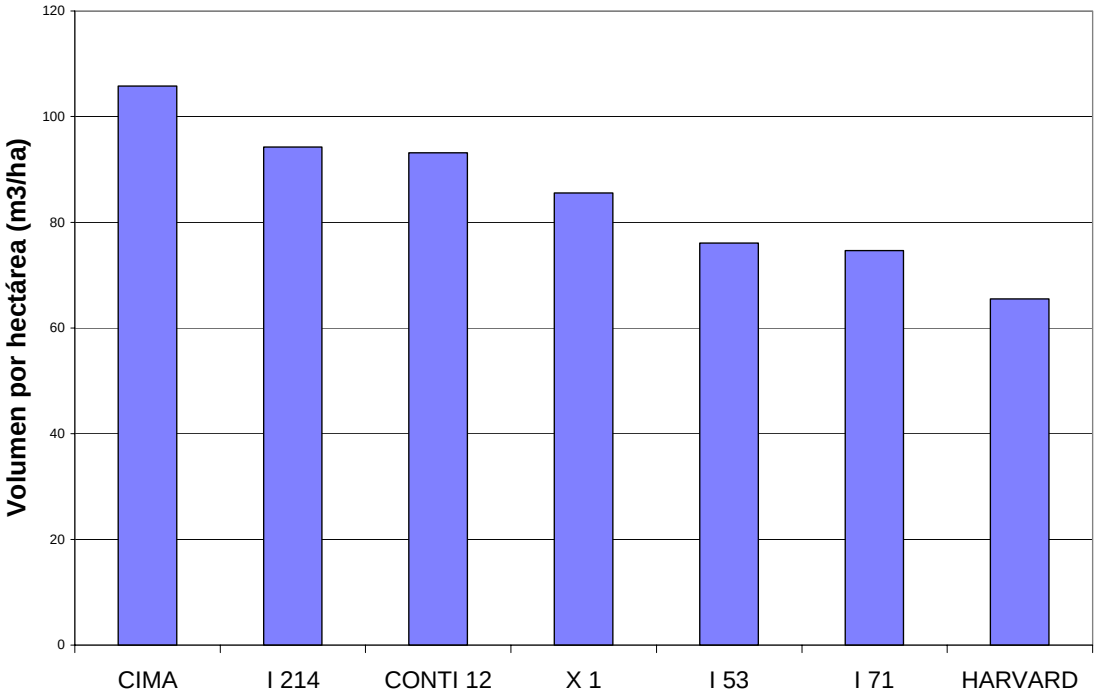
Clon	Diámetro (m)	Altura (m)	Área basal árbol tipo (m3)	Volumen árbol tipo (m3)	Fallas (%)	Volumen (m^3/ha)
Cima	0,180	14,4	0,0254	0,1826	6,72	106,46
I-214	0,163	14,9	0,0209	0,156	3,36	94,24
Conti 12	0,165	14,4	0,0214	0,1542	3,36	93,14
X 1	0,190	12,6	0,0283	0,1786	23,36	85,55
I-53	0,157	13,4	0,0195	0,1605	6,72	76,1
I-71	0,163	11,4	0,0210	0,1194	0	74,64
Harvard	0,172	12,9	0,0232	0,1499	30,08	65,52

En el gráfico 1 se muestran las curvas de crecimiento para todos los clones, y en el gráfico 2 se indican los valores medios y la desviación del volumen por hectárea a los siete años de edad de los mismos.

Crecimiento de siete clones de Populus sp. en Villa Atuel



Volumen de madera por hectárea a los siete años en Villa Atuel



Se realizó el estudio estadístico por el modelo de parcelas divididas, los clones representan las parcelas principales y los años las subparcelas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

⇒ Coeficiente de determinación del 96,6 %.
⇒ Coeficiente de variación del 16,7 %.
⇒ Existe diferencia significativa en el rendimiento volumétrico entre los clones.
⇒ Existe diferencia significativa en el rendimiento volumétrico entre años.
⇒ Existe variación en las respuestas entre clones para distintos años.

Como consecuencia se decide aplicar el test de Tukey a los clones ensayados, para un nivel de significancia del 5 % (Tabla 3).

Clon	Media (m3/ha) (*)	Agrupación de medias (**)	
Cima	52,495	A	
I-214	44,176	A	B
X 1	43,274	A	B
Conti 12	43,133	A	B
I-71	40,384	A	B
I-53	35,989		B
Harvard	35,617		B

(*) La media corresponde a todos los años.
(**) Letras iguales representan diferencias no significativas.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la totalidad de años, el clon Cima produce el mayor rendimiento volumétrico, sólo significativamente diferente de los clones I-53 y Harvard, no así con el resto. A su vez todos los clones, exceptuando a Cima, presentan entre sí rendimientos sin diferencias significativas.

Con respecto al ataque de “cancrosis” (*Septoria musiva* Peck) se comportaron como resistentes los cultivares “Conti 12” y “Harvard” (cero plantas afectadas), mediana resistencia “I-53” (11 %), y alta susceptibilidad “I-214” (62 %), “I-71” (80 %) y “Cima” (93 %).

AGRADECIMIENTOS

La realización de este ensayo fue posible gracias al aporte del establecimiento ARIZU S.A., de Villa Atuel, y a un subsidio del CONICET.

BIBLIOGRAFÍA

ARREGHINI, R.I. y CALDERON, A.D - 1996 -"Siete clones de Populus sp., su comportamiento en San Rafael, (Mendoza - Argentina)" - Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - U.N. de Cuyo - Tomo XXVIII Nº 2 - - pag. 51 a 56.

ARREGHINI, R.I. y CALDERON, A.D. -1999 - "Clones de Populus sp. III . Comportamiento en Villa Atuel (Argentina)". - la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - U.N. de Cuyo - Tomo XXXI Nº 2 - (pag. 95 a 98).

ARREGHINI, R.I. ; CALDERON, A.D.; BUSTAMANTE, J.A. y RIU, N.E. Marzo 2001.- "Indagini sulla suscettibilità di cloni diversi di Populus al cancro corticale da Septoria musiva Peck. Nella provincia di Mendoza (Argentina) "- Informatore Fitopatologico - Italia - Nº 3

CALDERÓN, A.D. y ARREGHINI, R.I.- Budapest 1-4 de octubre de 1996 - "Estudio sobre el comportamiento de clones de Populus sp en la localidad de Villa Atuel (Mendoza, Argentina) - Parte II" - Publicado en: Proceedings de la 20º Sesión de la Comisión Internacional del Alamo - Volumen II - pag 812 a 819.

CALDERON, A.D.; BUSTAMANTE, J.A.; MICALI, S.; RIU, N.E.; SOMOZA, A.R. y SETTEPANI, V. - Setiembre 2000 - "Populus sp. Behavior in different places of Mendoza, Argentina".. - 21 ST SESSION OF THE INTERNATIONAL POPLAR COMMISSION (IPC 2000) Portland, Oregon, Estados Unidos -. Vol 1 - pág. 27.

FAO - 1980 - "Los álamos y los sauces" - Roma - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - pag 115 a 118.

ESTIMACIÓN BAYESIANA MEDIANTE MUESTREO DE *GIBBS* PARA UN MODELO MIXTO DE ÁRBOL INDIVIDUAL EN PINOS HÍBRIDOS

BAYESIAN ESTIMATION *VIA GIBBS* SAMPLING WITH AN INDIVIDUAL TREE MIXED MODEL FOR HYBRID PINES

Eduardo Pablo Cappa [1]
Rodolfo J. C. Cantet [2]

[1.] *Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UBA. Estudiante doctoral, becario FONCyT*
e-mail: mailto:ecappa@mail.agro.uba.ar
[2.] *Ing. Agr. M.S., Ph. D. Facultad de Agronomía, UBA y CONICET.*
e-mail: mailto:rcantet@mail.agro.uba.ar

SUMMARY

The additive (σ^2_A) and the error (σ^2_e) variance components, and the heritability ($h^2 = \sigma^2_A / (\sigma^2_A + \sigma^2_e)$) of the diameter at breast height (DAP) from crossbred pines (*Pinus elliottii. var. elliotti.* × *Pinus caribaea var. hondurensis*), were estimated using a bayesian approach by *Gibbs* sampling using a mixed individual tree model. The marginal posterior distributions of σ^2_A, σ^2_e and h^2 were regular and symmetric, whereas similar values were found for the means, medians and modes. The posterior mean (and the standard deviation) for h^2 was 0.106 (0.020).
Key words: Bayesian Analysis, *Gibbs* sampling, genetic parameters, Pine hybrids.

RESUMEN

Se estimaron los componentes de varianza aditiva (σ^2_A) y del error (σ^2_e), más la heredabilidad ($h^2 = \sigma^2_A / (\sigma^2_A + \sigma^2_e)$), en un modelo mixto para árbol individual mediante un enfoque bayesiano y el muestreo de *Gibbs*. El carácter analizado fue el diámetro a la altura del pecho (DAP), en datos de un ensayo de progenies *Pinus elliottii. var. elliotti.* × *Pinus caribaea var. hondurensis*. Las distribuciones marginales posteriores estimadas de σ^2_A, σ^2_e y h^2 fueron regulares y simétricas, con valores similares de sus respectivas medias, medianas y modos. La media (y desvío estándar) posterior para la h^2 fue igual a 0.106 (0.020).
Palabras clave: Análisis Bayesiano, Muestreo de *Gibbs*, parámetros genéticos, Pinos híbridos.

INTRODUCCIÓN

Los parámetros de dispersión, o componentes de varianza, en un modelo de árbol individual, suelen ser estimados empleando Máxima verosimilitud restringida (REML, Patterson y Thompson, 1971). Desde una óptica Bayesiana, REML es el modo de la distribución posterior *conjunta* de los componentes de varianza (Harville, 1974). Este enfoque de marginalización puede profundizarse mediante el empleo de las distribuciones posteriores marginales de cada componente de varianza individual. Para ello se utilizan algoritmos de cadenas de Markov y simulación de Monte Carlo (MCMC). En la evaluación genética con modelos mixtos, Wang *et al.* (1994) obtuvieron las distribuciones posteriores condicionales de los componentes de varianza, para usar en el muestreo de *Gibbs* (*Gibbs sampling*). Adicionalmente los métodos MCMC generan una descripción completa de la distribución posterior de cada parámetro y de cualquier otra distribución que estemos interesados en obtener.

Existen escasas aplicaciones del análisis Bayesiano con métodos MCMC en el área forestal. Soria *et al*., (1998) estimaron parámetros genéticos y valores de cría predichos, para altura y diámetro en *Eucalyptus globulus*. Utilizando la misma base de datos, Toro *et al*., (1998) estimaron componentes de varianza para supervivencia a la sequía. En este trabajo se estimaron los componentes de varianza para un modelo lineal mixto de árbol individual, empleando un enfoque bayesiano y el muestreo de *Gibbs*. Los datos consistieron en los diámetros a la altura del pecho (DAP) de pinos híbridos, *Pinus elliottii. var. elliotti.* × *Pinus caribaea var. hondurensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos pertenecen al Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF), y fueron relevados en Gobernador Virasoro, Corrientes. Consisten en progenies de pinos híbridos *P. elliottii. var elliottii* × *P.caribaea var. hondurensis*. La variable analizada fue el diámetro a la altura del pecho (DAP) en *cm*, medido en los árboles remanentes, a la edad de 7 años. El diseño utilizado fue de bloques al azar con 4 repeticiones, con parcelas de 12 plantas (4 × 3), espaciados a 3.5 × 3.5 *m*.

El modelo aditivo mixto de árbol individual utilizado para analizar los datos fue:

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{X}\,\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{Z}\,\boldsymbol{a} + \boldsymbol{e} \qquad [1]$$

En [1], $\boldsymbol{y}$ (n (= 860) × 1) es el vector de observaciones para DAP; $\boldsymbol{X}$ (860 × p (= 4)) es la matriz de incidencia que asocia los "efectos fijos" β (4 × 1) de bloque, con los datos; $\boldsymbol{Z}$ (860 × q (= 878 = 18 padres y madres + 860 árboles con DAP observado)) relaciona los datos con los valores de cría $\boldsymbol{a}$ (878 × 1). Finalmente, $\boldsymbol{e}$ (860×1) es el vector de errores. La distribución de $\boldsymbol{y}$ en [1] es $p\left(\boldsymbol{y}|\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{a},\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\right) \sim \text{MVN}\left(\boldsymbol{X}\,\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{Z}\,\boldsymbol{a}, \boldsymbol{I}\,\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\right)$ dado que:

$$p\left(\boldsymbol{y}|\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{a},\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\right) \propto \left(\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\right)^{-\frac{n}{2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_{\boldsymbol{e}}^2}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X}\boldsymbol{\beta}-\boldsymbol{Z}\boldsymbol{a})'(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X}\boldsymbol{\beta}-\boldsymbol{Z}\boldsymbol{a})\right] \qquad [2]$$

El enfoque Bayesiano requiere la asignación de distribuciones a *priori* para todos los parámetros desconocidos del modelo, en nuestro caso, $\boldsymbol{\beta}$, $\boldsymbol{a}$, σ^2_A y σ^2_e. Para evitar densidades *a posteriori* impropias (Hobert y Casella, 1996), tomaremos la distribución *a priori* del vector β como normal p-variada $\boldsymbol{\beta} \sim N_p\,(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{K})$. Para reflejar un alto de estado de incertidumbre inicial sobre los efectos fijos, estos son considerados *a priori* independientes. Asimismo, la matriz de covarianzas K posee elementos diagonales de magnitud considerable (ej. $k_{ii} > 10^8$). La densidad a priori de $\boldsymbol{\beta}$ es entonces proporcional a:

$$p\left(\boldsymbol{\beta}\,|\,\boldsymbol{K}\right) \propto \left|\prod_{i=1}^{p} k_{ii}\right|^{-\frac{1}{2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{p}\frac{\boldsymbol{\beta}_i^2}{k_{ii}}\right\} \qquad [3]$$

Los valores de cría poseen una distribución *a priori* $\boldsymbol{a} \sim N_q(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{A}\sigma^2_A)$, donde $\boldsymbol{A}$ es la matriz de relaciones aditivas entre árboles

$$p\left(\boldsymbol{a}|\,\sigma_A^2\right) \propto \left(\sigma_A^2\right)^{-\frac{q}{2}} \exp\left\{-\frac{\boldsymbol{a}'\boldsymbol{A}^{-1}\boldsymbol{a}}{2\sigma_A^2}\right\} \qquad [4]$$

Para los componentes de variancia σ^2_A y σ^2_e se proponen distribuciones χ^2 invertidas escaladas e independientes (Wang *et al*., 1994), respectivamente iguales a:

$$p\left(\sigma_A^2\,|\,\upsilon_A,\delta_A^2\right) \propto \left(\sigma_A^2\right)^{-\left(\frac{\upsilon_A}{2}+1\right)} \exp\left\{-\frac{\upsilon_A\delta_A^2}{2\sigma_A^2}\right\} \quad \text{y} \quad p\left(\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\,|\,\upsilon_{\boldsymbol{e}},\delta_{\boldsymbol{e}}^2\right) \propto \left(\sigma_{\boldsymbol{e}}^2\right)^{-\left(\frac{\upsilon_{\boldsymbol{e}}}{2}+1\right)} \exp\left\{-\frac{\upsilon_{\boldsymbol{e}}\delta_{\boldsymbol{e}}^2}{2\sigma_{\boldsymbol{e}}^2}\right\} \qquad [5]$$

donde υ_A y υ_e son los grados de credibilidad y δ_A^2 y δ_e^2 las 'hipervarianzas' de los efectos aditivos genéticos y del error, respectivamente.

Multiplicando la verosimilitud [2] por todas las densidades *a priori* [3], [4] y [5], se obtiene la siguiente distribución conjunta:

$$p\left(\boldsymbol{\beta},\boldsymbol{a},\sigma_A^2,\sigma_e^2\,|\,\boldsymbol{y},\upsilon_A,\upsilon_e,\delta_A^2,\delta_e^2\right) \propto \left(\sigma_e^2\right)^{-\frac{n}{2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_e^2}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta}-\boldsymbol{Za})'(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{X\beta}-\boldsymbol{Za})\right]$$

$$\exp\left\{-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{p}\frac{\boldsymbol{\beta}_i^2}{k_{ii}}\right\}\left(\sigma_A^2\right)^{-\frac{q}{2}}\exp\left\{-\frac{\boldsymbol{a}'\boldsymbol{A}^{-1}\boldsymbol{a}}{2\sigma_A^2}\right\}\left(\sigma_A^2\right)^{-\left(\frac{\upsilon_A}{2}+1\right)}\exp\left\{-\frac{\upsilon_A\delta_A^2}{2\sigma_A^2}\right\}\left(\sigma_e^2\right)^{-\left(\frac{\upsilon_e}{2}+1\right)}\exp\left\{-\frac{\upsilon_e\delta_e^2}{2\sigma_e^2}\right\} \qquad [6]$$

La inferencia sobre σ^2_A y σ^2_e se realiza a partir de sus respectivas densidades marginales posteriores, calculadas integrando los otros parámetros en [6].

La distribución condicional posterior de cada elemento individual en $\boldsymbol{\beta}$ y $\boldsymbol{a}$, dado los restantes parámetros, es: $p\left(\boldsymbol{\theta}_i|\boldsymbol{y},\boldsymbol{\theta}_{-i},\sigma_A^2,\upsilon,\delta^2\right) \sim N\left(\tilde{\theta}_i,\tilde{v}_i\right)$, $\tilde{\theta}_i = \dfrac{d_i - \sum_{j\neq i} c_{ij}\boldsymbol{\theta}_j}{c_{ii}}$ y $\tilde{v}_i = \dfrac{\sigma_e^2}{c_{ii}}$. La densidad condicional posterior de σ^2_e es χ^2 invertida:

$$p\left(\sigma_e^2|\mathrm{y},\boldsymbol{a},\sigma_A^2,\upsilon,\delta^2\right) \propto \left(\sigma_e^2\right)^{-\frac{n+\upsilon_e+2}{2}}\exp\left\{-\frac{\boldsymbol{e}'\boldsymbol{e}+\tilde{\upsilon}_e\tilde{\delta}_e^2}{2\sigma_e^2}\right\} \text{ siendo } \tilde{\upsilon}_e = n+\upsilon_e \text{ y } \tilde{\delta}_e^2 = \frac{\boldsymbol{e}'\boldsymbol{e}+\upsilon_e\delta_e^2}{\upsilon_e+n} \text{ y}$$

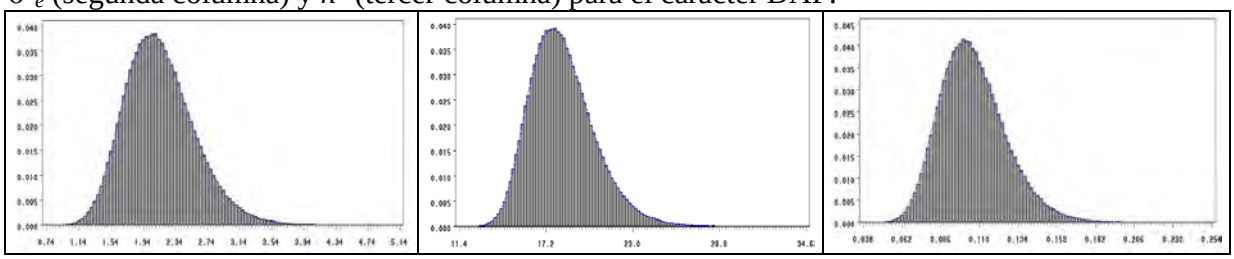
$\boldsymbol{e} = \boldsymbol{y} - \boldsymbol{X}\,\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{Z}\,\boldsymbol{a}$. La densidad condicional posterior de σ^2_A es similar, con $\tilde{\upsilon}_A = q + \upsilon_A$ y $\tilde{\delta}_A^2 = \dfrac{a'A^{-1}a + \upsilon_A\delta_A^2}{\upsilon_A + q}$.

Formalmente, el muestreo de *Gibbs* se realiza de la siguiente manera: 1) Se asignan valores arbitrarios para $\boldsymbol{\beta}$, $\boldsymbol{a}$, σ^2_A y σ^2_e; 2) Se genera β y a de $p\left(\theta_i|\boldsymbol{y},\theta_{-i},\sigma_A^2,\delta_e^2\right)$; 3) Se genera σ^2_e de $p\left(\sigma_e^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{a},\sigma_A^2,\upsilon,\delta^2\right)$; 4) Se genera σ^2_A de $p\left(\sigma_A^2|\boldsymbol{y},\boldsymbol{a},\sigma_e^2,\upsilon,\delta^2\right)$. Se repite (2) – (4) k veces. Siendo k el largo de la cadena. Cuando k es grande, se crea una cadena de Markov cuya distribución de equilibrio es la densidad posterior [6]. En algún valor de k, en el cual decimos que el muestreo convergió, cualquier valor nuevo pertenece a la distribución posterior. En el presente análisis se generó una cadena simple (k = 500000) y se usó el programa BOA (Smith, 2001) para diagnosticar convergencia, mediante el factor de dependencia de Raftery y Lewis (1992), y la autocorrelación entre muestras separadas (*lag*) por 1 a 50 muestras. Con cada valor de autocorrelación se calculó el tamaño efectivo de muestra (R.M. Neal, en Kass *et al*., 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las distribuciones marginales posteriores estimadas de σ^2_A, σ^2_e y h^2 se muestran en la figura 1. Se puede observar que las densidades posteriores fueron bastantes regulares y se aproximan a la normal. Asimismo se observaron valores similares para las medias, modos y medianas (Cuadro 2).

Figura 1: Distribuciones marginales posteriores estimadas para σ^2_A (primer columna), σ^2_e (segunda columna) y h^2 (tercer columna) para el carácter DAP.



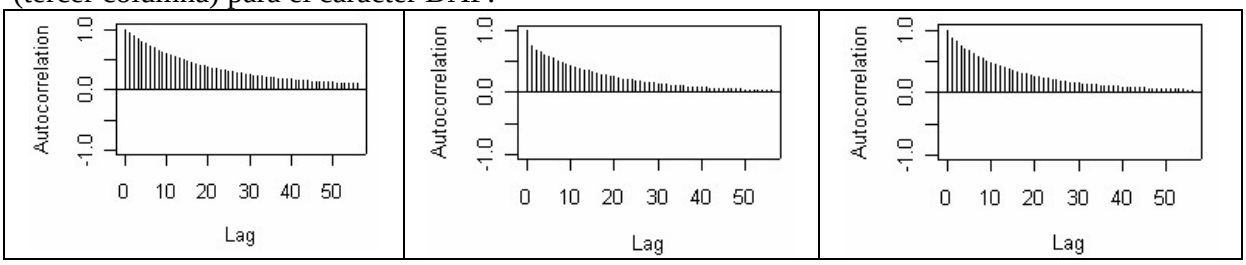
Las estimaciones de la media de la distribución marginal posterior para la varianza aditiva y h^2 fueron 0.212 y 0.106, respectivamente. Los valores de heredabilidad coinciden con las estimaciones promedio de la revisión de Dungey (2001) y los resultados de Dieters *et al*. (2000), para este híbrido y obtenidas mediante REML. Una limitación de los estimadores REML es que su distribución de muestreo no se puede obtener por métodos analíticos (Searle *et al*., 1992). En contraposición, la distribución posterior Bayesiana es exacta, y permite calcular estadísticos como los intervalos de alta densidad posterior (95% HPD), los que se observan en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Estadísticos estimados de las distribuciones marginales posteriores de la σ^2_A, σ^2_e y h^2, para el carácter DAP.

	Media	**Modo**	**Mediana**	**SD**	**95% HPD**
σ^2_A	2.152	1.987	2.114	0.431	1.364 , 3.024
σ^2_e	18.300	18.608	18.066	2.160	14.425 , 22.630
h^2	0.106	0.100	0.104	0.020	0.069 , 0.146

El valor del factor de dependencia de Raftery y Lewis (1992) fue mayor a 5 para los tres parámetros (σ^2_A = 39.41, σ^2_e = 18.22 y h^2 = 28.02) indicando que las cadenas tuvieron una convergencia adecuada. Altos valores de autocorrelación indican baja convergencia a la distribución posterior. En este estudio se obtuvieron valores para *lag* = 50 cercanos a 0: 0.1192858, 0.0452472 y 0.0561723, para σ^2_A, σ^2_e y h^2, respectivamente. Las funciones de autocorrelación de las muestras MCMC de los respectivos parámetros se observan en la figura 2.

Figura 2: Funciones de autocorrelación para σ^2_A (primer columna), σ^2_e (segunda columna) y h^2 (tercer columna) para el carácter DAP.



Los tamaños efectivos muestrales fueron 146615, 179109 y 163086, respectivamente para σ^2_A, σ^2_e y h^2. Nótese que para la varianza aditiva, el valor de largo de cadena fue levemente inferior que para σ^2_e y h^2. Por último, se encontró que los valores *a priori* de σ^2_A y σ^2_e, para υ_A =

υ_e = 10, no mostraron un efecto apreciable sobre las medias estimadas de las distribuciones marginales posteriores de los respectivos parámetros.

CONCLUSIÓN

El análisis Bayesiano mediante el algoritmo de muestreo de *Gibbs* permitió estimar los parámetros de interés (componentes de varianza, efectos "fijos" y "aleatorios") para pinos híbridos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CIEF por el aporte de los datos utilizados en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Dieters, M,J., Dungey, H.S.. 2000. Relationship between the relative importance of non-additive variance and the genetic correlation between hybrid and parental populations in some *Pinus* species. In 'Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees'. Eds HS Dungey, *et al*. 9-14 April, Noosa, Queensland. pp. 87-92.

Dungey, H. S. 2001. Pine hybrids - a review of their use performance and genetics. Forest Ecology and Management 148(1-3): 243-258.

Harville, D.A. 1974. Bayesian inference for variance components using only error contrasts. Biometrika, 61:383-384.

Hobert J. P., Casella G.. 1996. The effects of improper priors on Gibbs sampling in hierarchical linear models, J. Amer. Statist., 91:1461-1473.

Kass R.E., Carlin B.P., Gelman A., Neal R.M. 1998. Markov chain Monte Carlo in practice: a roundtable discussion, Amer. Stat. 52:93–100.

Patterson, H.D. y Thompson, R. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. Biometrika, 58: 545-554.

Raftery, A. L. and Lewis, S. 1992. How many iterations in the Gibbs sampler? *In* Bayesian Statistics 4, eds. J.M. Bernardo *et al*. Oxford: Oxford University Press.

Searle, S.R. 1982. Matrix Algebra Useful for Statistics. New York: John Wiley & Sons.

Soria F., Basurco F., Toval G., Silió L., Rodriguez, M.C. y Toro M. 1998. An application of Bayesian techniques to the genetic evaluation of growth traits in Eucalyptus globulus. Canadian Journal of Forest Research, 28: 12861294.

Smith B.J.. 2001. Bayesian Output Analysis Program (BOA) version 1.0.0 user's manual Disponible en: http://www.public-health.uiowa.edu/boa/Home.html. (31/08/2004)

Toro M.A., Silió L., Rodriguez, M.C., Soria F. Y Toval G.. 1998. Genetic analysis of survival to drought in Eucalyptus globulus in Spain. Proc. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia, January 12-16, 1998, p. 499-502.

Wang C.S., Rutledge J.J. y Gianola D.. 1994. Bayesian analysis of mixed linear models via Gibbs sampling with an application to litter size in Iberian pigs. Genetics, Selection, Evolution, 26: 91-115.

EVALUACIÓN DE CLONES DE ALAMO EN EL DELTA DEL PARANÁ

POPLAR CLONE EVALUATION IN PARANA DELTA

Silvia Cortizo[1], Vanesa Mema[2] y Pablo Pathauer[3]

1 Ing. Agr. Area de genética y mejoramiento de la E.E.A. Delta del Paraná. INTA - Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. Jefe de Trabajos Prácticos. Cátedra de Genética, FA-UBA. Buenos Aires. scortizo@correo.inta.gov.ar
2. Ing. Agr. Area de genética y mejoramiento de la E.E.A. Delta del Paraná. INTA - Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. Ayudante Primera, Cátedra de Dasonomía, FA-UBA. Buenos Aires. vmema@mail.agro.uba.ar
3. Ing. Forestal. Departamento de Forestales del Instituto de Recursos Biológicos. INTA Castelar - Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. Buenos Aires. ppathaver@cnia.inta.gov.ar

SUMMARY

Poplar culture has a worldwide importance because of its fast growth, adaptability, ease of clonation and multiple uses.

As part of a breeding program, the E.E.A. Delta del Paraná introduced seeds from selected trees of the Mississippi Delta, which were used to select individuals of outstanding performance.

The goal of this study is the evaluation of clones planted under commercial conditions to select those ones that will be included in regional trials.

We studied diameter, height, bark thickness and wood density in a trial of nine clones of *Populus deltoides* Bartr. planted in 2000 in a field protected by a dike.

A randomized complete block design with four replications and nine plants by plot was used.

Significant differences in all the studied variables were found. The growth of 20-82 clone, of excellent straightness and sanity, was superior to the control one, but they were similar in wood density and bark thickness.

Key words: *Populus deltoides*, wood density, growth, Delta del Paraná.

RESUMEN

El cultivo de álamos ha alcanzado gran importancia a nivel mundial debido a su rápido crecimiento, adaptabilidad a diferentes sitios de cultivo, facilidad de clonación y usos de la madera (debobinado, aserrado, celulosa y aglomerado).

Como parte del programa de mejoramiento, la E.E.A. Delta del Paraná ha introducido semillas provenientes de árboles selectos del Delta del Mississippi a partir de las cuales se han seleccionado individuos con comportamiento promisorio.

El objetivo del presente trabajo es la evaluación de clones bajo condiciones de plantación definitiva para seleccionar aquellos que participarán de ensayos regionales.

Se estudiaron las variables diámetro, altura, espesor de corteza y densidad básica de la madera en un ensayo de nueve clones de *Populus deltoides* Bartr. (10-67, 20-82, 21-82, 89-82, 147-88, 190-88, Australiano 106-60, S-55 y Stoneville 109) instalado en el año 2000 sobre un terreno endicado. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y nueve plantas por parcela, distanciadas a cuatro por cuatro metros.

Se encontraron diferencias significativas para todas las variables analizadas. El clon 20-82, de excelente porte y sanidad, resultó superior al testigo (Australiano 106-60) para las variables de crecimiento y no se diferencia en densidad y espesor de corteza.

Palabras clave: *Populus deltoides*, densidad básica, crecimiento, Delta del Paraná.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de álamos ha alcanzado gran importancia a nivel mundial debido a su rápido crecimiento, adaptabilidad a diferentes sitios de cultivo, facilidad de clonación y usos de la madera (debobinado, aserrado, celulosa y aglomerado) (Zsuffa et al, 1996; Dickmann, 2001).

El Delta del Paraná constituye una excelente región para la producción de maderas blandas con fines industriales (Bonetto y Hurtado, 1998) y se ha especializado, dadas sus condiciones ecológicas, en la producción de Salicáceas (Cerrillo, 1997; SAGPyA, 1999). Durante el período de máximo apogeo el cultivo ha alcanzado unas 100.000 ha (Alonzo 1987). Hoy en día la superficie es de 56.064 ha (SAGPyA, 2001) con tendencia creciente.

Las primeras plantaciones se realizaron hacia la segunda mitad del siglo XIX con álamo carolino *(P. deltoides subesp. angulata cv. carolinensis)* originario del Delta del Mississippi (Estados Unidos). Este clon dejó de cultivarse en el Delta entre los años 1910 y 1920 debido a una epifitia de roya *(Melampsora sp.)*. Posteriormente, se difundieron varios clones de *Populus x euroamericana* que debieron ser eliminados por su susceptibilidad a cancrosis *(Septoria musiva)* (Cortizo, 1997). En la década de 1960 el INTA y la Compañía General de Fósforos Sudamericana introdujeron una serie de clones de *P. deltoides* (Alonzo, 1987; Piussan, 1995; Ragonese, 1993), algunos de los cuales ocupan grandes superficies en la actualidad (Australiano 106-60, Australiano 129-60, Stoneville 67), mientras que otros debieron abandonarse por razones sanitarias (I-72, Stoneville 71, Catfish 2, etc.).

A nivel mundial, los programas de mejoramiento del género Populus se basan principalmente en hibridaciones interespecíficas (Teissier du Cros, 1986, Bisoffi, 1989, Stetler et al., 1993, Bisoffi et al. 1996; Riemenschneider, 2001), con la finalidad de explotar el vigor híbrido, generar variabilidad genética o unir las características de interés de las especies en juego. No existen dudas de que la hibridación interespecífica constituye una valiosa herramienta, pero requiere disponer de poblaciones base mejoradas para iniciar el proceso. La Argentina no cuenta con álamos nativos, de modo que debemos recurrir a materiales exóticos (Cortizo, 1997). En este sentido, la introducción de semillas de árboles selectos puede resultar una buena alternativa, pues permite incorporar una gran cantidad de variabilidad genética sobre la cual se puede desarrollar el proceso de mejora. La E.E.A. Delta del Paraná ha introducido semillas de *P. deltoides* que sumadas a los clones anteriormente mencionados han sido la base de la estrategia de corto plazo para la selección de cultivares.

El objetivo del presente trabajo es la evaluación de clones seleccionados a nivel de individuo y en estaquero, bajo condiciones de plantación definitiva para seleccionar aquellos que participarán de ensayos regionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en un ensayo instalado en el año 2000 sobre un terreno protegido por un dique total en la E.E.A. Delta del Paraná (Lat: 34° 32' 48" S., Long: 58° 29' 28" O).

Se evaluaron nueve clones de *Populus deltoides* Bartr, siete de ellos seleccionados por el INTA (10-67, 20-82, 21-82, 89-82, 147-88, 190-88, S-55) y dos introducidos por la Compañía General de Fósforos Sudamericana (Australiano 106-60 y Stoneville 109). El Australiano 106-60, de amplia difusión comercial, fue utilizado como testigo.

La preparación del terreno se realizó con un arado de discos y se plantaron estacas de un metro de largo y sección homogénea. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y nueve plantas por parcela, distanciadas a cuatro por cuatro metros. Se dispuso una bordura perimetral simple de Stoneville 91.

Se realizaron anualmente podas de conducción y control de malezas con desmalezadora entre líneas y con herbicida en una faja de cientoveinte centímetros sobre la línea de plantación. Las fallas fueron repuestas con guías durante el invierno del primer año.

A partir del primer año se midió la altura y a partir del segundo la circunferencia a la altura del pecho durante el reposo invernal. Al cuarto año se evaluó en forma cualitativa el fuste y la resistencia a roya, se midió el espesor de corteza y se estimó la densidad básica de la madera con muestras de tarugos de doce milímetros de diámetro extraídos a la altura de pecho. Una vez en el laboratorio, los tarugos fueron separados en cuatro secciones de igual longitud. Tanto las secciones internas como las externas fueron trabajadas en conjunto debido a la ausencia de influencia de la orientación solar (Carrizo et al. 1997, Gelid et al. 2001). Las dos secciones interiores del tarugo representan el 25 % de la sección normal del árbol (densidad interna) y las restantes el 75 % de la misma (densidad externa) (López, 1995). La densidad básica se calculó como promedio ponderado de las dos variables obtenidas mediante el método del Máximo tenor de humedad (Smith, 1955).

Los datos fueron analizados utilizando el programa GLM (General Lineal Model) del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 6.12. En todos los casos se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad.

RESULTADOS

Las diferencias de crecimiento empezaron a manifestarse a partir del segundo año (Tabla 1). El clon 20-82 superó en diámetro al testigo, mientras que los clones 21-82 y 89-82 presentaron un crecimiento similar (Gráfico 1). Para la variable altura los clones de mejor comportamiento (20-82, 21-82 y Stoneville 109) no superaron al testigo (Gráfico 2).

Los clones estudiados tienen un fuste de buenas características a exepción del 147-88 que se quiebra con facilidad.

Los clones 10-67, S-55 y 147-88 son altamente susceptibles a roya, desarrollan gran cantidad de pústulas que provocan el amarillamiento y pérdida del follaje. Los clones Stoneville 109 y 190-88 presentan pústulas pequeñas que no afectan la supervivencia de las hojas. El clon Australiano 106-60 también presenta numerosas pústulas pequeñas y si bien se observa una importante defoliación, ésta es compensada por el desarrollo de hojas de brotes nuevos. El clon 21-82 presenta pústulas aisladas y los clones 20-82 y 89-82 son inmunes, en ambos casos el follaje permanece verde durante todo el ciclo de crecimiento.

También se encontraron diferencias significativas para el índice de corteza que presentó un rango del 6 al 8 % del diámetro total (Tabla 1, Gráfico 3). Sin embargo, no hay correlación entre esta variable y las de crecimiento.

Para la variable densidad se encontraron diferencias significativas entre los clones estudiados (Tabla 1, Gráfico 4). Los clones de mejor crecimiento en altura y diámetro (21-82, 20-82 y 89-82) también presentaron los valores más altos de densidad (352, 349 y 343 kg/m^3 respectivamente) si bien no se diferenciaron significativamente del testigo (352 kg/m^3). Estos valores son superiores a los promedios encontrados por Carrizo et al. (1997) para individuos jóvenes de la misma especie.

La mayor parte de los programas de mejoramiento de salicáceas han priorizado criterios de selección en base al crecimiento, forma, adaptabilidad y resistencia a enfermedades (Riemenschneider, 2001). Hoy en día, los mercados de celulosa, aserrado y debobinado exigen mayores estándares de calidad. Independientemente del objetivo de producción, la densidad de la madera directa o indirectamente condiciona la calidad del producto final (Zobel, 1992; Malan et al., 1996), siendo la más utilizada como indicador de las propiedades mecánicas (Pryor and Willing, 1983).

El rendimiento de un cultivo es el resultado del efecto de varias características simples que actúan en conjunto, directa o indirectamente. Algunas de ellas, por ejemplo la resistencia a enfermedades, son prioritarias y deben ser consideradas como filtro para la liberación de nuevos cultivares. Otras características, como altura, diámetro y densidad, deberían ser

consideradas en un índice de selección, pues conjuntamente definen el beneficio económico del productor (Dickman and Keathley, 1996).

De acuerdo con los resultados obtenidos y en base a los criterios establecidos anteriormente, los clones S-55, 147-88 y 10-67 deberán ser eliminados por razones sanitarias, mientras que los clones 20-82, 21-82 y 89-82 continuarán con el proceso de evaluación a nivel regional.

Tabla 1: Resultados de los análisis de varianza.
Table 1: Analyses of variances results

	Altura	Diámetro	Indice de corteza	Densidad Media
Primer año	1.47 ^{ns}			
Segundo año	10.18 **	11.40 **		
Tercer año	6.68 **	15.06 **		
Cuarto año	18.58 **	43.78 **	6.42 **	8.99**

ns = no significativo, ** = p < 0.01

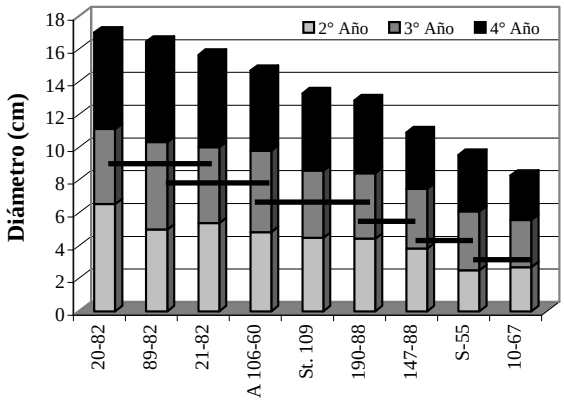


Gráfico 1: Diámetro. Líneas distintas indican diferencias significativas (p<0.05) para el test de Tuckey.
Fig. 1: Diameter. Tuckey's test. Same line are not significantly different.

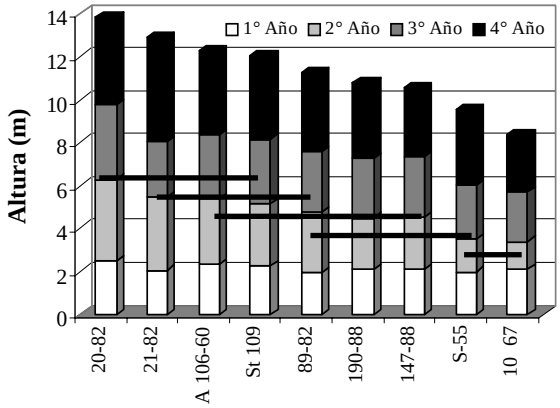


Gráfico 2: Altura. Líneas distintas indican diferencias significativas (p<0.05) para el test de Tuckey.
Fig. 2: Height. Tuckey's test. Same line are not significantly different.

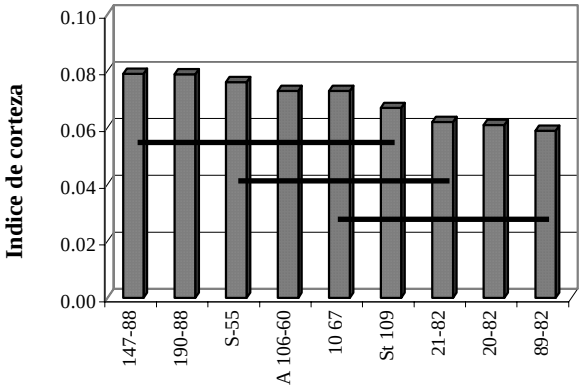


Gráfico 3: Indice de corteza al cuarto año. Líneas distintas indican diferencias significativas (p<0.05) para el test de Tuckey.
Fig. 3: Bark index. Tuckey's test. Same line are not significantly different.

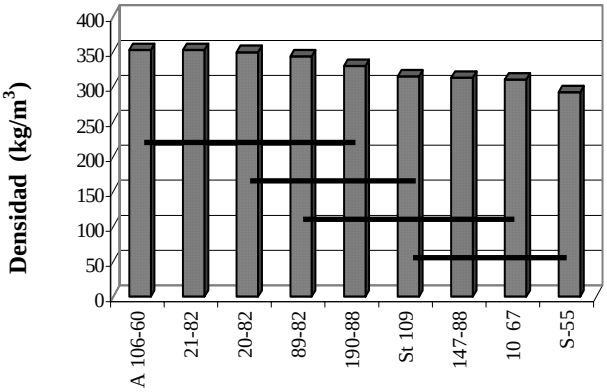


Gráfico 4: Densidad básica al cuarto año. Líneas distintas indican diferencias significativas (p<0.05) para el test de Tuckey.
Fig. 4: Wood density. Tuckey's test. Same line are not significantly different.

CONCLUSIÓN

Se dispone de clones resistentes a roya, una de las enfermedades más importantes en la región, de buen crecimiento y densidad con amplias posibilidades de difusión comercial.

BIBLIOGRAFÍA

ALONZO, A. 1987. Estado actual del mejormaniento de Salicáceas en la Argentina. Actas del Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento genético de especies forestales. Bs As. CIEF. Tomo I: 157-171.

BISOFFI, S. 1989. Recent developments of poplar breeding in Italy. Proceedings of recent developments in poplar selection and propagation techniques. IUFRO: 1-28.

BISOFFI, S. and Gullberg, U. 1996. Poplar breeding and selection strategies. Ed: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D. Jr., Heilman, P.E., and Hinckley, T.M. Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 139-158.

BONETTO, A. y Hurtado, S. 1998. Delta Paranense. Región 1 Cuenca del Plata. Paginas 31-72. En Canevari, P.; Blanco, D.; Bucher, E.; Castro, G y Davidson, I (edit). Los humedales de la Argentina. Situación actual, conservación y legislación. Wetlands Intern. Publ. 46.

CARRIZO, G.L., Guarnaschelli, A.B. y Delfino, S. 1997. Asociación entre la madera juvenil y adulta en *Populus deltoides* subesp. *angulata*. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. "Forestar y crecer". AFOA: 6 pp.

CERRILLO, T. 1997. Mejoramiento de álamos y sauces. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. "Forestar y crecer". AFOA: 10 pp.

CORTIZO, S. 1997. Evaluación de productividad de clones de álamo en el Delta del Paraná. Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. "Forestar y crecer". AFOA: 5 pp.

DICKMANN, DI. And Keathley, D.E. 1996. Linking physiology, molecular genetics and the *Populus* ideotipe. Ed: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D. Jr., Heilman, P.E., and Hinckley, T.M. Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 491-514

DICKMANN, DI. 2001. An overview of the genus Populus. Ed: Dickmann, D.I., Isebrand, J.G., Eckenwalde, J.E. and Richardson, J. Poplar culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 1-42.

GELID, P.; Rodriguez Traverso, J. y Pathauer, P.2001. Empleo del Pilodyn 6J-Forest, en programas de mejoramiento forestal, para *Eucalyptus globulus* ssp *globulus*, *E. globulus* ssp *maidenii* y *E. dunnii*. Actas Simposio Internacional IUFRO ¨Desarrollando el Eucalipto del Futuro¨ Valdivia Chile.

LOPEZ, JA.. 1995. Ajuste preliminar del Pilodyn 6J Forest para estimar la densidad e la madera de *E. grandis*. Actas 6º Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE: 77.

MALAN, F.S., Retief, R.J.and Dyer, S.T. 1996. Improvement of Soth African Timber Resource: Concerns and Propuosed Strategies. Soth African Forestry Journal 175: 61-65.

PIUSSAN, C. 1995. Mejorar para competir. Campo y tecnología. INTA. Año IV, Nº 19: 56-58.

PRYOR, LD and Willing, R.D. 1983. poplars in Australia. Camberra Publishing and Printing: 56 pp.

RAGONESE, A.E. 1993. Fitotécnia de salicáceas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INTA. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo XLVII Nº 2: 35 pp.

RIEMENSCHNEIDER, R.E.; Stanton, B.J., Vallée, G. and Périnet, P. 2001. Poplar breeding strategies. Ed: Dickmann, D.I., Isebrand, J.G., Eckenwalde, J.E. and Richardson, J. Poplar culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 43-76.

SAGPyA. 1999. Argentina: Oportunidades de inversión en bosques cultivados. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Buenos Aires. Argentina: 131-142 p.

SAGPyA. 2001. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Buenos Aires. Argentina: 63 pp.

SMITH, D.M. 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Rep. US. Forest Prod. Lab. Rep. 2054. 8 pp.

STETLER, R; Heilman, P. and Hinckley, T. 1993. Optimizing productivity in short-rotation intensive poplar culture. Proceedings of Western Forest Genetic Association. Davis. C.A.

TEISSIER DU CROS, 1986. Peupliers noirs et baumiers. Amélioration génétique des arbres forestiers. Ministere de L'Agriculture. Revue forestiere francaise: 153-155.

ZOBEL, B. 1992. Silvicultural effects on wood properties. IPFS International. Piracicaba. 2: 31-38.

ZSUFFA, L., Giordano, E. Pryor, L.D. and Stettler, R. F. 1996. Trends in poplar culture: some global and regional perspectives. Ed: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D. Jr., Heilman, P.E., and Hinckley, T.M. Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá: 515-539.

SALIX SSP. RESPUESTAS CLONALES A DIFERENTES ESPACIAMIENTOS DE PLANTACIÓN.

SALIX SSP. RESPONSE CLONAL TO DIFFERENT SPACING PLANTATION.

Raúl Marlats[1]
Gabriela Senisterra[2]
Jorge L. Marquina[3]

[1] Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Casilla Correo 30. Código Postal 1900. La Plata, Buenos Aires, Argentina. CIC PBA. Email: rmarlats@netverk.com.ar-
[2] Investigadora. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Email: gseniste@ceres.agro.unlp.edu.ar
[3]Profesor Adjunto. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Email: jmarqui@ceres.agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the mean basal individual areas (AMBI) and mean individual heights (AMI) reached in 10 years old clones of willows: *Salix babylonica x Salix alba cvs* "A 131-25", "A 131-27", "A 250-33 and *Salix matsudana x Salix alba* "A 13-44" y their correlation with five spacing plantation expressed in m^2/tree: 4.60; 5.80; 6.90; 9.80 and 13.00 equal to 2173; 1722; 1442; 1020 and 769 tree/ha stated in experimental systematic design.

This site is situated in Mean Delta of Paraná River, Villa Paranacito, Entre Rios (33° 45´ South latitude; 59°01´ West longitude over Hydracuentes systematized, dock enclosed soils, with recurrent floods and long flooding periods. It had been realized, for each clone, regression analysis between ABMI–space and AMI–space.

Significant correlation were found between AMI space except one and the association surface of space – ABMI were significant for all clons.

Key words: *Salix ssp*, basal area, heights, interaction - clon- spacing.

RESUMEN

El **objetivo** de este trabajo fue evaluar las áreas basales medias individuales (ABMI) y las alturas medias individuales (AMI) alcanzadas a los 10 años de edad por los clones de sauce: *Salix babylonica x Salix alba cvs*: "A- 131-25"; "A-131-27", "A 250-33" y de *S. matsudana x S. a.* cv "A 13-44", y su relación con cinco espaciamientos de plantación expresados en m2/ árbol: 4,60; 5,80; 6,90; 9,80 y 13,00 equivalentes a 2173; 1722; 1442; 1020 y 769 árboles por hectárea, establecidos en un diseño experimental sistemático.

El sitio está ubicado en el Delta Medio del Río Paraná: Villa Paranacito, Entre Ríos (33° 45´ LS; 59° 01' W) sobre Suelos Hidracuentes sistematizados, endicado, con inundaciones recurrentes y largos períodos de anegamiento.

Para cada clon se realizaron, análisis de correlación y regresión de ABMI- espacio y AMI- espacio.

Las correlaciones fueron significativas entre AMI - espaciamientos sólo para un clon y sí todos presentaron asociaciones significativas para ABMI- espaciamientos. La asociación superficie de los espaciamientos – ABMI fue diferente para cada clon.
Palabras clave: *Salix ssp*, área basimétrica, alturas- clon- espaciamiento.

INTRODUCCIÓN

La variación de las necesidades de espacio en el turno, es un elemento de juicio indispensable para el Manejo Económico del Bosque, por lo tanto el comportamiento social expresado por el crecimiento a distintas densidades es uno de los caracteres a tener en cuenta para la optimización del recurso suelo- vuelo. BUDFORD & BURKHART (1987), informaron que la capacidad de competencia puede ser manejada hasta cierto punto genéticamente.

DENEGRI & MARLATS (1991); MARLATS *et al*., (1999) hallaron entre clones de *P. deltoides* tendencias diferenciales a un mejor aprovechamiento del espaciamiento para un mismo sitio. Según FIRBANK & WATKINSON (1987) se trataría de la capacidad de cada clon para desarrollarse en un área de recursos disponibles

Los ensayos de mejoramiento genético forestal, rara vez contemplan los comportamientos referidos a diferentes densidades. Normalmente se opta por un solo tratamiento, desconociéndose la respuesta a otros espaciamientos y configuraciones (DENEGRI & MARLATS, *op. cit.*, 1991). Se debe destacar que esta respuesta, como otras, podrían verse influidas por la reducida variabilidad de las plantaciones isogénicas (PADRÓ SIMARRO & HERNÁNDEZ LEÓN, 1983; ACCIARESI & MARLATS 1988).

Los diseños sistemáticos generan información de carácter exploratorio, confiable, y permiten evaluar tendencias de las respuestas de los árboles a múltiples espaciamientos, particularmente si las poblaciones analizadas son clonales (HUXLEY & WORD, 1987).

El **objetivo** de este trabajo fue evaluar el comportamiento del área basal media individual y la altura media individual de cuatro clones de amplia difusión en el delta paranaense, interaccionando con cinco configuraciones y espaciamientos de plantación de posible uso comercial.

Hipótesis: existe respuesta diferencial clonal de área basal y altura total a diferentes configuraciones y espaciamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio experimental esta ubicado en el Delta Medio del Río Paraná, Villa Paranacito, Entre Ríos (33° 45´ LS; 59° 01’ W) sobre Suelos Hidracuentes sistematizados del Sur de la provincia de Entre Ríos, endicado, con inundaciones recurrentes y largos períodos de anegamiento. Clima: la temperatura máxima media 24,5°C, la mínima media 9,2º, la máxima absoluta 40º (diciembre), y la mínima absoluta –5°C (junio). El valor de las precipitaciones medias es de 978 mm, con régimen isohídrico.

El material analizado perteneció a un diseño sistemático implementado a partir de la adaptación de las parcelas circulares de Nelder (NELDER & MOSS, 1956), llevadas a situaciones de coordenadas ortogonales MARLATS *et al.,* (1999), con 4 replicaciones, de dos árboles cada una.

La metodología propuesta fue:

1- Etapa de ajuste: eliminación de aquellos tratamientos sin densidad completa que por pérdidas o bifurcaciones podrían alterar el estado de competencia completa teórica del diseño inicial, quedando únicamente para la evaluación aquellas que figuran en la Tabla 2.

2- Datos analizados: área basal media individual (ABMI) y alturas medias individuales (AMI) obtenidos a partir de la evaluación de los árboles centrales de cada parcela para eliminar los posibles efectos de borde.

3- Análisis de correlación y regresión ABMI - espacio y AMI- espacio por clon. El modelo elegido ($Y = a + bX$), presentó un comportamiento relativamente bueno y con ventajas por la sencillez y facilidad de interpretación de sus coeficientes. Siendo Y= ABMI o AMI alcanzadas en el espaciamiento X.

Tabla 1. Clones estudiados, sus orígenes parentales y procedencias.

Studied clones, parental procedences and origins.

Clon	Origen parental y procedencia
Sauce híbrido cv "A 131-25"	*Salix babylonica x Salix alba cv "A 131-25"*. INTA Castelar, Argentina.
Sauce híbrido cv "A 131-27"	*Salix babylonica x Salix alba cv "A 131-27"*. INTA Castelar, Argentina.
Sauce híbrido cv "A 13-44"	*Salix matsudana x Salix alba cv "A 13-44"*. INTA Castelar, Argentina.
Sauce híbrido cv " A 250-33"	*Salix babylonica x Salix alba.* INTA Castelar, Argentina.

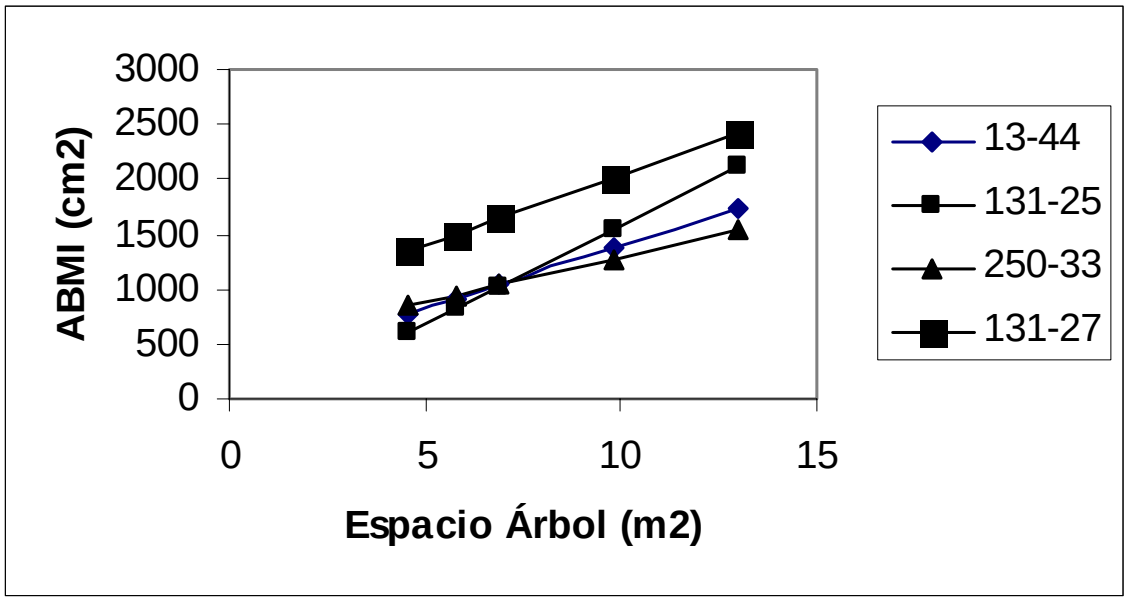
Tabla 2: Espaciamientos analizados.
Spacings analized.

Configuración (m)	2,00 x 2,30	2,15 x 2,70	2,30 x 3,00	2,80 x 3,50	3,25 x 4,00
Area/árbol (m^2)	4,60	5,80	6,90	9,80	13,00
Equivalente en árboles/ha	2173	1722	1449	1020	769

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se expresan las respuestas de las ABMI antes las disposiciones espaciales.

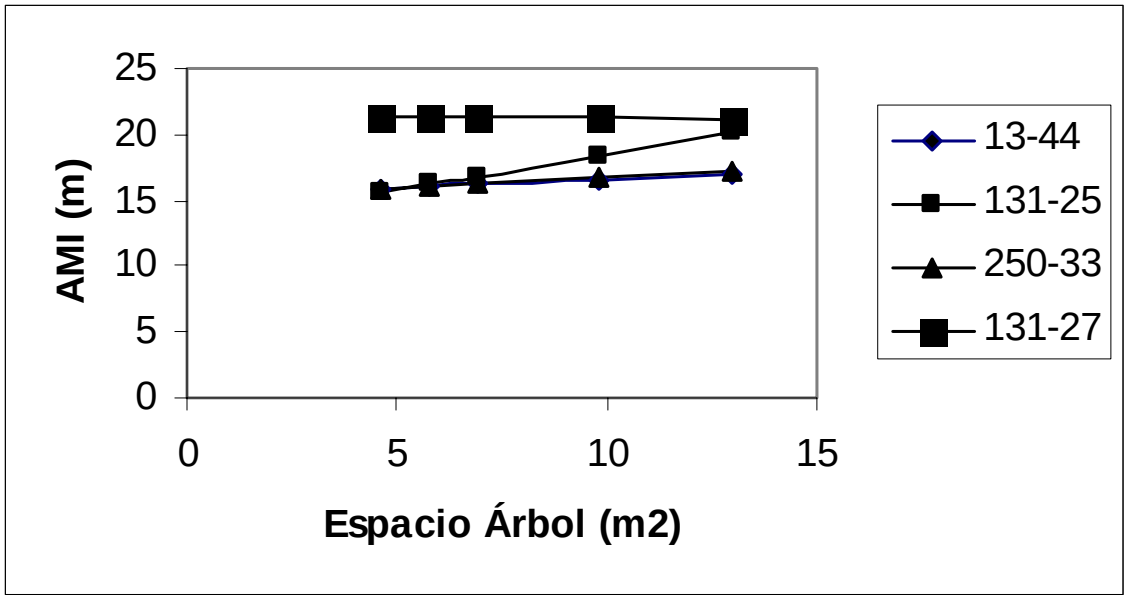
Figura 1. Tendencias de las ABMI en los diferentes espaciamientos.
Individual basal area trend in different spacings.



Como se observa en la Figura precedente, en general, se evidenció la disminución de las ABMI con el menor espacio disponible por árbol. Las respuestas de las ABMI fueron particulares para cada clon. Las diferentes tendencias confirmaron lo enunciado por

FIRBANK & WATKINSON (1987) respecto de capacidad de cada individuo para el aprovechamiento del área de recursos disponibles.

Figura 2. Tendencia de las AMI en los diferentes espaciamientos.
Individual mean height trend in different spacings.



En cuanto al comportamiento de las AMI (Figura 2), también aparecieron situaciones particulares, los clones 131- 27, 250- 33 y 13- 44, no parecieron afectados por la variación espacial. El clon 131- 25 fue de respuesta fuerte a la competencia. Son varias las inferencias ante estas respuestas, la presencia de parcelas con diferencias en AMI pueden deberse a la rigidez de la respuesta de crecimiento individual de plantaciones monoclonales ante las variaciones del micrositio, efecto comprobado por ACCIARESI & MARLATS (1988), en plantaciones de *P. deltoides*, que podrían verse condicionadas por la reducida variabilidad de las plantaciones isogénicas (PADRÓ SIMARRO & HERNÁNDEZ LEÓN, 1983). En otro sentido, MARLATS *et al*., (1999) experimentando con clones de *Populus deltoides*, hallaron diferencias estructurales significativas en los menores espaciamientos, estas diferencias fueron acusadas por la representatividad de las AMI, indicando un estado de competencia que puede modificar la distribución del recurso.

Tabla 4. Coeficientes e indicadores de las regresiones ABMI- espaciamiento y AMI.- espaciamiento.
Regresión coefficients and indicators of Individual Mean Basal Area- Spacing and Individual Mean Height- Spacing.

	Clones							
Indicadores y Coeficientes	13-44		131-25		250-33		131-27	
	ABMI	AMI	ABMI	AMI	ABMI	AMI	ABMI	AMI
a	236,97	15,173	-225,89	12,97	470,20	15,07	755,78	21,502
b	115,52	0,145	180,61	0,557	81,91	0,1609	127,82	-0,0252
r	0,78**	0,49ns	0,91**	0,90**	0,51*	0,60ns	0,78**	-0,1ns
r2	60	24	83	82	25,79	46	60	1,08

DS	302,1	0,83	251,5	0,82	451,9	0,56	329,2	0,77

ns no significativo
* Significativo ($p \leq 0,05$).
** Altamente significativo ($p \leq 0,01$).

La reacción estructural de los clones ante los diferentes espaciamiento ha sido diferente, han respondido cada uno a un modelo, son aceptables las recomendaciones de DENEGRI & MARLATS (1991) sobre la necesidad de incluir en las pruebas de mejoramiento el efecto de las densidades. Esto permitiría lograr coincidiendo con BUDFORD & BURKHART (1987) manejar genéticamente hasta cierto punto la capacidad de competencia de los árboles para un cierto destino de producto.

CONCLUSIONES

Se confirmó lo declarado por (HUXLEY & WORD, 1987) acerca de que los diseños sistemáticos generan información de carácter exploratorio y permiten evaluar tendencias de las respuestas de los árboles a múltiples espaciamientos, particularmente si las poblaciones analizadas son clonales.

Se infieren tendencias clonales diferenciales al aprovechamiento del espaciamiento para un mismo sitio, se trataría de la capacidad de cada clon para desarrollarse en un espacio vital de crecimiento y un área de recursos disponibles.

Este diferencial de respuesta genotípica debe conocerse para la regulación de las densidades de plantación dirigidas a la optimización del recurso suelo- vuelo.

BIBLIOGRAFIA

ACCIARESI, G. H., Marlats, R. M. 1988. Modelo funcional de micrositio basado en base a Indices Edáficos para masas coetáneas de *Populus x deltoides cv. "Harvard"*. Actas de VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Tomo II, pág. 385-388.

BUDFORD, M., Burkhart, H. 1987.Dinamics of improved Lobolly Pine plantations and the implications for modelling of improved Stand.Proceeding of the 18th Southern Forest Tree Improvement Conference... Southern Forest Improvement Comittee.USA: 170-177.

DENEGRI, G., Marlats, R.M. 1991. *Populus deltoides*: Influencia de la densidad en los criterios de la selección clonal. Actas de lasVI Jornadas Técnicas Inventarios- Modelos de Producción y crecimiento forestales. Eldorado, Argentina: 109- 115.

FIRBANK, L., Watkison, A. 1987. On the analysis of competition at the level of the individual plant. Oecología 71: 308- 317.

GILMORE L, , Geyer, B., Boogers, H. 1968. Microsite and Heigth Growth of Yellow Poplar. Forest Sciences. 4.420-427.

HUXLEY, P., Wood, P. 1987. Technology and research. ICRAF Working paper 26 : 23-25.

MARLATS, R.M., Bratovich, R.A., Marquina J.L. 1999. Interacción clon- espaciamiento en *Populus deltoides* Revista de la Facultad de Agronomía" Universidad Nacional de La Plata, Argentina: 103 (1): 17-26.

NELDER, J. A. 1962. New kinds of systematic desings for spacing experiments. Biometrics, National Vegetable Research Station, Wellesbourne, Warwick, England.

PADRO, A. y Hernández León, M. 1983. Dualidad turno-espaciamiento en choperas. Estudio de un caso concreto. INIA. Serie Forestal Nº 7. Madrid, España. pág. 83-97.

MANEJO DE PLANTAS MADRE Y ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *MYROCARPUS FRONDOSUS* (INCIENSO)

STOCK PLANT MANAGEMENT AND ROOTING CUTTINGS OF MYROCARPUS FRONDOSUS (INCIENSO)

C. Padilla[1], P. Rocha[2] y F. Niella [2]

[1]Ing Ftal - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones- Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones - Argentina

[2]Ing. Ftal – M.Sc. Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones - Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones - Argentina. Email: FNIELLA@arnet.com.ar

SUMMARY

Myrocarpus frondosus, known as Incienso in Argentina , YviráPajé in Paraguay and Cabraeuva in Brasil is found, mainly, in the Paraná basin. Nevertheless, it is not abundant in Misiones native forest. Its seeds loose viability rapidly, therefore it is necessary to harvest and sow them immediately. It is highly demanded at national and international markets due to its high wood quality. *Myrocarpus frondosus* is considered highly vulnerable and might be slowly disappearing from our natural forests. Therefore, studies regarding Incienso stock plant management and macropropagation will allow to develop an alternative regeneration method to increase availability of this specie for reforestation purposes, as well as to complement the conservation strategies of the Misiones native species.

The goals of the present study was to determine if incienso could be propagated via macropropagation methods. Therefore, two years old *Myrocarpus frondosus* plants were subjected to different stock plant management: light intensity and substrate. Three harvest cycles were evaluated for shoot production capacity. Rooting capacity was also studied. The results indicated a production of a total 5.5 shoots per plants raised under full sun, compared to 4.16 total shoots on plants raised under shaded house. Cuttings obtained from stock plants raised under shaded housed presented the higher rooting capacity (77%).

Keywords: *Myrocarpus frondosus*,; stock plant, macropropagation, rooting, vegetative propagation.

RESUMEN

Myrocarpus frondosus (Fr. Allem) conocido con sinónimos vulgares: Incienso en la Argentina, Yvyra paje en Paraguay y Cabreuva en Brasil. Se encuentra en mayor número en la cuenca del Paraná, pero en ninguna zona es muy abundante. Sus semillas pierden rápidamente el poder germinativo y es necesario cosecharlas y sembrarlas inmediatamente. Por la calidad de su madera, es muy cotizado en el mercado nacional e internacional, no existiendo ya en forma abundante en los bosques naturales misioneros. Por su valor económico y sus dificultades en regeneración natural, corre peligro la continuidad de la especie. De esta manera, el conocimiento en el área de manejo de plantas madres para macropropagación del Incienso (*Myrocarpus frondosus*) nos permitirá aumentar la disponibilidad de plantines con cierto grado de selección (familias de medios hermanos), a productores que deseen realizar plantaciones (en masa o de enriquecimiento), para su posterior explotación con fines industriales.

Con el objetivo de determinar la viabilidad de la especie para la propagación clonal, plantines de 2 años de edad de *Myrocarpus frondosus* (Fr. Allem), (incienso), fueron sometidos a diferentes tratamientos de manejo: intensidad lumínica y diferentes sustratos. Durante tres ciclos de cosecha se evaluó: número de brotes totales / planta, brotes menores a 2 cm / planta, brotes iguales

o mayores a 2 cm / planta. Para la capacidad de enraizamiento se evaluó: porcentaje de enraizamiento, longitud máxima de raíces y número de raíces laterales primarias. Se registró un promedio de 5.5 brotes totales para plantas criadas a pleno sol y 4.16 en plantas criadas bajo media sombra, durante los tres ciclos de cosecha. Las plantas madres criadas bajo media sombra produjeron brotes mayor porcentaje de enraizamiento (77%).

Palabras clave: *Myrocarpus frondosus*, macropropagaciòn, enraizamiento, planta madre, propagación vegetativa.

INTRODUCCIÓN

Myrocarpus frondosus (Fr. Allem) conocido con sinónimos vulgares: Incienso en la Argentina, Yvyra paje en Paraguay y Cabreuva en Brasil. Se encuentra en mayor número en la cuenca del Paraná, pero en ninguna zona es muy abundante. Sus semillas pierden rápidamente el poder germinativo y es necesario cosecharlas y sembrarlas inmediatamente. Por la calidad de su madera, es muy cotizado en el mercado nacional e internacional, no existiendo ya en forma abundante en los bosques naturales misioneros. Por su valor económico y sus dificultades en regeneración natural, corre peligro la continuidad de la especie. De esta manera, el conocimiento en el área de manejo de plantas madres para macropropagación del Incienso (*Myrocarpus frondosus*) nos permitirá aumentar la disponibilidad de plantines con cierto grado de selección (familias de medios hermanos), a productores que deseen realizar plantaciones (en masa o de enriquecimiento), para su posterior explotación con fines industriales.

OBJETIVOS

1) Evaluar la capacidad de rebrote de plantas madres de *Myrocarpus frondosus,* mediante la determinación del número, longitud y características morfológicas de los rebrotes originadas de la poda de las plantas madres, en diferentes situaciones de manejo.
2) Evaluar el enraizamiento de estacas obtenidas de plantas madres en distintas condiciones de manejo.

MATERIALES Y METODOS

Manejo de planta madre

Material vegetal: plantines de aproximadamente 2 (dos) años de edad, repicados a macetas de 12 litros. La decapitación de los plantines se realizó a una altura promedio de 17,4 cm

Tratamientos:

Intensidad lumínica: Media sombra 50% - Pleno sol.
Sustrato: Corteza de pino compostada - Tierra colorada

Enraizamiento

Se efectuaron cortes frescos en la base, alcanzando las estacas 5 cm de longitud. Las hojas fueron cortadas a la mitad de las mismas. Luego se las colocó en fungicida Captan. Las estacas obtenidas fueron repicadas en bandejas de Hiko de 93 cm^3. El sustrato utilizado fue corteza de pino compostada. Riego por microaspersión cada 30 minutos por 15 segundos cada vez. Condición de humedad del invernáculo fue mayor a un 70 %.

Diseño: completamente aleatorizado con distribución factorial de los tratamientos.

RESULTADOS

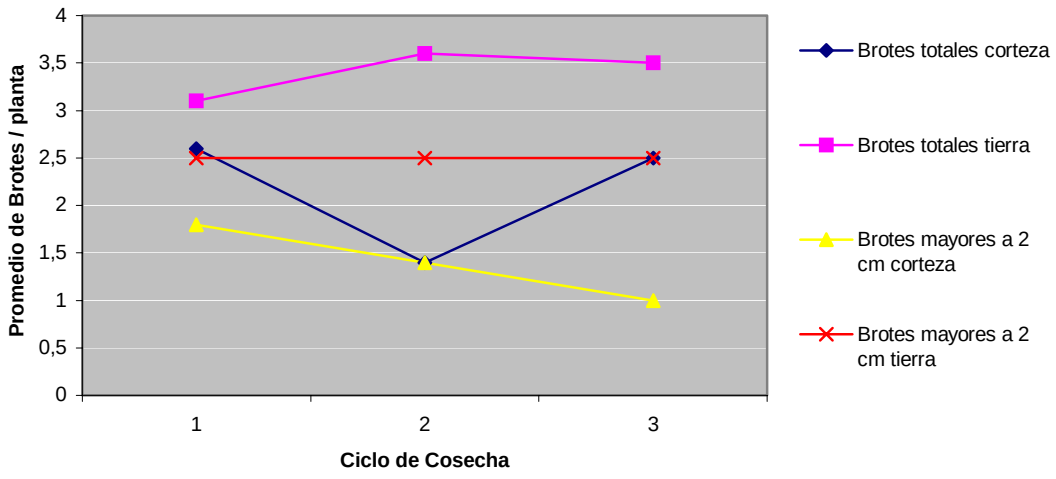
Las plantas madre de Incienso, criadas bajo media sombra producen brotes de mayor longitud, con mayor capacidad de enraizamiento y mayor número de raíces laterales primarias (lo cual sugiere una mayor posibilidad de sobrevivencia a campo) que las provenientes de plantas criadas a pleno sol.

El promedio de brotes totales durante los tres ciclos, en plantas madre criadas a pleno sol en sustrato corteza fue de 2.2; en sustrato tierra de 3.4 y en plantas criadas a media sombra con sustrato corteza 1.92 y sustrato tierra fue de 2.27; dándonos un promedio en el tratamiento sol de 5.5 brotes y a media sombra de 4.16 brotes. En los tres ciclos de cosecha se registró un promedio de 5.5 brotes totales para plantas criadas a pleno sol y 4.16 en plantas criadas a media sombra.

Las plantas madre cultivadas en tierra demostraron una mejor obtención de longitud de brotes, con respecto a aquellas cultivada en corteza; obteniéndose un promedio de 3.06 brotes en corteza y 4.5 brotes en tierra durante los tres ciclos de cosecha.

Gráfico 1: Evolución de la producción de brotes totales y brotes mayores a 2 cm. en plantas madres de Incienso criadas a:

Pleno Sol



Media Sombra

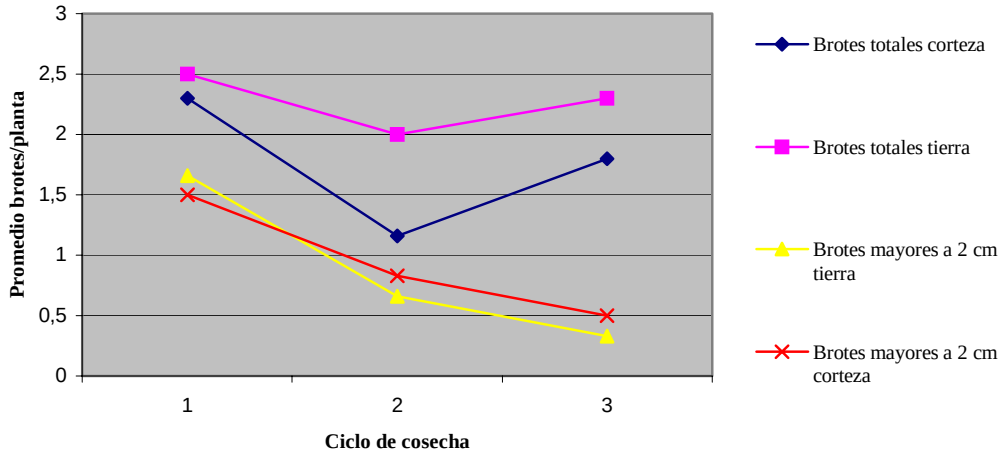
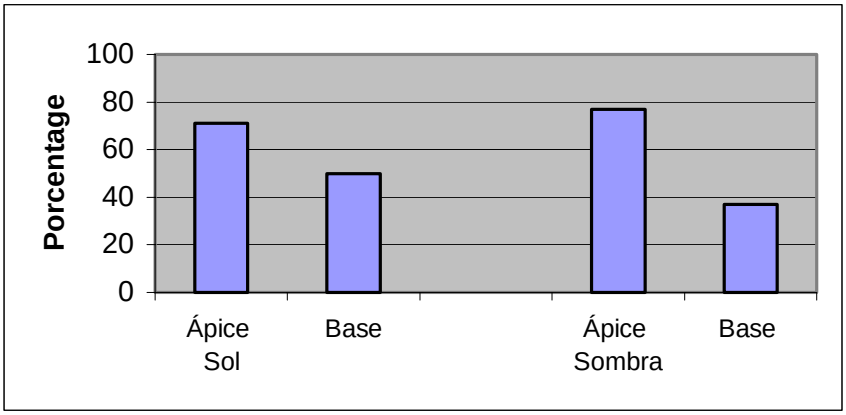


Gráfico 2: Porcentaje de enraizamiento de estacas de Incienso, según la topófisis y el tratamiento de intensidad lumínica de la planta madre.



CONCLUSIONES

La producción de brotes y la capacidad de enraizamiento de Incienso es afectada significativamente por las condiciones bajo la cual se cría la planta madre.

El alto porcentaje de enraizamiento obtenido en estacas obtenidas de plantas madres de Incienso, sienta un precedente para la generación de una metodología de propagación vegetativa operativa en Incienso.

Posteriores estudios, deberán incluir factores tales como: fertilización, condiciones de cría y edad de planta madre para la optimización del manejo de planta madre y enraizamiento de estacas de Incienso.

REFERENCIAS

DEVLIN ROBERT M. 1980. Fisiología vegetal. University of Massachusett. Pág. 353-391.

KRAMER, P. and T. Kozlowski, T. 1979. Physiology of woody plants. Academic press, New York, San Francisco, London. 811p.

LAND, S. B. and Cunningham, M. 1994. Rooted cutting macropropagation of Harwoods. En: Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry. Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg: 75-96.

NIELLA, F. , P. Rocha , R. Pezzutti y R. Schenone. 2003. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. Xma Jornadas Técnicas Forestales. Septiembre, 2003. FCF-UNaM-INTA-ME y RNR y T- Eldorado, Misiones-Argentina.

NIELLA, F. y Rocha, P. 2003. Desarrollo de tecnicas de macropropagación para: *Araucaria angustifolia (bertol.), Myrocarpus frondosus, y Balfaroudendron redelianum (engl)* Xma Jornadas

Técnicas Forestales. Septiembre, 2003 - FCF-UNaM-INTA-ME y RNR y T- Eldorado, Misiones-Argentina.

ROCHA, P. y Niella, F. 2003. Efecto de tratamientos inductivos en el enraizamiento de estacas de Pinus elliottii x caribaea y Pinus taeda. YVYRARETA 12 - DICIEMBRE 2003 ISSN 0328-8854. Pp.: 50-54

INTRODUCCIÓN DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS DE ROBLES (*Quercus sp.*) EN LA REGIÓN ECOLÓGICA DE SIERRAS DEL SO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

INTRODUCTION OF SPECIES AND ORIGINS OF OAKS (*Quercus sp.*) IN THE MOUNTAINS OF THE SOUTHWEST IN THE PROVINCE OF CÓRDOBA.

*Ing. Agr. Ms. Sc.***José O. Plevich**[1]**;**
. Ing. Agr. **Omar M. Barotto**[1]
Ing. Ftal. **Marcela Demaestri**[1]
Ing. Agr. **Ricardo Balboa**[1]
Ing. Agr. **Jorge J. Gesumaria**[1]
Ing. Agr. **Jorge De Prada**[2]
Ing. Agr. **M. Ledesma**[3]
Ing. Agr. **C. Carranza**[3]

[1] Docentes investigadores ,Departamento de Producción Vegetal; FAV; Universidad Nacional de Río Cuarto; oplevich@ayv.unrc.edu.ar.
[2] Docente-Investigador, Departamento de Economía Agraría
[31] Consultores; Estación Forestal Villa Dolores; INTA.

SUMMARY

The relationship between size of the container and quality of the seedling obtained in nursery was analyzed. Then, the survival and growth in the field during the first 18 months of planting of Quercus robur, Q. *petraea, Q. pyrenaica, Q. cerris, Q. rugosa* and *Q. laurina* was evaluated. The result shows that the quality of the seedling differs significantly ($p < 0.01$) with the size of the container. In the field, seedling from either different species or origins differs significantly in growth of the diameter and height, but the percentage of survival was similar.
Key words: Oaks, species, origins, survival, growth.

RESUMEN

El objetivo del ensayo fue analizar la relación entre tamaño del envase y calidad del plantín obtenido en vivero. Posteriormente, se analizo la sobrevivencia y crecimiento a campo de los plantines durante 18 meses desde plantación de *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pyrenaica*, *Q. cerris*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*. Se pudo observar que la calidad del plantín difiere significativamente ($p<0.01$) con el tamaño del envase. A campo, los plantines no presentaron diferencias en el porcentaje de sobrevivencia entre especies o procedencias, pero fueron significativamente diferente en el crecimiento en diámetro y altura.
Palabras clave: Robles, especies, procedencia, supervivencia, crecimiento.

INTRODUCCION

La región ecológica de Sierras, ubicada en el SO de la provincia de Córdoba se ha promovido la forestación con especies del genero *Pinus sp*. desarrollando un área de monocultivo que alcanza las 11.000 has. La diversificación con especies de maderas nobles, permitiría una mayor plasticidad ecológica frente a factores climáticos y biológicos adversos y acceder a nuevos mercados (Ledesma et al., 1990).

En el ámbito de la zona ecológica de sierra, en el SO de la provincia de Córdoba, se han obtenido resultados exitosos trabajando en la introducción de especies nobles tales como *Quercus robur, Juglans nigra* y *Juglans regia*.Algunos de estos ensayos han estado dirigido a evaluar la implantación bajo tratamiento de siembra directa y plantación. Con el primer método no se han obtenido resultados promisorios cuando se lo ha practicado bajo condiciones de sequía estacional, mientras que con el segundo aún bajo estas condiciones adversas se han obtenido niveles de sobrevivencia que alcanzan el 84 % (Plevich y Demaestri, 1998).

El presente proyecto ha analizado la relación entre tamaño del envase y calidad del plantín obtenido en vivero y, la sobrevivencia y crecimiento a campo durante los primeros 18 meses de implantación de *Quercus robur*; *Q. petraea*; *Q. pyrenaica*; *Q. cerris, Q. rugosa* y *Q. laurina*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La etapa de viverización se realizó en un vivero ubicado en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Las especies y procedencias de robles utilizadas en el ensayo fueron las siguientes: *Quercus robur* (Yacanto, Cba.); *Quercus robur* (San Ambrosio, Cba.), *Quercus petraea* (Kew Garden, UK); *Quercus pyrenaica* (Kew Garden, UK), *Quercus cerris* (Kew Garden, UK), *Quercus rugosa* (Altos de Chiapas, México) y *Quercus laurina* (Altos de Chiapas, México).

Para su evaluación se considero un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones. Los datos se trataron mediante un análisis de varianza y las diferencias entre medias por el método de Duncan.

En los ensayos de comportamiento a campo los tratamientos correspondieron a las diferentes especies-procedencias, implantadas en un marco de plantación de 3 x 3 m y 4 x 4 m, observando el comportamiento en cuanto a sobrevivencia y crecimiento (diámetro basal y altura) de las especies.

El diseño estadístico correspondió al de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones y doce (12) submuestras en cada una de ellas. Los datos de supervivencia y crecimiento de las plantas fueron tratados mediante análisis de varianza, y la diferencia entre medias a través del Test de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS

Etapa de viverización:

Durante la primavera de 1999, cuando se inicia el proyecto, se sembraron las semillas de distintas especies y procedencias de *Quercus sp*. Se utilizó la especie *Quercus robur* con las procedencias San Ambrosio y Yacanto, para analizar el comportamiento del tipo y tamaño de envase sobre el crecimiento y calidad del plantín.

En la *Tabla 1* se observa el comportamiento del peso del plantín bajo los diferentes tratamientos de tamaño de envase obtenido a través de un análisis de varianza (Anova) y el test de Tuckey.

Los datos observados en la misma muestran que la calidad de las plantas logradas (peso de biomasa) difiere significativamente ($p<0.01$) cuando se produce bajo el método tradicional, respecto del tubete chico (4,6 x 18 cm; altura x diámetro), pero no difiere del obtenido en tubete grande (6,4 x 25 cm; altura y diámetro respectivamente).

Los datos que muestra la *Tabla 2* permiten observar la conveniencia de usar envases de 804 cm^3 en vez del método tradicional de ocupar envases de 2826 cm^3, ya que se logra la misma calidad del plantín, pero se requiere 3,6 veces menos de substrato y si se analiza el transporte una misma cantidad de plantas ocupan 3,3 veces menos espacio.

Tabla 1: **Efecto del tamaño del envase sobre el peso total de la planta**

Procedencias	Tipo de envase	Biomasa de las plantas (*Grs*).		
		Promedio	***Desvio Estandar***	***Coeficiente de variación***
San Ambrosio	**Macetas Polietileno**	**6,65 a****	**2,61**	**39**
	Tubetes grandes	**5,01 ab**	**1,87**	**37**
	Tubetes chicos	**2,76 b**	**0,62**	**22**
Yacanto	**Macetas Polietileno**	**5,97 a****	**1,76**	**29**
	Tubetes grandes	**5,12 ab**	**1,83**	**36**
	Tubetes chicos	**3,03 b**	**1,12**	**37**

Tabla 2: **Efectos del tamaño del envase sobre las necesidades de substrato y capacidad de transporte de plantines.**

Tipo de envase	***Capacidad*** *(cm^3)*	***Espacio ocupado*** *(plantas/m^2)*	***Peso transportado*** *(kg./envase)*	***Peso transportado*** *(kg./m^2)*
Macetas de polietileno	**2826**	**100**	**2,160**	**216,00**
Tubetes grandes	**804**	**333**	**0,60**	**199,80**
Tubetes chicos	**415**	**588**	**0,31**	**182,28**

Etapa de campo:

En esta primera etapa de evaluación se consideró el comportamiento de la *especie-procedencia* en cuanto a sobrevivencia y crecimiento (diámetro basal y altura), para lo que se utilizó un diseño de bloques completamente aletorizados con 12 repeticiones (*Tabla 3*).

Tabla 3: **Niveles de sobrevivencia obtenidos a 1, 12 y 18 meses desde la plantación**

Especies y Procedencias	***Numero de individuos plantados***	***Plantas logradas*** (%)		
		1 mes	***12 meses***	***18 meses***
Quercus robur San Ambrosio (Cba.)	**150**	**100**	**98**	**96**
Quercus robur Yacanto (Cba.)	**150**	**100**	**96**	**91**
Quercus petraea Kew garden (UK)	**150**	**100**	**100**	**96**
Quercus cerris Kew garden (UK)	**150**	**100**	**98**	**87**
Quercus pyrenaica Kew garden (UK)	**150**	**100**	**100**	**98**
Quercus rugosa Altos de Chiapas (México.)	**150**	**100**	**96**	**60**
Quercus laurina Altos de Chiapas (México.)	**150**	**100**	**93**	**93**

Los niveles de sobrevivencia observados fueron altos para todas las especies y no existieron diferencias significativas en su comportamiento, aunque se observó una tendencia de un mayor nivel de implantación en *Q. petraea* y *Q. pyrenaica.*

La evaluación realizada a los 18 meses mostró resultados semejantes para el conjunto de las especies excepto para *Q. rugosa*, cuyo niveles de sobrevivencia descendieron a 60%.

Cuando se analizaron los parámetros diámetro basal (**D_b**), altura (**H**) y el porte (relación entre **D_b** y **H**), se observaron diferencias significativas entre especies-procedencias (*Tabla 4*). Cuando se compararon las plantas de igual periodo de vive-rización se manifiesto un mayor tamaño en diámetro en las procedencias de Q. *robur* que en las de *Q. rugosa* y *Q. laurina*.

El análisis de altura en las plantas, mostró claramente la diferencia de edad, obser-vándose la conformación de grupos o poblaciones diferentes según la duración del periodo de viverización. Sin embargo dentro de la población de *Q. robur* no se manifestaron diferencias significativas cuando se analizo el porte.

Tabla 4 - **Evaluación de diámetro basal, altura y relación altura-diámetro basal.**

Especies y Procedencias	*Diametro (D_b)* *(cm)*	*Altura (H)* *(cm)*	*Relación H/D*
Quercus robur San Ambrosio (Cba.)	**0,75 a**	**62 b**	**82 b**
Quercus robur Yacanto (Cba.)	**0,78 a**	**75 a**	**97 b**
Quercus petraea Kew garden (UK)	**0,62 b**	**31 d**	**49 f**
Quercus cerris Kew garden (UK)	**0,52 c**	**36 d**	**68 de**
Quercus pyrenaica Kew garden (UK)	**0,55 c**	**33 d**	**60 e**
Quercus rugosa Altos de Chiapas (México)	**0,59 bc**	**42 c**	**72 cd**
Quercus laurina Altos de Chiapas (México)	**0,59 bc**	**43 c**	**78 bc**

Durante la evaluación realizada a los 12 y 18 meses, las especies mostraron comporta-mientos diferentes en cuanto a su crecimiento en diámetro y altura (*Tabla 5*). Como se puede observar a los 12 meses de la plantación los incrementos de estas variables mostraron clara-mente tres grupos con diferencias significativas.

La evaluación realizada a los 18 meses luego del periodo primavero-estival, mostró algunas diferencias en el comportamiento de las especies. Por ejemplo *Q. robur*, procedencia Yacanto tuvo un crecimiento en diámetro que permitió clasificarlo junto a *Q. laurina* como las especies con mayor incremento (3,85 ± 0,49 mm).

Tabla 5: **Incrementos medios de diámetro y altura a los 12 y 18 meses de la plantación**

Especies y Procedencias	Incrementos			
	Diámetro *(mm)*		*Altura* *(cm)*	
	12 Meses	18 Meses	12 Meses	18 Meses
Quercus robur (Yacanto)	**1,5 ab**	**3,5 a**	**6,2 ab**	**28,8 a**
Quercus robur (San Ambrosio)	**0,6 bc**	**2,3 b**	**3,7 ab**	**19,0 b**
Quercus petraea (Kew garden)	**0,2 c**	**1,5 b**	**1,63 b**	**22,3 ab**
Quercus cerris (Kew garden)	**0,8 bc**	**1,4 b**	**2,6 ab**	**20,6 ab**
Quercus pyrenaica (Kew garden)	**0,9 bc**	**2,7 ab**	**4,9 ab**	**20,5 ab**
Quercus rugosa (Altos de Chiapas)	**1,0 bc**	**-**	**3,5 ab**	**-**
Quercus laurina (Altos de Chiapas)	**2,4 a**	**4,2 a**	**10,0**	**16,8 b**

La evaluación de los incrementos en altura mostró una mayor dispersión entre las especies, observándose en los extremos a *Q. robur* procedencia Yacanto y *Q. Laurina – Q. robur* procedencia San Ambrosio.

CONCLUSIONES:

Cuando se analizó la calidad del plantín de *Q. robur* en relación con tamaño del envase utilizado, se observo que un tamaño menor (tubetes de 6,4 x 25 cm) al tradicionalmente ocupado en la zona (bolsas de polietileno 12 x 25 cm) permite obtener la misma calidad del plantín.

Los niveles de sobrevivencia que presentaron las diferentes especies al año de plantación superaron el 90 %, y no existieron diferencias significativas en su comportamiento, aunque se observó una tendencia de un mayor nivel de implantación en *Q. petraea* y *Q. pyrenaica*.

Las especies mostraron comportamientos diferentes en cuanto a su crecimiento en diámetro y altura. A los 12 meses se observaron tres grupos que mostraron diferencias significativas.

La evaluación a los 18 meses mostró menos dispersión de los datos cuando se analizó el incremento en diametro. Las especies *Q. robur*, procedencia Yacanto y *Q. laurina* presentaron el mayor incremento en diámetro (3,85 ± 0,49 mm). El resto de las especies conformaron un solo grupo con un incremento en diámetro de 1,98 ± 0,63 mm.

En cuanto a los incrementos en altura se mantuvo la dispersión de los datos conformando 3 grupos, pero el comportamiento de las especies difirieron respecto a la primera evaluación. Este es el caso de *Q. laurina*, que habiendo presentado el mayor incremento a los 12 meses, obtuvo a los 18 meses junto *Q. robur* procedencia San Ambrosio los menores incrementos (17,9 ± 1,55 cm). El mayor incremento en altura lo mostró *Q. robur* procedencia Yacanto (28,8 ± 1,56 cm). En un grupo intermedio se encuentran el resto de las especies con un incremento de 21 ± 1,01 cm.

De acuerdo a los antecedentes encontrados durante los primeros 18 meses de la fase eliminatoria no existieron evidencias para descartar a las siguientes especies: *Quercus robur* (Yacanto), *Quercus robur* (San Ambrosio), *Quercus petraea*; *Quercus pyrenaica*, *Quercus cerris* y *Quercus laurina*. En cuanto a *Quercus rugosa* (Altos de Chiapas, México) se seguirá analizando y no será desechada hasta que se cumpla el periodo mínimo para el estudio de sobrevivencia y habito de crecimiento de tres años propuesto por Burley y Wood (1995).

BIBLIOGRAFÍA

BURLEY J. y Wood, P. J. - *1995* - Un árbol para todo propósito. Introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para agroforestería. (ICRAF) e Instituto Interamericano de Cooperación de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 180 p.

LEDESMA, M.; Joseau, J.; Ingaramo, P. y Carranza, C. - *1990* - Evaluación de técnicas de producción de plantines forestales de *Quercus robur* L. y *Fraxinus americana* Linn. para la forestación en el valle de Calamuchita. *Estación Forestal Villa Dolores. INTA – (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Villa Dolores, Córdoba. 8 p.*

PLEVICH, J. O. y Demaestri, M. - *1998* - Eficiencia de implantación de *Quercus robur L.* utilizando siembra directa y plantación. *Informe técnico. Centro de Experimentación y Desarrollo "Las Guindas", Universidad Nacional de Río Cuarto. 3 p.*

STEEL R. y Torrie, J. - 1988 - **Bioestadística.** Principios y procedimientos. *Editorial: Mac Graw-Hill. 622 p.*

EFECTO DEL SUBSTRATO EN EL ARRAIGAMIENTO DE ESTACAS DE TALLO PARA TRES CLONES DE *Eucalyptus globulus* Labill.

EFFECT OF SUBSTRATE ON ROOTING CAPACITY OF STEM CUTTINGS FOR THREE CLONES OF *Eucalyptus globulus* Labill.

Rómulo Santelices[1]
Patricio Romero[2]

1. Ingeniero Forestal, Magíster en Ciencias, Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagrícola, Casilla 617, Talca, Chile. E-mail rsanteli@hualo.ucm.cl
2. Ingeniero Forestal, Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Casilla 617, Talca, Chile.

SUMMARY

We studied the influence of substrate on rooting capacity of stem cuttings for three clones of *Eucalyptus globulus* . Cuttings were collected in early February, 2001 from plants maintained as hedge form by shearing. Organic substrates used were "Bark compost of *Pinus radiata*", "Energía Verde Compost (mix of boiler residual and sawdust of *P. radiata*) and "Peat of Magallanes", all mixed with different proportions of perlite. Cuttings were treated with indol butyric acid (0.8%) dispersed in powder. Trials were conducted for two months in a greenhouse in the coast of Central Chile. During this period temperatures ranged from 25º-30ºC and the relative humidity oscillated from 60% -70%. Cuttings, with roots already present, were then left an additional two months in the nersery under shade. Results indicate that all three clones can be propagated at a large scale using stem cuttings. Maximal rooting (90%) was obtained using cuttings treated with "Energia Verde Substrate" mixed with perlite in a proportion (80:20).

Key words: *Eucalyptus globulus* Labill, cuttings, substrate, clones

RESUMEN

Se estudió la influencia del substrato en el arraigamiento de estacas para tres clones de *Eucalyptus globulus*. El material vegetal fue cosechado a principios de febrero de 2001 de setos preparados para este efecto. Los medios utilizados consistieron en mezclas de los substratos orgánicos "Corteza Compostada de *Pinus radiata*", "Compost Energía Verde (desecho de caldera mezclado con aserrín compostado de *P. radiata*)" y "Turba de Magallanes", mezclados en diferentes proporciones con perlita. Las estacas fueron tratadas con ácido indolbutírico en polvo al 0,8%. Los ensayos se llevaron a cabo en un vivero en la zona costera central de Chile. Los ensayos se mantuvieron durante dos meses en un invernadero a temperatura ambiente entre 25 y 30ºC y una humedad relativa entre 60 y 70%. Posteriormente las estacas, ya con raíces formadas, estuvieron otros dos meses en vivero, bajo sombra. Los resultados indican que los tres clones se pueden propagar a gran escala, llegando a obtener hasta un 90% de arraigamiento al utilizar el substrato "Energía Verde" más perlita (80:20).

Palabras clave: *Eucalyptus globulus* Labill, estacas, substrato, clones

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus globulus Labill es la especie de este género que despierta mayor interés para la forestación en regiones de clima mediterráneo (Pampolina *et al*., 2002). Esto se debe, básicamente, a que se distribuye en una amplia gama de climas y suelos, a sus buenas aptitudes para la fabricación de papel de calidad, a su rápido crecimiento y al buen precio que alcanza su madera.

Es sabido que, en general, los eucaliptos tienen una gran variabilidad intra e interespecífica en caracteres tales como producción de biomasa, tasa de crecimiento, resistencia a heladas y déficit hídrico, entre otros. Por otra parte, el desarrollo exitoso de una plantación en términos de productividad está relacionado principalmente con factores definidores, que son aquellos más gravitantes para acercarse al potencial hereditario, donde sin duda destaca el genotipo (STAPE *el al*., 2003). En consecuencia, la implementación de técnicas de propagación asexual es fundamental.

Por su facilidad y bajo costo una de las formas más utilizadas en la clonación es la técnica de arraigamiento de estacas. Son variados los factores que influyen en el proceso de rizogénesis, pero sin duda que el factor genético puede llegar a ser determinante. Para *E. globulus*, existe una marcada dependencia del genotipo del árbol madre, existiendo clones con mejor aptitud para enraizar que otros. Por otra parte, si bien es cierto que el substrato no es determinante en el éxito del enraizamiento, sí afecta la calidad de la raíces (BÄRTELS, 1989).

En Chile ya se han seleccionado clones de *E. globulus* de buenas características madereras, con los que se han conseguido tasas de arraigamiento que varían entre 50 y 72%, usando como substrato una mezcla de turba y perlita en igual proporción. Sin embargo, hay otros substratos disponibles en el mercado que no se han estudiado para esta especie, por lo cual es interesante su evaluación.

El propósito de este estudio es analizar el efecto del substrato en la capacidad rizogénica para tres clones de *E. globulus* y evaluar la posibilidad de aumentar las tasas de arraigamiento hasta ahora conseguidas, rebajando los costos de una producción a gran escala, en comparación a los estándares establecidos en protocolos de propagación para estos clones.

MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se desarrolló en el vivero Quivolgo perteneciente a la empresa “Forestal Celco S.A.”, ubicado en la comuna de Constitución, en la zona costera de la Región del Maule de Chile.

Las estacas fueron recolectadas a principios de febrero del año 2001 de setos que tenían entre uno y tres años de edad. Los árboles madre tenían una altura inferior a los 40 cm y de cada uno de ellos fue posible extraer entre 10 y 20 estacas.

Diseño experimental

El ensayo fue planteado a través de un experimento factorial con un diseño estadístico en bloques completamente aleatorizados de efectos fijos (OSTLE, 1992). Se efectuaron tres repeticiones por cada tratamiento y se utilizaron 176 estacas por unidad experimental. Los factores con sus respectivos niveles se detallan a continuación:

Clon (A)
a_1: FA4-12 (Clon 1)
a_2: FV7-6 (Clon 2)
a_3: FV-18-211 (Clon 3)

Substrato (B)

b_1: 20% Corteza compostada + 80% Perlita
b_2: 40% Corteza compostada + 60% Perlita
b_3: 50% Corteza compostada + 50% Perlita
b_4: 60% Corteza compostada + 40% Perlita
b_5: 20% Energía verde + 80% Perlita
b_6: 40% Energía verde + 60% Perlita
b_7: 50% Energía verde + 50% Perlita
b_8: 60% Energía verde + 40% Perlita
b_9: 20% Turba Magallanes + 80% Perlita
b_{10}: 40% Turba Magallanes + 60% Perlita
$b_{11:}$ 50% Turba Magallanes + 50% Perlita
$b_{12:}$ 60% Turba Magallanes + 40% Perlita

Medios de enraizamiento

Corteza compostada: se molió corteza de *P. radiata* con un molino mecánico y se dejó en proceso de compostación durante un año. La granulometría con que se trabajó fue equivalente a 10 mm.
Energía verde: se compone de una mezcla de aserrín compostado de *P. radiata* y residuos sólidos de caldera en una proporción 80:20.
Turba de Magallanes: corresponde a turba que se comercializa en el mercado local proveniente de la región de Magallanes.
Las características de los substratos orgánicos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Propiedades químicas de los substratos empleados.
Table 1: Chemical properties of substrate utilized.

Substrato	Corteza compostada	Energía verde	Turba de Magallanes
Nitrógeno disponible (ppm)	130	24	12
Fósforo disponible (ppm)	84	104	7
Potasio disponible (ppm)	549	286	10
Boro disponible (ppm)	1,91	28	-
Materia orgánica ((%)	75,7	53,6	99,4
pH en agua	4,9	7,31	3,1
Relación C/N	43,6	101,1	45
CIC (meq/100g)	69,5	54,6	125
Capacidad de agua	62,6	65,3	85

Instalación del Ensayo

El proceso de enraizamiento se llevó a cabo en contenedores individuales de 140 cc instalados en bandejas de 88 cavidades. Se contó con un sistema de mesones de un metro de altura que permitió sostener las bandejas con sus respectivos contenedores y la poda natural de las raíces. Los substratos utilizados fueron desinfectados con una mezcla del funguicida Captan (25 g/15 l de agua) y el insecticida Lorsban (75cc/15 l de agua).

El riego fue automatizado y se contó con un sistema de micro-nebulizadores. Su frecuencia y cantidad varió de acuerdo a las condiciones climáticas. Se mantuvo el ambiente con una alta humedad (60 a 70%) y la temperatura varió entre 25 y 30ºC.

Las estacas fueron cosechadas temprano en la mañana y una vez que fueron separadas del árbol madre sus bases fueron colocadas en recipientes con agua. Luego fueron transportadas hasta el invernadero. Se tomó la precaución de que el tiempo transcurrido desde que se colectó el material vegetal hasta que fue establecido el ensayo no fuera superior a una hora, para así evitar su deshidratación.

En el invernadero las estacas se dimensionaron de 10 cm de longitud, debiendo conservar dos hojas en la parte superior y tener características homogéneas respecto a su diámetro y largo. La superficie de las hojas fue reducida en un 60% y los cortes basales y superiores se efectuaron en forma transversal. En todos los casos se trabajó con tijeras de podar esterilizadas con alcohol.

Como medida preventiva se desinfectaron las estacas antes de instalarlas en las camas calientes de arraigamiento. Para ello se preparó una mezcla de 5 g de Captan y 12 g de Benex en 5 l de agua y durante tres segundos las estacas fueron sumergidas en esta solución fúngica.

Posteriormente, las estacas fueron tratadas con ácido indolbutírico al 0,8% en los primeros en los 3 cm basales. Se tuvo la precaución de que la auxina no quedara aglomerada, dándole a cada estaca una pequeña sacudida. Enseguida, las estacas se instalaron en las camas de arraigamiento hasta una profundidad equivalente a un tercio de su longitud.

Las estacas permanecieron durante dos meses en el invernadero y durante este periodo fueron tratadas preventivamente con diferentes funguicidas y un fertilizante foliar. Estuvieron, además, otro tiempo equivalente en el vivero bajo sombra. Al final del ensayo se evaluó estadísticamente la sobrevivencia de la estaca, la capacidad de arraigamiento y la producción de raíces.

RESULTADOS

Al analizar los factores estudiados se observó una interacción positiva entre ellos, razón por la cual no se analizan por separado (Tabla 2).

En general se observa en todos los tratamientos una alta tasa de sobrevivencia. En promedio con el clon 2 se obtienen los mayores valores e incluso se llega a obtener la tasa más alta con más de un 93%. Se puede observar, además, que al utilizar el substrato Energía verde como medio de arraigamiento para este clon se supera el 91% de sobrevivencia. Los menores valores observados corresponden al utilizar Corteza compostada, particularmente al mezclarla en baja proporción con perlita. Los resultados alcanzados al utilizar Turba de Magallanes superan el 71% de sobrevivencia con los tres clones, lo que se considera aceptable.

Se observa una alta correlación entre las tasas de sobrevivencia y arraigamiento. Esto lleva a pensar que si se mejoran las condiciones para evitar la mortalidad de las estacas, debería aumentar la tasa de enraizamiento.

Al comparar los resultados conseguidos en este ensayo con los valores promedios registrados utilizando el protocolo establecido para cada clon, es decir, utilizar como medio de arraigamiento una mezcla de Turba de Magallanes y Perlita en la misma proporción, se puede advertir que utilizando otros substratos se incrementan las tasas de enraizamiento.

Para el clon 1, que según el protocolo alcanza una tasa equivalente al 72%, se mejora levemente el resultado al cambiar el substrato orgánico por Energía verde. Sin embargo, el costo de la Turba de Magallanes es bastante menor y en consecuencia el costo de producción debe disminuir.

En cambio, para el clon 2 los resultados muestran un incremento importante en la tasa de arraigamiento (de 64,5% a 90,8%) al utilizar el substrato Energía verde, que es de menor precio que la Turba.

Tabla 2: Efecto del substrato en la capacidad de arraigamiento para tres clones de *E. globulus*.
Table 2: Effect of substrate on rooting capacity for three clones of *E. globulus*.

Tratamiento	Sobrevivencia	Enraizamiento	Producción de raíces		
			Cantidad	Longitud	Peso seco
(Clon*Substrato)	(%)	(%)	(Nº)	(cm)	(g)
Clon 1* 20%CC+80%P	61,3 d	49,2 f	4	12,1	0,37
Clon 1* 40%CC+60%P	81,3 a	66,1 b	2	12,8	0,33
Clon 1* 50%CC+50%P	76,6 a	62,3 b	4	12,7	0,36
Clon 1* 60%CC+40%P	87,7 a	71,1 a	1	14,8	0,41
Clon 1* 20%EV+80%P	62,0 d	52,1 e	3	10,4	0,33
Clon 1* 40%EV+60%P	78,1 a	68,4 a	3	13,8	0,32
Clon 1* 50%EV+50%P	82,7 a	73,9 a	4	13,2	0,30
Clon 1* 60%EV+40%P	81,5 a	71,8 a	2	13,1	0,29
Clon 1* 20%T+80%P	73,7 b	61,6 b	3	13,4	0,45
Clon 1* 40%T+60%P	73,2 b	65,7 b	2	13,7	0,33
Clon 1* 50%T+50%P	77,8 a	71,5 a	3	9,4	0,30
Clon 1* 60%T+40%P	71,5 c	65,5 b	3	11,4	0,33
Clon 2* 20%CC+80%P	81,5 a	71,7 a	4	11,2	0,37
Clon 2* 40%CC+60%P	83,5 a	74,8 a	5	10,9	0,36
Clon 2* 50%CC+50%P	82,5 a	70,4 a	4	9,1	0,37
Clon 2* 60%CC+40%P	88,7 a	74,2 a	4	13,8	0,43
Clon 2* 20%EV+80%P	93,8 a	90,8 a	5	11,2	0,39
Clon 2* 40%EV+60%P	92,7 a	86,4 a	5	11,7	0,39
Clon 2* 50%EV+50%P	87,8 a	71,6 a	4	10,4	0,28
Clon 2* 60%EV+40%P	91,5 a	85,0 a	4	11,9	0,25
Clon 2* 20%T+80%P	86,5 a	79,0 a	4	13,7	0,31
Clon 2* 40%T+60%P	83,5 a	76,0 a	5	11,2	0,37
Clon 2* 50%T+50%P	80,9 a	73,3 a	4	12,3	0,35
Clon 2* 60%T+40%P	81,7 a	75,8 a	5	11,4	0,49
Clon 3* 20%CC+80%P	61,6 d	45,1 g	2	12,2	0,22
Clon 3* 40%CC+60%P	71,3 c	57,8 d	2	12,3	0,28
Clon 3* 50%CC+50%P	69,8 c	54,9 d	3	10,4	0,33
Clon 3* 60%CC+40%P	78,0 a	61,6 b	3	13,8	0,32
Clon 3* 20%EV+80%P	75,9 a	67,0 a	4	10,6	0,31
Clon 3* 40%EV+60%P	76,7 a	61,0 c	3	10,8	0,24
Clon 3* 50%EV+50%P	77,1 a	65,6 b	5	12,1	0,24
Clon 3* 60%EV+40%P	84,9 a	70,4 a	5	11,7	0,34
Clon 3* 20%T+80%P	73,8 b	63,9 b	4	11,5	0,35
Clon 3* 40%T+60%P	85,2 a	79,9 a	4	11,0	0,35
Clon 3* 50%T+50%P	81,5 a	74,0 a	3	14,6	0,32
Clon 3* 60%T+40%P	71,2 c	64,2 b	4	12,2	0,35

Nota: Valores promedios asociados por letras minúsculas distintas, asignadas según la prueba de Tukey, difieren entre sí al nivel de significancia (según ANDEVA) α=0,05.
CC = Corteza compostada; P = Perlita; EV = Energía verde; T = Turba de Magallanes.

Al analizar el clon 3, queda de manifiesto que con todos los tratamientos se supera la tasa de arraigamiento promedio del protocolo (50,6%). Sin embargo, al compararlo con el tratamiento equivalente del ensayo se observa que éste también fue mayor (74%). Entonces, sería interesante explorar más profundamente las razones que produjeron este cambio. Queda de manifiesto nuevamente que al usar el substrato Energía verde se obtienen resultados que

garantizan una producción comercial a gran escala. Probablemente los buenos resultados se deban a que este substrato tiene un pH cercano a neutro lo que favorece el proceso de rizogénesis (HARTMANN y KESTER, 1987).

Los tres substratos orgánicos empleados en las diferentes muestras tienen precios diferentes, siendo el más caro Turba de Magallanes y el más barato Energía verde. En consecuencia, al tener la posibilidad de cambiar la producción utilizando como medio Energía verde se incurriría en un menor costo de producción. A la luz de los resultados es factible realizar este cambio ya que las tasas de arraigamiento conseguidas con su uso son por lo menos equivalentes a las obtenidas en los protocolos.

Con los mejores resultados se generan de 4 a 5 raíces por estaca, lo que de acuerdo a la experiencia es un indicador de que es una cantidad suficiente para cultivar posteriormente las plantas en el vivero y tener en definitiva éxito en el establecimiento de la plantación. Las raíces contabilizadas son aquellas que logran salir fuera del contenedor y, por lo tanto, la planta tiene otras en el cepellón, especialmente del tipo secundarias que son las más importantes. Igualmente la longitud de las raíces, en general más de 10 cm por estaca, permite suponer que las plantas estarán aptas para establecer en forma exitosa la plantación. No se aprecia gran diferencia en el peso seco de las raíces lo que indica que las plantas son homogéneas.

CONCLUSIÓN

Al evaluar el efecto los medios de enraizamiento, queda en evidencia que se pueden mejorar los estándares de producción establecidos en los protocolos de propagación para los tres clones de *E. globulus* estudiados. Cambiar el substrato orgánico por aquel denominado Energía verde no sólo tiene ventajas desde el punto de vista de incrementar las tasas de arraigamiento, sino que también ello lleva consigo una posible disminución del costo de producción por tener un menor precio que aquel establecido en los protocolos. Queda de manifiesto que existe una interacción entre los clones y substratos estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda técnica y financiera prestada por la empresa Forestal Celco S.A. en la realización de este trabajo, particularmente a la Bióloga Sra. Paula Slimming y al Ingeniero Forestal Sr. Rodolfo Calquín.

BIBLIOGRAFÍA

BÄRTELS, A., 1989. Gehölzvermehrung. Verlag Eugen Ulmer. Germany. 370 p.

HARTMANN, H. y Kester, D., 1987. Propagación de plantas, principios y prácticas. Ed. Continental. México. 760 p.

OSTLE, B. 1992. Estadística aplicada. Decimosegunda reimpresión. Limusa. México. 629 p.

PAMPOLINA, N.; Dell B.; Malajczuk N. 2002. Dynamics of ectomycorrhizal fungi in an *Eucalyptus globulus* plantation: effect of phosphorus fertilization. Forest Ecology and Management 158 (1-3): 291-304.

STAPE, J.; Ryan, M.; Binkley, D. 2003. Accessing the ecophysiological factors that controls the potential productivity of a tropical *Eucalyptus* plantation by manipulating water and nutrient supplies. En: Aumento de Rentabilidad en Plantaciones de Pinos y Eucaliptos: Mejoramiento en Calidad de Plantas y Productividad de Sitios. Concepción, Chile. 25 p.

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE BROTES Y CAPACIDAD DE ENRAIZAMIENTO EN *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA (Bertol.)*

FACTORS AFFECTING *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA (Bertol.)* SHOOT PRODUCTION AND ROOTING CAPACITY

S. Vetter[1], F. Niella [2] y P. Rocha[2]

[1]Ing Ftal - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones- Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones - Argentina

[2]Ing. Ftal – M.Sc. Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones - Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones - Argentina. Email: FNIELLA@arnet.com.ar

SUMMARY

Araucaria angustifolia is the only native conifer to the *Selva Paranaense* that is important for the local forest industry and at the same time its local germplasm is becoming highly scarce because of heavy logging in the past, high population density in its natural area and low annual seed productivity.

The goals of our project was to develop a macropropagation techniques to develop an alternative regeneration method to multiply and preserve local germplasm of *Araucaria angustifolia*. The present paper show preliminary results obtained on stock plant management and rooting capacity tests for *Araucaria angustifolia*.

To study the Araucaria angustifolia stock plants shoot production capacity, two factors were considered: stock plant age and light intensity. Rooting capacity was studied on the topping and shoot first harvest cycle. The results indicated that stock plant age as well as light intensity affect not only the shoot production, but also, the rooting capacity of cuttings obtained from Araucaria angustifolia stock plants.

Keywords: *Araucaria angustifolia*; stock plant, macropropagation, rooting, vegetative propagation, topping, sprout.

RESUMEN

Araucaria angustifolia tiene la particularidad de ser la única conífera *nativa* a la provincia de Misiones de importancia económica para la industria forestal. Al mismo tiempo, es una especie arbórea prioritaria en la política de conservación de recursos naturales provinciales, por la excesiva explotación en el pasado en su restringida área de dispersión natural, y la baja capacidad de producción anual de semillas en los montes remanentes. No es difícil ponderar lo que significaría eventualmente perder este material genético o no disponer en cantidad suficiente de forma que permita demostrar su potencial en un esquema de trabajo de *silvicultura intensiva*. En este contexto y con el objetivo de contribuir a: i) complementar las *estrategias de conservación* de especies leñosas nativas a *la selva paranaense (Araucaria angustifolia)* y ii) aumentar *la disponibilidad de* germoplasma local de *Araucaria angustifolia*, para plantaciones comerciales de la foresto-industria regional, el presente trabajo muestra los resultados obtenidos en los estudios de manejo de planta madre y enraizamiento del rebrote de *Araucaria angustifolia.*

Para determinar los factores que influencian la tasa de producción de brotes y el enraizamiento de los mismos, dos factores fueron considerados en este estudio: edad de la planta madre (6 y 12 meses de edad), e intensidad lumínica bajo la cual se cría la planta madre (pleno sol y

media sombra). La capacidad de enraizamiento fue estudiada en estacas obtenidas del topping y el primer rebrote de las plantas madres. Los resultados obtenidos en el primer ciclo de cosecha indicaron que tanto la edad de la planta madre como la intensidad lumínica bajo la cual se cría la planta madre tienen un efecto significativo en la producción de brotes y capacidad de enraizamiento de los mismos.

Palabras clave: *Araucaria angustifolia*, macropropagación, planta madre, enraizamiento, propagación vegetativa, toppings, rebrotes.

INTRODUCCIÓN

La *Araucaria angustifolia* es una especie nativa de la *Selva Paranaense*, con una distribución natural escasa (incluye tres estados del sur de Brasil: Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul), baja viabilidad de la semilla y tiene características físicas – mecánicas que la convierten en una especie muy solicitada por la industria del aserrado.

Debido a esta última característica antes mencionada, esta especie ha sufrido una explotación irracional por lo que los mejores ejemplares fueron extraídos con fines comerciales , produciéndose así una erosión genética, bien conocido y documentado en buena parte del mundo, particularmente en los bosques subtropicales y tropicales (como la Selva Paranaense) (Niella y Rocha, 2003).

MATERIALES Y METODOS

El material vegetal utilizado en el presente trabajo consistió en plantines de *Araucaria angustifolia*, de 6 y 12 meses de edad; estacas obtenidas a partir de la decapitación y de la poda de primeros brotes, en plantas madres de la misma especie.

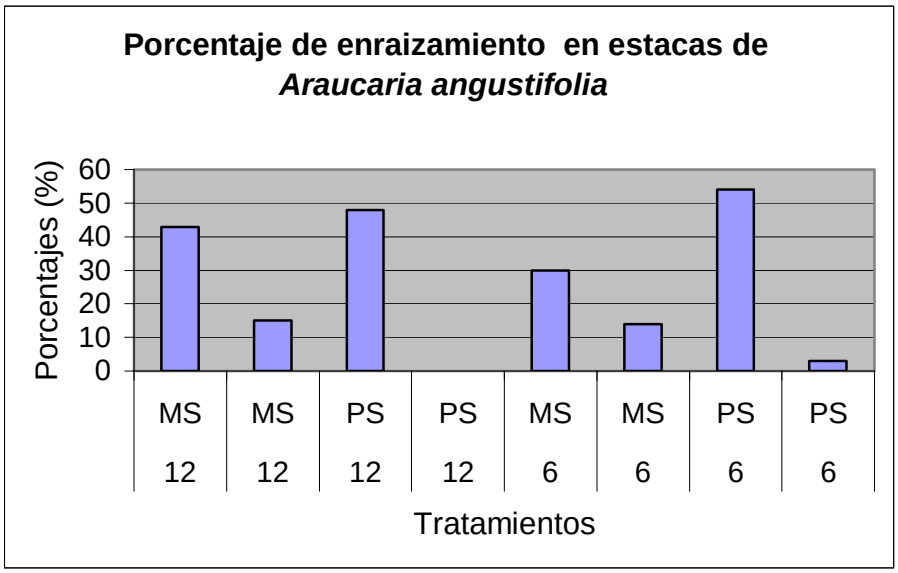
En este estudio se utilizó un diseño completamente aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos. Los promedios, errores estándar y análisis de la varianza, comparaciones múltiples de las medias (LSD), se desarrollaron usando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), utilizando el módulo GLM (General Linear Model).

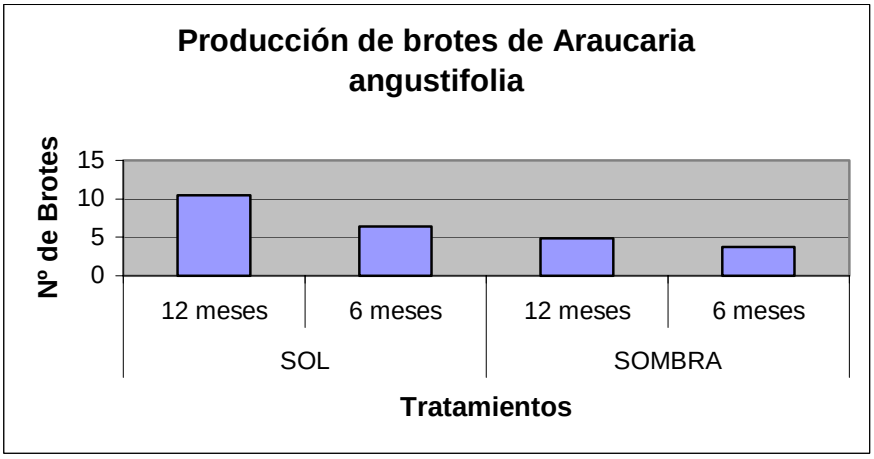
RESULTADOS

Los resultados mostraron que la edad de la planta madre y la intensidad lumínica bajo la cual es criada, tienen un efecto significativo sobre las variables analizadas. Se obtuvo una producción de brotes totales por planta de 10,45 en plantas madres criadas a pleno sol y con 12 meses de edad, comparativamente superior que 3,32 para plantas madres de 6 meses de edad, criadas bajo media sombra.

Para la variable capacidad de enraizamiento, estacas obtenidas de primeros brotes, en plantas madres de 6 meses de edad criadas a pleno sol, el porcentaje de enraizamiento fue de 54 % comparativamente superior a plantas madres de 12 meses de edad criadas a pleno sol, que fue de 0 %.

Realizando una comparación entre la capacidad de enraizamiento entre topping y brotes, éstos últimos obtuvieron una tasa de enraizamiento del 54%, comparado con los topping que fue del 14%.





CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a partir del siguiente trabajo indican que las condiciones lumínicas bajo las cuales se cría la planta madre y la edad, tiene un efecto favorable sobre la producción de brotes y la capacidad de enraizamiento de éstos brotes.

Se puede afirmar a partir de la evaluación de los resultados que la tasa de enraizamiento de los brotes es significativamente mayor que en el caso del enraizamiento de los topping.

REFERENCIAS

AITKEN CHRISTIE, J. and Thorpe, T. 1984. Clonal propagation: Gymnosperm. In: Vasil, I.K. Ed. Cell culture and somatic cell genetics of plants. Laboratory procedures and theirs application. New York Academic Press: 81-95

KRAMER, P. and T. Kozlowski, T. 1979. Physiology of woody plants. Academic press, New York, San Francisco, London. 811p.

LAND, S. B. and Cunningham, M. 1994. Rooted cutting macropropagation of Harwoods. En: Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry. Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg: 75-96.

NIELLA, F. , P. Rocha , R. Pezzutti y R. Schenone. 2003. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. Xma Jornadas Técnicas Forestales. Septiembre, 2003. FCF-UNaM-INTA-ME y RNR y T- Eldorado, Misiones-Argentina.

NIELLA, F. , P. Rocha , R. Pezzutti y R. Schenone. 2003. Manejo intensivo para la producción de estacas en plantas madres de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*: efecto del tamaño de contenedor e intensidad lumínica. Xma Jornadas Técnicas Forestales. Septiembre, 2003. FCF-UNaM-INTA-ME y RNR y T- Eldorado, Misiones-Argentina.

NIELLA, F. y Rocha, P. 2003. Desarrollo de tecnicas de macropropagación para: *Araucaria angustifolia (bertol.), Myrocarpus frondosus, y Balfaroudendron redelianum (engl)* Xma Jornadas Técnicas Forestales. Septiembre, 2003 - FCF-UNaM-INTA-ME y RNR y T- Eldorado, Misiones-Argentina.

PEREYRA FOWLER, J; A. Bianchetti y A. Zanon. 1998. Conservacao de sementes de Pinheiro-do-Paraná sobre diferentes condicaoes de ambiente e embalagens. EMBRAPA Comunicado Técnico No. 34:1-4.

ROCHA, P. y Niella, F. 2003. Efecto de tratamientos inductivos en el enraizamiento de estacas de Pinus elliottii x caribaea y Pinus taeda. YVYRARETA 12 - DICIEMBRE 2003 ISSN 0328-8854. Pp.: 50-54

TARNOWSKI, B. 1996. Manejo del "Parque Provincial Cruce caballero: Diagnostico de la situación del Parque Provincial "Cruce Caballero" Informe. Facultad de Ciencia Forestales-UNaM y Ministerio de Ecologia y Recursos Naturales Renovables. 35 pp.

EL ANÁLISIS FODA EN LA PLANIFICACIÓN SISTÉMICA

Amalia María Lucila Díaz[1]

[1] Ing. Ftal M.Sc Economía Rural- Prof. Adjunta Cátedras Administración y Economía Forestal. Facultad de Cs. Forestales. UNaM

RESUMEN

Las organizaciones son sistemas abiertos que realizan intercambios, con otros sistemas y con el medio ambiente. Estos intercambios son múltiples y variados, lo que torna a los Sistemas complejos por lo cual se debe actuar por prioridades.

Desde esta perspectiva la selección y aplicación de herramientas de Gestión, debe ser parte de un proceso integral , que exige otras aptitudes y actitudes de todos los miembros de la Organización.

Una herramienta ampliamente difundida para realizar diagnóstico considerando el ambiente interno y externo, es el análisis FODA. Que en la Planificación Sistémica, incorpora a la identificación de los aspectos positivos y negativos en relación ya sea a la Visión, Objetivo o Problema, la selección de los factores considerados de mayor impacto en toda la Organización, y el posterior análisis en una matriz del grado de influencia que existe entre estos . Esta matriz permite visualizar la dinámica y la estructura del Sistema y priorizar los factores, para poder construir escenarios y formular estrategias.

Si el FODA sistémico se realiza de forma participativa, permite además una mejor comunicación, motivación y compromiso de todos los miembros de la Organización.

Palabras Claves: Análisis FODA, Sistema, Factores, Influencias , Dinámica.

THE SWOT ANÁLISIS IN THE SYSTEMIC PLANNING

SUMMARY

Organizations are open systems that carry out exchanges with other systems and with the environment. These exchangues are multiple and varied, that turns the systems into complex ones, that is why it is requierd to act for priorities.

From this perspective the selection and application of Administration tools should be part of an integral process that demands other aptitudes and attitudes from all the members of the Organization.

A broadly diffused tool carry out diagnosis considering the internal and external atmosphere is the SWOT analysis. That, in the Systemic Planning either incorporates the identification of the positive and negative aspects in relation to the Vision, Objective or Problem, the selection of the considered factors of major impact in the whole Organization, and the later analysis in the matrix of the grade of influence that exists among them. This matrix allows to visualize the dynamic and the structure of the system and to prefer factors to be able to build scenarios and to formulate strategies.

If the systemic SWOT is carried out in a participative way, it also allows a bettter communication, motivation and commitment of all members of the Organization.

Keys words: SWOT anlysis, Systems,Factors, Influence, Dynamic

INTRODUCCIÓN

La aplicación de herramientas en forma aislada o errática difícilmente conduzca a los resultados esperados, debe surgir pues de un adecuado diagnóstico en el que no debe estar ausentes la cultura, valores, estilos de liderazgo y aspiraciones personales de los miembros de la organización.

En un sistema sus diversas partes componentes están conectadas en una estructura determinada. Las organizaciones son sistemas abiertos que realizan intercambios, con otros sistemas y con el medio ambiente. Estos sistemas son complejos por lo cual se requiere actuar por prioridades y además esta complejidad es dinámica.

Para analizarlos se necesita también de un pensamiento sistémico, es decir ver a través de la complejidad, las cosas importantes y las estructuras subyacentes que generan el cambio. El pensamiento sistémico también permite concretar una Visión compartida y a su vez para llegar a ésta se requiere que exista una adecuada comunicación interna y trabajo en equipo. Esta conexión y retroalimentación demanda nuevas formas de aprendizaje y de comportamiento en las organizaciones.

METODOLOGÍA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), es una herramienta de diagnóstico ampliamente difundida, que consiste básicamente en analizar el ambiente interno de la empresa y su contexto, en sus aspectos positivos y negativos

	Ambiente Interno	**Ambiente Externo**
Aspectos Positivos	Fortaleza (F) **¡ USELAS ¡**	Oportunidad (O) **¡APROVECHELAS!**
Aspectos Negativos	Debilidad (D) **¡ REDUZCALAS ¡**	Amenaza (A) **¡ EVITELAS ¡**

Aplicado al Planeamiento Sistémico, requiere identificar las interrelaciones entre los aspectos positivos y negativos y su grado de impacto. Si este proceso se realiza en forma participativa con los diferentes niveles jerárquicos y áreas de la organización, posibilita la difusión de la información y nuevas formas de comunicación y esto a su vez un mayor compromiso y motivación de sus miembros.

Los Pasos del Planeamiento sistémico con la aplicación del FODA, son:

1. Definir el Objetivo, la Misión , la Visión o el cambio que se pretende en la organización o con un proyecto determinado.

A los fines de desarrollar de manera práctica la presente metodología, definimos como Objetivo: "Mejorar *la capacidad de Gestión*"

2. Aplicar análisis FODA

En un proceso de reflexión y discusión se deben identificar los factores más importantes, con respecto al objetivo definido en el paso 1.

Fortalezas

- Objetivos definidos para el corto y mediano plazo

- Personal motivado
- Selección de personal jerárquico

Debilidades

- Deficiente registro de datos
- No existe planificación estratégica
- Control

Oportunidades

- Crecimiento del mercado
- Conformación del cluster maderero
- Ofertas de capacitación

Amenazas

- Competencia desleal
- Presión tributaria
- Inseguridad Jurídica

3. Reducción y Selección de los Factores

En situaciones reales los factores señalados pueden ser muchos, pero los que se deben, seleccionar aquellos que tienen mayor incidencia-impacto en todo el Sistema. Los factores no deberían superar el número de 10.

4. Neutralizar

Eliminar las valoraciones efectuadas a los factores, por ejemplo el factor *Personal motivado* ⇨ ***Motivación del personal***

5. Matriz de Influencias

Los factores neutralizados se registran en una matriz para visualizar el grado de influencia. A cada factor se le asigna una letra o número y se interroga sobre el grado de influencia que pude haber entre pares de Factores.

Si no existe influencia se otorga valor 0, si hay influencia se valora su intensidad: alta (3), moderada (2), débil (1)

Influencia en: De:	A	B	E	H	∑ SA
A. Objetivos de corto y mediano plazo	*	3	2	0	**5**
B. Motivación de Personal	1	*	1	0	**2**
E. Ofertas de capacitación	1	2	*	1	**5**
H. Competencia desleal	2	1	0	*	**3**
∑ SP	**4**	**6**	**3**	**1**	*
SA X SP	20	12	15	3	

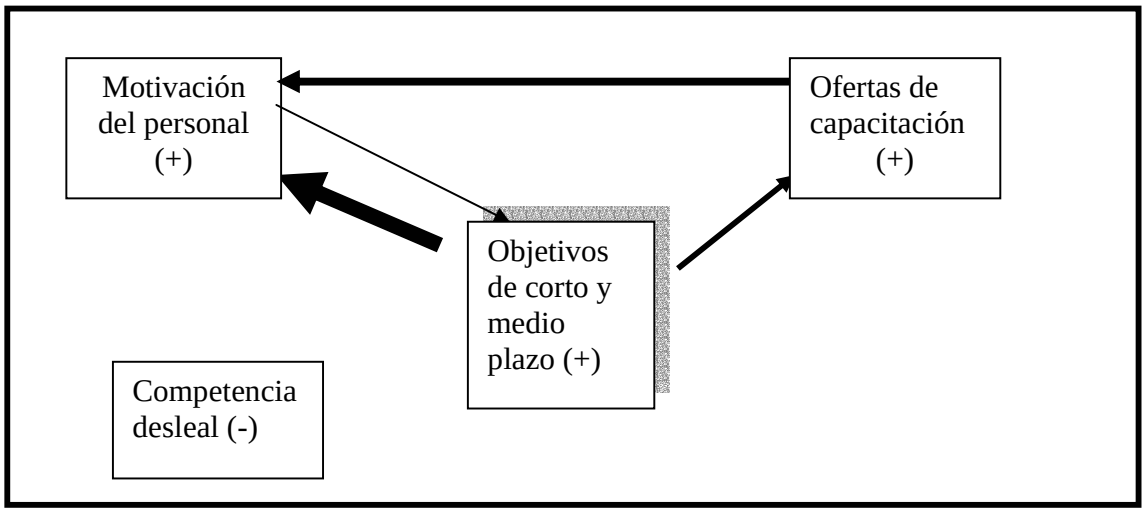
∑ SA: es la suma activa, de la influencia del factor en relación a los otros factores.

∑ SP: es la suma pasiva, de la intensidad relativa de los otros factores sobre el factor

6. Estructura de Efectos

Es una representación que nos muestra principalmente el curso y la intensidad de los efectos de los factores. Para dibujarla se coloca en el centro el factor que obtuvo el

mayor resultado del producto SA X SP , y a partir de él , todas las corrientes de efectos por medio de flechas que según su grosos o color, indicaran el grado de influencia

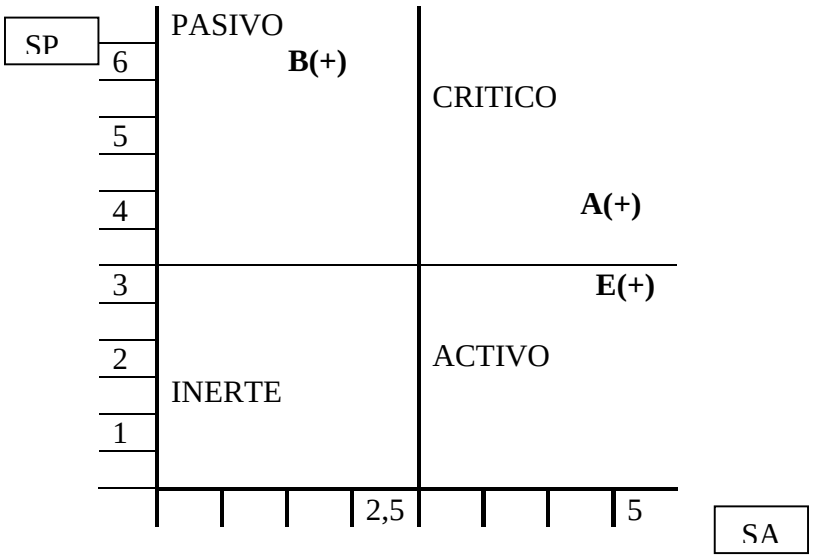


Visualizando de esta manera, podemos interpretar mejor como funciona este sistema complejo. Luego de su interpretación: " La definición de objetivos de corto y mediano plazo influyen en la motivación del personal y a su vez orientan las ofertas de capacitación " , se reintroduce el análisis FODA (con signo + ó – según corresponda) y podemos explicar el estado actual de la empresa.

7. Esquema Axial

A través de un sistema de coordenadas, los ejes son graduados según los valores obtenidos, por lo que cada factor ocupa un lugar. Este lugar puede ser indicado por la letra que lo identifica o por su término clave correspondiente. Los cuadrantes son:

Activo: influencia alta, baja influenciabilidad
Pasivo: influencia baja, alta influenciabilidad
Crítico: influencia alta, alta influenciabilidad
Inerte: influencia baja, baja influenciabilidad



8. Interpretación

La ubicación de los factores en los cuadrantes, orientan donde invertir esfuerzo y recursos para lograr el resultado esperado. Por ejemplo la modificación de los que se ubican en el cuadrante Activo, puede ocasionar importantes cambios en todo el sistema y a su vez modificaciones de los factores ubicados en el cuadrante Crítico, pueden tener alto impacto de efecto pero también por retroalimentación pueden darse efectos no deseados sobre otros factores , incluso ubicados en el mismo cuadrante.

9. Estrategias

Se definen según el estado actual y posicionamiento de los factores en el esquema axial, con énfasis en lo ubicados en los cuadrantes Activo y Crítico, pero sin dejar de considerar que intervenciones en los factores de los restantes cuadrantes, tardan tiempo en hacer sentir sus efectos en el Sistema (Pasivo) o pueden ocasionar efectos acumulados en el largo plazo (Inerte).

10. Evaluación

Esta forma de diagnosticar no sólo posibilita definir estrategias y tomar decisiones, sino que permite medir los efectos que ocasiona la intervención sobre los factores y su impacto en el Sistema.

CONCLUSIONES

En un enfoque sistémico, la aplicación de herramientas debe ser parte de algo mayor, de un pensamiento sistémico, es decir ver a través de la complejidad, las cosas importantes y las estructuras subyacentes que generan el cambio. Además implica nuevas formas de liderazgo y de trabajo en equipo, lo que a su vez requiere de capacidad de autoevaluación, reflexión, diálogo y comunicación.

Respecto a la aplicación del análisis FODA en este contexto, si bien se lo presenta como un proceso en etapas, en cada una de ellas se puede reflexionar si los productos obtenidos se condicen con la realidad conocida. En caso contrario volver a la etapa precedente. Por ejemplo si en el Paso 3, no se incluyo un factor importante, esto se "sentirá en los pasos siguientes" o al interpretar en el paso 8, sentir la necesidad de revisar como surgieron las Sumas Activas y Pasivas.

Este proceso evidentemente lleva más tiempo que realizar un FODA tradicional, pero se aproxima mucho más a la realidad por la visualización que permite de todas las relaciones existentes entre los factores, además de orientar por donde comenzar y formular las estrategias para lograr la Visión, Objetivo o solución a un problema según el grado de influencia que tienen o que reciben los factores relevantes del Sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, Amalia; López, Miguel; Eskiviski, Diego; Marecos, Víctor. Estrategias para alcanzar competitividad en las medianas empresas del aserrío. Eldorado.Misiones.2003

Díaz, Amalia M.L., Administración Forestal. Colección Apuntes de Cátedra. Ed. Universitaria de Misiones. Misiones. Argentina.2004

Hilger, Gerd, Métodos de Planificación en Consultoría Sistémica-Gestáltica. Apuntes elaborados por "denkmodell.Dailog Design " para el Programa de Entrenamiento en Facilitación de Procesos Participativos. Córdoba. Argentina 2003-2004

Sengue, Peter, La Quinta Disciplina. 7ma. Re-edición. Ed. Granica. Barcelona. España. 1998.

FUNCIONES DE VOLUMEN DE *PINUS ELLIOTTII* ENGELM, EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS

VOLUME FUNCTIONS OF *PINUS ELLIOTTII* ENGELM, IN THE PROVINCE OF SAN LUIS.

Bogino, Stella
Gómez, Mirta
Furlán, Zunilda
Escudero, Sandra
Corral, Amalia

Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales. Universidad Nacional de San Luis. Avda. 25 de mayo 384. Villa Mercedes (San Luis) sbogino@fices.unsl.edu.ar

SUMMARY

Though this study, *Pinus elliottii* Engelm individual volume functions were adjusted by the use of information gathered in the Comechingones hill area, in the province of San Luis, in order to be applied to the volume estimation. The adjustments were made applying simple and multiple lineal regression techniques. The results were successful both, the simple and the double entrance table. The models with the best statistical results and the major simplicity were selected.

KEY WORDS individual volume, *Pinus elliottii* Engelm, San Luis.

RESUMEN

A través de este estudio se ajustaron funciones de volúmenes individuales para *Pinus elliottii* Engelm, con datos provenientes del área de las Sierras de Comechingones, provincia de San Luis, con el objetivo de ser aplicadas para la estimación de volúmenes. Los ajustes se realizaron aplicando técnicas de regresión lineal simple y múltiple. Los resultados fueron satisfactorios tanto para las tablas de simple entrada, cuanto las de doble entrada. Se seleccionaron los modelos de mejores resultados estadísticos y de mayor simplicidad.

PALABRAS CLAVES volumetría, *Pinus elliottii* Engelm, San Luis.

INTRODUCCIÓN

La plantación de especies leñosas es incipiente en la provincia de San Luis, donde la economía se sustenta en la ganadería extensiva y la agricultura. La superficie forestada con especies exóticas, hasta hoy, es de 1500 hectáreas en toda la provincia. *Pinus elliottii* es la especie más plantada, debido a que ocupa el 72% del área forestada. (Gobierno de la provincia de San Luis, 2001), aunque ha sido elegida empíricamente ya

que solo se cuenta con datos de crecimiento de esta especie a partir del año 2003 (Bogino *et al*., 2003).

El objetivo de este trabajo es evaluar el ajuste de funciones locales y regionales para estimar el volumen total de esta especie en el ámbito de la provincia de San Luis.

La hipótesis de trabajo, basada en estudio previos realizados en el país sobre relaciones funcionales para estimar volúmenes (Andenmatten y Letourneau, 2000; Chauchard, 1991; Chauchard *et al.*, 1991; Friedl *et al*., 1991; Denegri y Marlats, 1991) permite prever la posibilidad de encontrar un buen ajuste con las ecuaciones recomendadas por la bibliografía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en dos sitios, próximos a la localidad de La Punilla (33º 08’ S; 65º 05’ W; 950 m.s.n.m.), en el área de Sierra de Comechingones, de acuerdo con la carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis (Peña Zubiate *et al.*, 1998). (Fig.1)

Fig.1 Forestación de *Pinus elliottii.* Año de plantación 1992.
Fig.1 Forestation of *Pinus elliottii.* Plantation year: 1992

A los suelos se los clasifica como Haplustoles fluvénticos y en los sectores de alta rocosidad se observan suelos muy someros e inclinados clasificados como Ustortentes típicos y líticos. El clima es templado con estación seca y las precipitaciones son, en promedio, de 850 mm anuales (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Estos sitios fueron elegidos debido a que poseen las forestaciones más longevas y de orígenes conocidos de esta especie. Los años de plantación son: 1992 y 1987. En los dos sitios las plantaciones se realizaron para obtener madera de aserrío y para detener los efectos de la erosión hídrica, de notable importancia en la zona. Debido a que los sitios de muestreo están muy próximos se consideró como uno solo.

La estimación del crecimiento se realizó sobre rodales coetáneos ubicados sobre exposición norte y de igual distancia de plantación (3x3 metros), el material con que se realizó la plantación provenía, en todos los casos, de un vivero de la zona de Río de los Sauces, provincia de Córdoba.

El análisis de los datos se realizó a través del software Estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.,* 2002). El tamaño mínimo de muestra fue de 191 individuos que se estableció a través de un premuestreo.

Para estimar el volumen total de los árboles muestreados se empleó el método del árbol tipo, para lo que se aplicó la fórmula de Smaliam. (Chauchard, 1991; Frield *et al.*, 1991)

En base a la información obtenida de volumen total, con corteza y tocón y las mediciones de altura total y diámetro a la altura del pecho, se buscó ajustar modelos de regresión lineal por el método de mínimos cuadrados recomendados por la bibliografía (Caillez, 1980; Friedl *et al.*, 1991; Rechene, 1993, Chauchard, 1991; Chauchard *et al.*, 1991). Luego se seleccionaron las que presentaron un mejor ajuste en función de los estadísticos: coeficiente de determinación (R^2), Error estándar de la estimación (EE) , prueba de F y valor de P.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los modelos que mejor ajustaron para funciones locales y estándares, respectivamente.

$$\textbf{Vol. total} = a \cdot DAP^b$$

Donde:
Vol total = Volumen total del árbol con tocón y corteza
DAP = Diámetro a la altura del pecho
a = 11,58
b = 2,77

R^2= 0,87 EEr = 0,03 F = 1259,98 P valor = < 0,0001

$$\textbf{Vol. Total} = a + b \cdot (DAP^2 \cdot H)$$

Donde:
Vol. Total = Volumen total del árbol con tocón y corteza
DAP = Diámetro a la altura del pecho
H = altura total del árbol con tocón
a = 0,01

b = 0,34

R^2= 0.99 EE = 0,0017 F = 39650,75 P valor = < 0,0001

Si se comparan los modelos seleccionados con otros trabajos previos realizados sobre otras especies como *Austrocedrus chiilensis* (Don.) Flor. et Boult. (Chauchard *et al.*, 1991) la ecuación seleccionada por estos autores, para el cálculo de volúmenes locales, coincide con la de éste trabajo.

Por otra parte, sobre *Pinus ponderosa* (Dougl.). Laws. (Andenmatten y Letourneau, 2000) y *Populus deltoides* (Denegri y Marlats, 1991) los autores seleccionaron el mismo modelo de este trabajo para el cálculo de volumen total en tablas estándares debido a que fue el que mostró los mejores indicadores estadísticos.

CONCLUSIONES

A través de este estudio fue posible construir funciones de volumen para *Pinus elliottii* que ajustaron de forma satisfactoria, tanto en tablas locales como regionales.

Se recomienda el uso de la función Vol. total = 11,58 . $DAP^{2,77}$, para cálculos locales.

Y de la función Vol. total = 0,01 + 0,34 (DAP^2 . H) para cálculos regionales.

Estas mediciones realizadas sobre esta especie, son valiosas por que significan las primeras funciones de volumen de especies leñosas en todo el ámbito provincial y además, significan una herramienta muy expeditiva para otros trabajos de investigación y obtener valores para ser aplicados en los modelos económicos de proyectos de inversión.

AGRADECIMIENTOS

A los señores Julio Godio y Aldo Dicola propietarios de los establecimientos “El talita” y “El sauce” por su desinteresada colaboración en este proyecto. A maría Laura Cangiano por la revisión de la traducción en Inglés.

BIBLIOGRAFÍA

Andenmatten, E; Letourneau, F. 2000. Pino ponderosa (*Pinus ponderosa* (Dougl.) Laws). Tabla de volumen estándar de aplicación en la región Andina de Río Negro y Chubut. Comunicación técnica Nº17. Area Forestal Silvicultura. EEA. San Carlos de Bariloche. INTA. 8 pp.

Bogino, S.; Gómez, M.; Ávila, A.; Furlán, Z.; Escudero, S.; Corral, A.; Luna, R. 2003 *Primeras evaluaciones del crecimiento de Pinus elliottii, Robinia pseudo-acacia y*

Ulmus pumila implantadas con fines forestales, en la provincia de San Luis. 10º Jornadas Técnico Forestales. 25 y 26 de septiembre de 2003. Eldorado. Misiones.

Cailliez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol. 1. FAO.

Chauchard, L. 1991. Familia de funciones de volumen de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser). VI Jornadas técnicas. 26-39Eldorado. Misiones.

Chauchard, L.; Rey, M.; González, M. 1991. Funciones de volumen para ciprés de la cordillera *Austrocedrus chilensis* (Don.) Flor. et Boutl.). VI Jornadas técnicas. Pp 40-48. Eldorado. Misiones.

Denegri, G.; Marlats, R. 1991 *Populus deltoids:* modelo matemático aplicado a la construcción de una tabla de volumen para el delta bonaerense. VI Jornadas técnicas. Pp 49-57. Eldorado. Misiones.

Di rienzo, J., Balzarini, M., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, E., Robledo, C. 2002 *Infostat Software Estadístico versión 2.* Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Friedl, R.; Costas, R.; Maiocco, D.; Grance, L.; Palavecino, J. 1991. Construcción de tablas de volúmenes estándares para *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze. VI Jornadas técnicas. Pp 57-68. Eldorado. Misiones.

Gobierno de la provincia de San Luis. 2001. Informe de la superficie forestada dentro del marco de la ley 4884. 23 pp. Editorial Painé. San Luis.

Peña Zubiate, C., Anderson, D., Demmi, M., Saenz, J. y D`Hiriart, A., 1998. *Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis*. Gobierno de la provincia de San Luis. 115p.

Rechene C. 1993. Descripción de un procedimiento para la construcción de Tablas de Volumen utilizando el paquete estadístico SPSS/PC+V2.0. Un ejemplo para Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis* D. (Don) Florin et Boutleje). Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel - Chubut – Argentina.

CRECIMIENTO DE ACACIA BLANCA (*ROBINIA PSEUDO-ACACIA* L.), EN LAS SIERRAS DEL PORTEZUELO, PROVINCIA DE SAN LUIS

GROWTH OF LOCUST (*ROBINIA PSEUDO-ACACIA* L.), IN THE PORTEZUELO HILLS, PROVINCE OF SAN LUIS

Bogino, Stella [1]
Gómez, Mirta [1]
Furlán, Zunilda [1]
Escudero, Sandra [1]
Corral, Amalia [1]

[1] *Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales. Universidad Nacional de San Luis. Avda. 25 de mayo 384. Villa Mercedes (San Luis) sbogino@fices.unsl.edu.ar*

SUMMARY

This study was carried out in a ten year old locust (*Robinia pseudo-acacia* L.) plantation, aged of 10 years with a density of 923 trees.ha^{-1}, in the Portezuelo hills, in the province of San Luis (33º 08' S; 65º 05' W). High and DBH (Diameter at breast height) were measured over permanent circular plots. In order to estimate the volume growth, the type tree Hossfeld method was applied. It was concluded that for locust founded in that place, the average diameter was 0,102 m, the average height was 5,937 meters and the volume growth rate was 2,44 m^3.ha^{-1}.year^{-1}.

KEY WORDS Growth, *Robinia pseudo-acacia L.*, Portezuelo hills, San Luis.

RESUMEN

Este estudio se realizó en una plantación de acacia blanca (*Robinia pseudo-acacia* L.), de 10 años de edad, con una densidad de 923 árboles.ha^{-1}, ubicada en el área de las Sierras del Portezuelo, provincia de San Luis (33º 08'S; 65º 05' W). En parcelas circulares permanentes se midieron altura y diámetro a la altura del pecho. Para estimar el crecimiento volumétrico se empleó el método del árbol tipo de Hossfeld. Se determinó que el diámetro promedio es de 0,102 m, la altura promedio es de 5,937 m y el crecimiento del volumen total es de 2,44 m^3.ha^{-1}.año^{-1}, para esta especie, en este sitio.

PALABRAS CLAVE Crecimiento, *Robinia pseudo-acacia L.*, Sierras del Portezuelo, San Luis.

INTRODUCCIÓN

La provincia de San Luis posee una amplia zona con buena aptitud forestal: la región de las Sierras de Comechingones, Sierras del Morro – Yulto y del Umbral de la Estanzuela y Piedemonte de las Sierras Grandes de San Luis, zona en la que la forestación contribuiría a aumentar la rentabilidad de los establecimientos agropecuarios, sin competir con la agricultura y la ganadería. (de Fina, 1969; Marmol, 1961).

La acacia blanca es una especie que pertenece a la familia de la *Fabaceae* que se cultiva en la Argentina para la producción de postes para alambrado; además ,su madera es útil para carpintería rural.

A pesar de ser una especie que se planta en la provincia de San Luis desde hace más de cien años, no hay información disponible sobre el crecimiento de acacia blanca en el ámbito provincial.

Existen trabajos previos sobre esta especie en la Argentina. Sancho (1959), en Bolivar, provincia de Buenos Aires determinó un crecimiento de 5,1 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$ Figallo y Baya Casal (1961), en la misma provincia estimaron un crecimiento que varió entre 4,41 y 7,69 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$, de acuerdo con la edad de la plantación. En 25 de Mayo, Mármol (1971), determinó un crecimiento de 8,2 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$: En el valle de Calamuchita, Córdoba se registraron crecimientos de 14,4 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$ y en Mendoza, bajo riego, Burgos y Panasiti (1969) registraron valores entre 2,1 y 6,8 $m^3.ha^{-1}.año^{-1}$.

El objetivo de este trabajo es obtener información inédita sobre el crecimiento de acacia blanca, en la zona de las sierras del Portezuelo, de la provincia de San Luis.

La hipótesis de trabajo permite estimar que los valores de crecimiento de esta especie pueden ser similares a los encontrados en áreas con condiciones de sitio similares a la de este lugar de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en el establecimiento “El talita”, próximo a la localidad de La Punilla (33º 8’ S; 65º 5’ W; 950 m.s.n.m.). Este establecimiento se encuentran en el área de Sierra del Portezuelo, de acuerdo con la carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Este sitio fue elegido debido a que posee la forestación más longeva y de origen conocido de esta especie. El año de plantación es 1992. La plantación se realizó con el objetivo de obtener postes para alambrado.

La estimación del crecimiento se realizó sobre rodales coetáneos con una distancia de plantación original de 3x3 metros. La densidad en el momento de la medición fue de 923 $árboles.ha^{-1}$.

El análisis de los datos se realizó a través del software Estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2002).

Las unidades de muestreo empleadas fueron parcelas permanentes circulares de 10 metros de radio, distribuidas a través de un diseño completamente aleatorizado (Contreras *et*

al., 1999). En cada parcela se midió la DAP (diámetro a la altura del pecho) y la altura de todos los individuos. Todos los árboles se identificaron individualmente. A partir de estos datos se calculó el área basal y el porcentaje de fallas.

Para la determinación del volumen real se empleó el método del árbol tipo de Hossfeld. El volumen real de los árboles seleccionados se estableció a través de la fórmula de Smaliam, lo cual permitió calcular el coeficiente mórfico. (Bruce y Schumacher, 1965; Husch, 1982). Finalmente, estos valores se emplearon para calcular el crecimiento volumétrico promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados finales obtenidos están resumidos en la Tabla 1.

Altura promedio (m)	Diámetro promedio (m)	Área basal (m^2)	Crecimiento volumétrico (m^3. ha^{-1}.$año^{-1}$)
5,938	0,109	7,92	2,44

Tabla 1 Áltura, Diámetro, Area basal y crecimiento promedio anual.
Table 1 Height, Diameter, Basal area, annual mean growth.

Debido a que no existen datos acerca del crecimiento volumétrico de esta especie en la provincia de San Luis, se compararon los resultados obtenidos con mediciones realizadas en otros sitios.

Los resultados precedentes indican que esta especie tiene tasas de crecimiento que, excepcionalmente, superan los 10 m^3.ha^{-1}.$año^{-1}$, en cualquier lugar del país. Los valores de crecimiento encontrados en la zona del Portezuelo, provincia de San Luis son equivalentes a los obtenidos en la provincia de Mendoza por Burgos y Panasiti (1969), bajo riego.

CONCLUSIONES

Se concluye que la acacia blanca, tiene un crecimiento volumétrico de 2,44 m^3.ha^{-1}.$año^{-1}$ en las sierras del Portezuelo, provincia de San Luis.

Si bien los valores son bajos si se comparan con datos de la provincia de Buenos Aires, donde el crecimiento promedio de esta especie llega a cuadruplicar los valores estimados en este trabajo. Los resultados encontrados en San Luis son alentadores si se considera que las plantaciones se realizaron en sitios con severas limitaciones para la actividad agropecuaria, solo aptos para la ganadería extensiva y, en algunos casos extremos, limitados para esta actividad.

Estas mediciones realizadas sobre esta especie, son valiosas por que significan los primeros estudios de crecimiento volumétrico sobre esta especie en todo el ámbito provincial, que se emplearán para la construcción de tablas de volúmenes de árboles individuales y además, son valores imprescindibles para la aplicación de modelos económicos de proyectos de inversión, que se aplican en el sector forestal.

Estudios subsiguientes se presentan como una necesidad impostergable que incluirían la elaboración de curvas de crecimiento, a través de estudios dendrocronológicos, para complementar los datos de crecimiento volumétrico promedio.

AGRADECIMIENTOS

Al señor Guillermo Godio propietario del establecimiento "El talita", por su desinteresada colaboración en este proyecto. A María Laura Cangiano por sus correcciones del texto en Inglés.

BIBLIOGRAFÍA

Bruce, D. y Schumacher, F. 1965. *Medición Forestal*. Primera edición en español. Trad. Palazon, R. y Meza Nieto, J. Editorial Herrero. México. 474 p.

Burgos, J., Panasiti, A. 1969. *Observaciones sobre el crecimiento de acacia blanca* (*Robinia pseudo-acacia* L.) *bajo riego, en Mendoza, Argentina.* Rev. For. Arg. XIII (3):91.

Contreras, F., Leaño, C. Y Licona, J., 1999. *Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes (PPMs)* BOLFOR – PROMABOSQUE. Pp 1-51.

De Fina, A. 1961 .*Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de San Luis y sus causas.* Eudeba. 281 pp.

Di rienzo, J., Balzarini, M., Casanoves, F., Gonzalez, L., Tablada, E., Robledo, C. (2002) *Infostat Software Estadístico versión 2.* Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Figallo, D., Baya Casal, E. 1961. *Dasometría de la Acacia blanca (Robinia pseudo-acacia) cultivada en la provincia de Buenos Aires.* Rev. For. Arg. V (2):35.

Husch, B.; Miller, Ch. y Beers, T. 1982. *Forest Mensuration*. Third Edition. John Wiley & Sons. USA. 402 p.

Mármol, L. 1971. *Cultivo y rendimiento de acacia blanca (Robinia pseudo-acacia) en el ámbito de 25 de Mayo y partidos vecinos de la provincia de Buenos Aires.* Rev. For. Arg. XV (1):8.

Peña Zubiate, C., Anderson, D., Demmi, M., Saenz, J. y D`Hiriart, A., 1998. *Carta de Suelos y Vegetación de la provincia de San Luis*. Gobierno de la provincia de San Luis. 115p.

Sancho, R. 1959 *Estudio dasométrico en un monte de Robinia pseudo-acacia L.* Asuntos agrarios VI (66):8. La Plata.

COMPARAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE ÁREA BASAL E VOLUME OBTIDAS PELOS MÉTODOS DE ÁREA FIXA E STRAND EM UM POVOAMENTO DE *Pinus elliottii* NA FLORESTA NACIONAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, RS.

Doádi Antônio Brena[1], Solon Jonas Longhi[1], Gabriel Berger[2], Juliana Fernandes Gomes[2]
[1] Prof. Dr. do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria
[2] Engenheiro (a) Florestal, Mestrando (a) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo comparar as estimativas de área basal e volume obtidas pelos métodos de Área Fixa e Strand, em um povoamento de *Pinus elliottii* da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Os dados foram levantados em 40 unidades amostrais distribuídas em 10 conglomerados em forma de cruz, contendo 4 subunidades por conglomerado. A subunidade de área fixa tinha a forma retangular, com 10 m de largura por 15,7 m de comprimento, totalizando uma área de 157 m^2. Nesta subunidade media-se o diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e a distância radial das árvores em relação à linha do inicio da subunidade, de todos os indivíduos que apresentavam DAP $\geq$ 5 cm. A linha de Strand era instalada no início do retângulo, no sentido do seu comprimento (15,7 m), a partir da qual eram realizadas duas seleções de árvores: a primeira, proporcional ao diâmetro, era feita com o relascópio de Bitterlich, utilizando-se a banda 2 (fator de área basal igual a 2), para a estimativa da área basal; a segunda seleção, proporcional à altura, com um ângulo vertical (h/D = 2), para a estimativa do volume. Em cada uma das seleções media-se o DAP das árvores consideradas. As médias estimadas de área basal e de volume em cada método foram comparadas através do teste "t". O teste de comparação de médias permitiu concluir que não existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p = 0.968 > 0,05$) entre as estimativas de área basal obtidas pelos métodos de Área Fixa e Strand. Já para a estimativa do volume, existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p = 0,009 \leq 0,05$) entre os dois métodos de amostragem estudados.

INTRODUÇÃO

O manejo florestal, cujo principio fundamental é a manutenção e produção de bens e serviços em quantidade e qualidade para o presente e futuro, e para isto ocorrer, informações sobre as características das populações florestais devem ser levantadas através de procedimentos como o Inventário Florestal.

Os inventários por amostragem constituem a grande maioria dos inventários florestais realizados em todo o mundo. Pelo procedimento de amostragem observa-se apenas a parte da população e obtém-se uma estimativa dos seus parâmetros, a qual traz consigo um erro de amostragem.

A amostragem é uma ferramenta utilíssima aos inventários de grandes ou pequenas populações, especialmente quando os resultados devem ser obtidos no menor espaço de tempo, pelo menor custo e com a precisão desejada.

O objetivo do presente trabalho foi de verificar quais dos métodos de amostragem, método de Área Fixa e Strand, apresentou uma melhor estimativa de área basal e volume em um povoamento de *Pinus elliottii*, localizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), município de São Francisco de Paula, RS.

REVISÃO DE LITERATURA

As populações florestais geralmente são extensas e uma abordagem de 100% dos indivíduos muitas vezes se torna inviável em termos de tempo e custos. Surge então a amostragem que consiste em observar uma parte da população para obter estimativas representativas para um todo. O grupo de unidades amostrais selecionado para as observações e medições constitui a amostra.

Péllico Netto e Brena (1997) afirmam que os métodos de amostragem buscam fazer uma abordagem da população referente a uma única unidade amostral. Para isto existem vários métodos, dentre eles, métodos de Área Fixa, Bitterlich, Strand, Prodan, 3-P.

De acordo com Loetsch e Haller *apud* Péllico Netto e Brena (1997), o objetivo da amostragem é fazer inferências corretas sobre a população, as quais são evidenciadas se a

parte selecionada, que é a população amostral, constitui-se de uma representação verdadeira da população objeto.

O método mais utilizado para inventariar florestas equiâneas e inequiâneas é o que se baseia na alocação de parcelas de área fixa. Este método possui geralmente custo elevado, maior tempo para levantamento das unidades amostrais, devido ao grande número de árvores (Husch *et al*., 1982).

Conforme Péllico Netto e Brena (1997), no método de Área Fixa a seleção dos indivíduos é feita proporcional à área da unidade e, conseqüentemente, à freqüência dos indivíduos que nela ocorrem. Este é o mais antigo e conhecido método de amostragem. As variações da forma e tamanho das unidades amostrais constituem as variáveis fundamentais para avaliação de sua aplicação prática.

A fixação de uma área, para se obter as informações quantitativas e qualitativas dos indivíduos da floresta, continua sendo o método preferido, mesmo com o desenvolvimento recente de outros métodos alternativos. A não exigência de conhecimento especializados para sua implantação no campo e o perfeito controle das informações obtidas parecem ser os maiores argumentos para sua preferência.

Pearce *apud* Péllico Netto e Brena (1997), afirma que não há informações sobre o melhor tamanho para as unidades amostrais, mas observa que as menores representam economia de tempo, enquanto que as maiores proporcionam menor mão-de-obra. Em geral as unidades amostrais estreitas e compridas são melhores que as quadradas, porém muitas vezes, as quadradas se sobrepõem aquelas, e a decisão sobre uma ou outra forma, depende do propósito de estudo.

Em inventários realizados na Europa, constata-se a preferência pelas unidades amostrais circulares, naturalmente porque estas são pequenas e podem ser facilmente controladas, durante sua instalação e medição em campo (Spurr *apud* Péllico Netto e Brena, 1997).

Devido à grande variação de tipologias e espécies que ocorrem nas florestas naturais do país, as unidades retangulares têm sido preferidas. Unidades com até 250 m de comprimento tem permitido detectar a variação de espécies, normalmente ocorrentes em comunidades ou unidades gregárias, dentro das diferentes tipologias.

Péllico Netto e Brena (1997) mostram que no método de Strand o critério probabilístico de seleção dos indivíduos na unidade amostral com proporcionalidade ao diâmetro, para o calculo da área basal e do número de árvores por hectare, é proporcional à altura das árvores, para se obter o volume e número de árvores por hectare.

Sua concepção inovadora se alicerça no fato de que o volume por unidade de área pode ser obtido direto por hectare sem necessitar, para tanto, de se estimar área basal e altura das árvores como variáveis auxiliares.

Seu método para volume usa estimativa por razão, onde a altura das árvores são usadas como a medida de tamanho na amostragem.

Neste método a unidade amostral é constituída por uma linha de comprimento (L), tomada dentro do povoamento, sobre a qual enumera-se todas as árvores do seu lado esquerdo que se qualificam para a amostragem, sendo esta realizada em duas etapas: a) seleção proporcional ao diâmetro (valendo-se da metodologia de Bitterlich para a sua inclusão) – observa-se as árvores situadas à esquerda da linha de comprimento (L), para estimar a área basal e o número de árvores por hectare. Em cada árvore selecionada, mede-se o diâmetro à altura do peito; b) seleção proporcional à altura – seleciona-se as árvores a serem medidas, proporcional a sua altura, para estimar o volume por hectare.

MATERIAL E METODOS

A pesquisa foi realizada na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), localizada no município de São Francisco de Paula, RS, Brasil. Utlilizou-se o talhão 43 de *Pinus elliottii*, com idade aproximada de 10 anos, tendo esta área sofrido um desbaste.

O Inventário Florestal foi realizado utilizando procedimentos de amostragem através do método de Amostragem Aleatória Simples levantando-se 10 unidades amostrais conglomerados em cruz de malta. Segundo Péllico Netto e Brena (1996), esta unidade vem permitindo obter bons resultados práticos e apresenta facilidade operativa em campo, porém outras alternativas carecem ainda de pesquisa mais aprofundadas. Cada subunidade do conglomerado possuía 10 metros de largura por 15,7 metros de comprimento,

totalizando uma área de 157 m^2. A distância do centro do conglomerado ao inicio da subunidade era de 10 metros (Figura 1). No total foram levantadas 40 subunidades.

O trabalho foi realizado utilizando-se dois métodos de amostragem: amostragem de Área Fixa, e Strand.

Após a instalação das subunidades, mediu-se todas as árvores que apresentavam DAP ≥ 5 cm, altura total e a distancia radial das árvores em relação a linha do inicio da unidade amostral.

Após o levantamento, utilizou-se a metodologia de STRAND, o qual levou em conta duas proposições, sendo a primeira relacionada ao DAP, que nos serviu para calcularmos a área basal, utilizando o relascópio de Bitterlich com fator de área basal igual a 2 (K=2), e o segundo selecionou as árvores, para o calculo do volume por ha. Selecionou-se todas os indivíduos cuja distância radial da árvore à linha do inicio da subunidade era igual ou menor que a metade da sua altura total.

As estimativas dos parâmetros populacionais área basal por hectare e volume por hectare utilizados neste trabalho estão no Tabela 1.

TABELA 1 – Estimadores dos parâmetros populacionais para parcelas de Área Fixa e Strand

Parâmetros avaliados	Área Fixa	Strand
Área Basal	$G = (\sum g_i) \cdot F$	$G = \sqrt{K/10} \cdot \sum d_i$
Volume	$\log v = -4{,}0576 + 1{,}7884 \cdot \log d + 0{,}9204 \cdot \log h$ *	$V = f \cdot 1/10 \cdot \sum d_i^{\,2}$

*Fonte: Brasil 1983

onde: G é área basal (m^2/ha) obtida pela medida de todos os diâmetros das árvores ocorrentes na unidade amostral e convertidos em áreas transversais (g_i); F fator de proporcionalidade (A/a = A= área de 1 hectare; a = área da unidade amostral); K fator de área basal (m^2/ha); V é o volume (m^3) que é obtido pela soma dos volumes individuais (v_i); f é o fator de forma do povoamento; d é o diâmetro da árvore; h é a altura da árvore.

Para a comparação entre os dois métodos de amostragem, considerando o parâmetro volume e área basal por hectare, foi realizada uma análise estatística através do programa PRIMER via aplicativo MS–DOS. Dentro deste realizou-se uma comparação de médias pelo teste "t" em nível α de erro de 5%. Para $p > 0{,}05$ não há diferença significativa entre as médias, e se $p \leq 0{,}05$, pelo menos uma diferem entre si pelo teste "t".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as médias dos 10 conglomerados amostrados para as duas amostragens.

TABELA 2 – Médias encontradas para área basal e volume por hectare.

CONGLOMERADO	ÁREA FIXA		STRAND	
	Área Basal	Volume	Área Basal	Volume
1	40,6	315,9	40,1	295,0
2	35,7	278,0	34,6	251,4
3	29,2	316,1	35,4	259,2
4	34,3	273,6	34,7	249,2
5	38,4	294,6	36,0	265,3
6	37,8	294,8	37,0	286,9
7	32,8	255,7	32,4	246,7
8	31,8	249,4	32,9	246,3
9	41,0	322,2	38,2	319,4
10	39,8	319,5	40,8	270,1
MÉDIA	**36,14**	**291,98**	**36,21**	**268,95**

A Tabela 3 apresenta os resultados estatísticos para Área Basal e Volume para os 10 conglomerados amostrados.

TABELA 3 – Estimativa do teste “t” para comparação das médias

Área Basal	**n° repetições**	**média**	**desvio padrão**	**probabilidade (p)**
Área Fixa	10	36,14	3,82	p = 0,968*
Strand	10	36,20	2,68	
Volume	**n° repetições**	**média**	**desvio padrão**	**probabilidade (p)**
Área Fixa	10	291,97	8,7	p = 0,009**
Strand	10	268,94	23,15	

* Não significativo ao nível de significância de 5% (p>0.05)

** Significativo ao nível de significância de 5% (p≤0.05)

Diante dos resultados apresentados na Tabela 3, verifica-se que ao nível de 5% de significância, não existe diferença significativa entre os métodos de Área Fixa e Strand para o parâmetro Área Basal. Já para o parâmetro Volume, verifica-se que ao nível de 5% de significância ocorre uma diferença significativa entre os dois métodos de amostragem estudados.

CONCLUSÃO

A análise dos resultados obtidos permite tecer as seguintes conclusões:

a) Não existe diferença significativa entre os métodos de Área fixa e Strand, ao nível de 5% de significância, para a estimativa da área basal;

b) Já para o volume, existe diferença significativa entre as estimativas obtidas pelos métodos de Área Fixa e Strand, ao nível de 5% de significância.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T, W. **Forest Mensuration**. New York, 3 Ed., John Wiley & Sons. 1982. 402 p.

Péllico Netto, S. Brena, D. A. Obtenção da Densidade de Povoamentos no Método de Amostragem de Strand. **Revista Cerne**. v.2, n.2, p.2-10, 1996.

Péllico Netto, S. Brena, D. A. **Inventario Florestal**. Curitiba, Os Autores. 1997. 316 p.

EVOLUCION DE LA MASA BOSCOSA ESTABLECIDA EN LOS CLAROS DE CORTA EN UN BOSQUE SUBTROPICAL, EN MISIONES ARGENTINA.

GAPS EVOLUTION AFTER HARVESTING SUBTROPICAL FOREST, IN MISIONES, ARGENTINE.

Nardia Maria Luján Bulfe [(1)]
Liliana Elizabeth Rivero [(1)]
Pascual Andrés Nuñez [(1)]
Patricio Miguel Mac Donagh [(2)]
Takeshi Toma [(3)]

1. Ing. Ftal. Becario de Iniciación. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Misiones. Bertoni 124, Eldorado. nardia@facfor.unam.edu.ar
2. M. Sc. Docente Investigador. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Misiones. Bertoni 124, Eldorado. mdonagh@facfor.unam.edu.ar
3. Center For International Forest Research.

SUMMARY

The present work had as objective to evaluate the dynamics inside the gaps and to establish the relationship among the size of the gaps and the damages to the remainder trees. The components of growth of the forest and the coefficient of similarity of Jaccard were determined for the period 1998-2003. The means of the diameter increments and a correlation analysis were determined between the size of the gaps and the dbh of the logged tree, as well as between the damages and the size of the gaps. For a group of 27 gaps a total surface of 4.2 hectares was determined, registering an average of 240 and 216 trees for hectare for the first (1998) and last (2003) mensuration. The Jaccard index was 0.94. For the 27 gaps a mortality of 8.32 m^2 was determined (157 individuals) and a recruitment of 3.27 m^2 (110 individuals). A significant positive correlation was determined in the gaps, among the surface of these and the dbh of the harvested tree (R^2=0.73; p=6^{-9}), as well as between the damaged basal area and the surface of the gaps (R^2=0.32; p=0.001); for this last correlation, considering for harvest treatments, it was obtained: Commercial harvests R^2=0.78 (p=0.00002) and Reduced Impact Logging R^2=0.004 (p=0.84). The planned harvest minimizes the damages to the remainder forest.

Key words: Gaps, dynamics, damages.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como principal objetivo evaluar la dinámica dentro de los claros de corta. Se determinó el crecimiento del bosque y el coeficiente de similitud de Jaccard para el período 1998-2003; las medianas de los Incrementos diamétricos y un análisis de correlación entre tamaño del claro y dap del árbol apeado, así como también entre daños y tamaño del claro. Para un conjunto de 27 claros se determinó una superficie total de 4,2 Hectáreas, registrándose en promedio 240 y 216 árboles/Ha. para 1998-2003 respectivamente. Se halló un índice Jaccard de 0,94. Para los 27 claros se determinó una mortalidad de 8,32 m^2 (157 individuos) y un ingreso de 3,27 m^2 (110 individuos). Se determinó una correlación positiva significativa entre la superficie de claros y el dap del árbol cosechado (R^2=0,73; p=6^{-9}), así como también entre el Area Basal dañada y la superficie del claro (R^2=0,32; p=0,001); para esta última correlación, considerando por tratamientos de cosecha, se obtuvo: Cosecha Comercial R^2=0,78 (p=0,00002) y Mínimo Impacto R^2=0,004 (p=0,84). El aprovechamiento planificado minimiza los daños a la masa remanente.

Palabras Clave: Claros de Corta, dinámica, daños.

INTRODUCCION

Un principio básico en el uso racional de un recurso renovable es el aprovechamiento de su capacidad de producción sin comprometer en el tiempo los procesos que la sustentan (Sabogal, 1997). La luz, el agua, los nutrientes, la temperatura y el oxígeno son los factores que limitan el espacio de crecimiento (Oliver y Larson, 1996 citado por Schaaf, 2001). Es por ello que los claros cobran importancia cuando se estudia la dinámica del bosque, ya que en ellos los factores anteriormente mencionados sufren alteraciones, principalmente la luz, de la cual su cantidad y duración dependen del tamaño del claro. Según Brown (1996) la Radiación Fotosintéticamente Activa no es uniforme dentro del claro, siendo menor en las márgenes que en el centro del mismo. Según Jackson et al. (2002) la apertura y el daño residual se minimizan cuando los claros de corta se concentran en un área. Pereira et al. (2002) establece como componente crítico de la Cosecha de Impacto Reducido para minimizar los daños, la tala dirigida. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la dinámica de las especies dentro de los claros y explorar la posible relación entre el tamaño de los claros de corta y los daños ocasionados a la masa remanente.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio fue desarrollado en el área de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní; dentro de la Reserva de Biosfera Yaboti, en la provincia de Misiones, Argentina. Este predio, propiedad de la Universidad Nacional de Misiones, posee una superficie total de 5.343 hectáreas. La misma se ubica en el departamento Guaraní, municipio El Soberbio, a los 26º57’ de latitud sur y 54º15’ de longitud oeste. El paisaje es serrano con algunas pendientes escarpadas. El clima de la región corresponde según Köeppen al tipo – Cfa-, que es un clima macrotérmico, constantemente húmedo y subtropical; con una precipitación media anual de 1800 mm y una temperatura media anual de 21°C.

De acuerdo a la clasificación hecha por Cabrera y Willink (1980), el área se sitúa en la región fitogeográfica denominada “Provincia Paranaense”.

Mac Donagh et al. (enviado para publicación), hallaron para el mismo ensayo 102 especies de árboles y un promedio de 46 especies por hectárea, siendo las más representadas las Papiloneaceas (14%), Lauráceas (13%), Rutáceas (9%), Meliáceas (8%), Euforbiáceas, Sapindáceas (7%) y Sapotaceas (6%). En promedio cuenta con una densidad de 277 árboles y 46 especies por hectárea y una dominancia de 23,9 m^2 por hectárea (Mac Donagh et al., 2001).

El ensayo tiene una superficie total de 72 hectáreas de las cuales 60 hectáreas tuvieron modalidades de aprovechamiento diferentes: tratamiento de cosecha de impacto reducido (CIR) y tratamiento de cosecha comercial (CC); contando además con 3 parcelas como testigo (PT) (Mac Donagh et al., 2001). Las parcelas poseen 1 Hectárea efectiva de medición, en donde se relevaron todos los ejemplares arbóreos y palmas de más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (dap) antes (1998) y después del aprovechamiento (2000-2001-2002-2003). Los daños ocasionados por la cosecha fueron considerados como: daños leves, graves y muertos.

Los claros de corta se determinaron considerando como centro del mismo la ubicación del árbol apeado. La altura total de éste último definió el radio del claro. Aquellos claros que se superponían, por la cercanía de árboles cosechados, fueron considerados como un solo claro.

Para el análisis de los datos se determinaron los componentes de crecimiento del bosque: Incremento diamétrico, Ingreso y Mortalidad para el período 1998-2003. Se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard (Mateucci y Colma, 1982). Se calcularon las medianas de los Incrementos diamétricos para las especies que contaban con más de tres individuos.

Se realizaron comparaciones entre Incrementos diamétricos de las especies establecidas en los claros con aquellas establecidas fuera de ellos (bajo dosel), utilizando para ello el test no paramétrico Mann Whitney.

Se llevó a cabo un análisis de correlación entre el tamaño del claro y el dap del árbol apeado, así como también entre el nivel de daños y la superficie de los claros. En todos los casos se consideró un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS

Los resultados del presente trabajo están referidos a un total de 27 claros totalizando una superficie de 4,2 hectáreas. En la tabla 1 se puede observar un resumen de los claros por tratamientos de cosecha.

Tabla 1: Características de los gaps en los diferentes tratamientos de cosecha.

Table 1: Characteristic of the harvesting treatments.

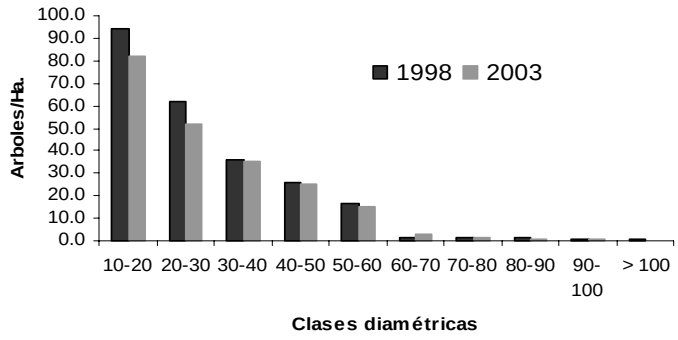
	Tratamiento de cosecha Impacto Reducido (CIR)	**Tratamiento de Cosecha Comercial (CC)**	**ANOVA (p)**
Nº parcelas	8	6	
Nº de árboles apeados (Arb/Ha)	3	4,5	
Nº de claros	13	14	
Sup. total de claros (Ha)	2,16	2,04	
Sup. Prom. por claro (Ha) ± SD	0,17 ± 0,10	0,15 ± 0,13	0,651
AB Prom. apeada (m^2/Ha) ± SD	0,89 ± 0,41	0,83 ± 0,73	0,794
AB Prom. dañada (m^2/Ha) ± SD	0,13 ± 0,18	0,32 ± 0,34	0,080

El gráfico 1 muestra una distribución diamétrica de los individuos presentes en los 27 claros. Se puede observar la distribución en forma de **J** invertida en ambos años de medición.

En la primera medición (1998) se registró un total de 240 árboles/Ha., mientras que en la última (2003) se obtuvo un total de 216 árboles/Ha. Se halló un índice Jaccard de 0,94 con lo cual queda establecido que en ambas mediciones la composición florística se mantuvo prácticamente igual

Gráfico 1: Distribución por clases diamétricas para el total de los claros.

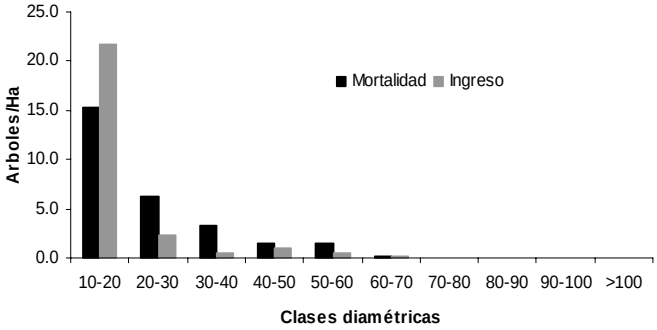
Figure 1: Gap diameter class distribution.



Como se puede observar en el gráfico 1, el número de individuos en la mayoría de las clases diamétricas disminuyó durante el período 1998-2003, no resultando estas diferencias estadísticamente significativas (p= 0,09). Este comportamiento se debe a que la mortalidad **(M=** 5,98m^2**)** fue mayor que el ingreso **(I=** 3,27 m^2**)** en área basal para el total de los claros. Si bien la mortalidad fue mayor, el 73% del área basal de ésta se produjo por muerte natural.

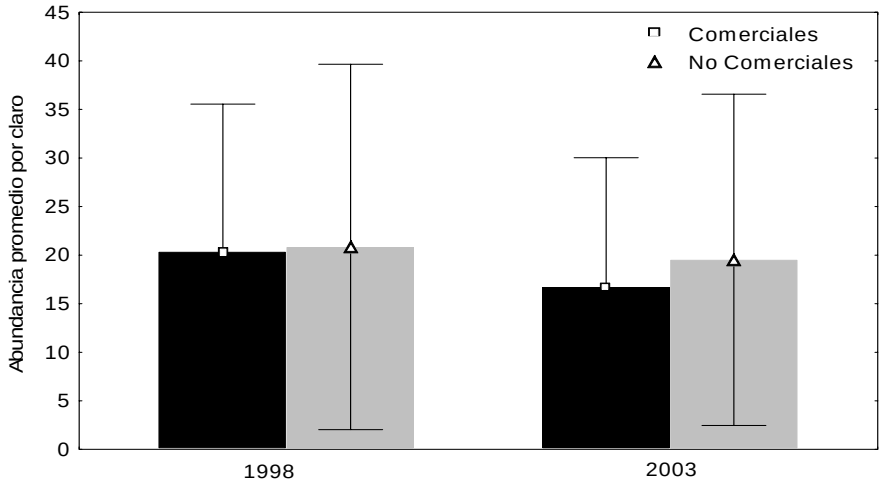
Se puede observar en el gráfico 2 que la mayor área basal en la mortalidad está relacionado a los árboles muertos en las clases diamétricas superiores. Por tal motivo los ingresos no logran recuperar el área basal perdida en la Mortalidad.

Gráfico 2: Ingreso y Mortalidad por clases diamétricas para el total de los claros.
Figure 2: Gap Recruitment and Mortality by diameter classes.



En cuanto a la proporción de especies comerciales, estas disminuyeron en el período de medición, aumentado las especies de escaso o nulo valor comercial (Gráfico 3).

Gráfico 3: Abundancia promedio de especies comerciales y no comerciales por claro.
Figure 3: Gap average abundance of commercial and not commercial species.

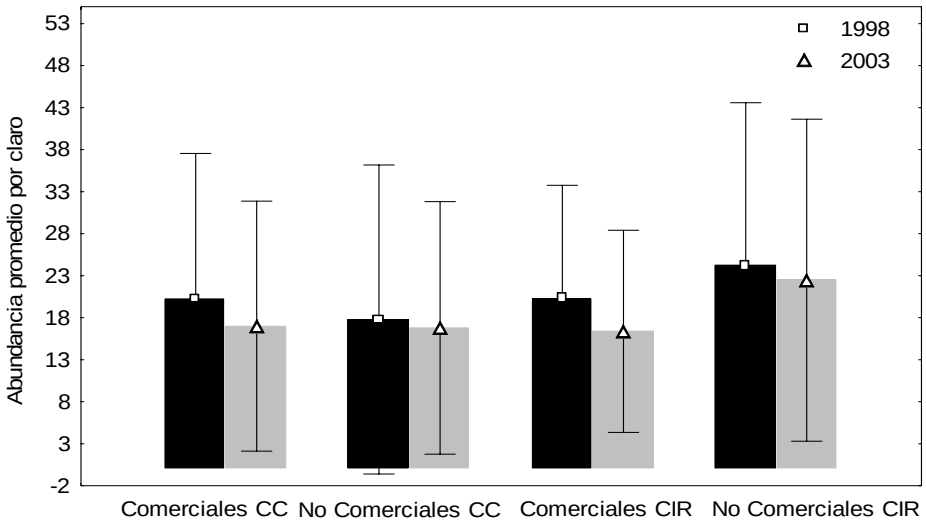


Las especies que mayor abundancia presentaron en los ingresos fueron especies sin valor comercial, no dejando de participar las de valor comercial; mientras que las que mayor abundancia tuvieron en la mortalidad fueron especies de interés comercial.

Según Mac Donagh et al. (2003), para el mismo ensayo, determinaron que la mortalidad de las especies comerciales están relacionadas a los tratamientos de cosecha allí desarrollados.

En el gráfico 4 se observa que la abundancia de especies disminuye en todos los casos durante el período de medición, acentuándose esta diferencia en las especies comerciales siendo la causa de ello la extracción de las especies comerciales durante la explotación.

Gráfico 4: Abundancia promedio de especies comerciales y no comerciales por claro para cada tratamiento de cosecha.
Figure 4: Gap average abundance of commercial and not commercial species by harvesting treatment.



Se observa además que dentro del tratamiento CIR el mayor ingreso está dado por las especies No Comerciales. Haciendo referencia a las especies comerciales, el ingreso de estas tuvo igual comportamiento en ambos tratamientos de cosecha (CC-CIR).

Considerando a las especies en su conjunto se determinó una mediana del incremento diamétrico de 3 mm/año (SD= 4,2 mm/año) siendo éste muy similar al obtenido por Pélissier (1998) para bosques Asiáticos (Mediana = 2,9 mm/año SD= 5,28).

La especie de mayor incremento periódico anual fue *Bastardiopsis densiflora,* la cual alcanzó una mediana de 15,67 mm.

Las especies presentan una gran variabilidad en los datos de crecimiento, pudiendo ser una explicación de ello lo establecido por Brown (1996) en donde las especies tendrán comportamientos diferentes de acuerdo a su ubicación dentro del mismo; así como también dependerá del tamaño inicial del individuo (Pélissier, 1998). En las comparaciones estadísticas de la mediana del incremento diamétrico realizadas por especie entre las establecidas en los claros y fuera de él, se halló una diferencia significativa únicamente para la especie *Trichilia catiguá* (p= 0,007) presentando ésta mayor crecimiento cuando es establecida en el claro de corta (3,48 mm/año respecto a 2,60 mm/año bajo dosel).

El Incremento Bruto y Neto para el total de los claros fue de 1,25 m^2/ha./año y 0,97 m^2/ha./año respectivamente, lo cual representan tasas de crecimientos de 1,6% y 1,2%.

El análisis de correlación entre la superficie del claro resultante de la apertura y el dap del árbol cosechado, mostró una relación positiva significativa, (R^2= 0,74; p = 6^{-9}). Jackson et al (2002), en un bosque tropical, determinaron un R^2= 0,42 (p= 0,01) para una correlación entre la intensidad de extracción y el área resultante de la apertura de la canopia, coincidiendo con lo obtenido en el presente trabajo.

Con respecto a los daños ocasionados dentro de los claros, el Area Basal dañada tuvo una relación positiva significativa con respeto a la superficie del claro (R^2= 0,32; p= 0,001).

En este ensayo los daños difieren de acuerdo al tratamiento de cosecha realizado (Mac Donagh et al., 2003), por lo cual es conveniente estudiarlos por separado ya que el tratamiento de CC solaparía lo que ocurre en el tratamiento de CIR.

De esta manera, las correlaciones por tratamientos muestran los siguientes resultados: para CC R^2 = 0,78 (p= 0,00002); mientras que para CIR R^2 0,004 (p= 0,84). Pereira et al. (2002) determinaron para CC un R^2= 0,65 (p< 0,001) y para CIR un R^2= 0,48 (p< 0,001) en la

correlación entre el daño ocasionado a la masa remanente y el volumen cosechado para cada uno de los tratamientos en un bosque de Brasil.

El comportamiento de este último se debe a que en la mayoría de los claros establecidos bajo el tratamiento de CIR no presentaron daños y para el caso de los claros que si presentaron daños, el AB dañada fue menor al del tratamiento de Cosecha Comercial lográndose una reducción del 41% de los daños.

CONCLUSION

Luego de la intervención la composición florística se mantuvo prácticamente igual, encontrándose los claros en una etapa de recuperación.

Los claros creados dentro del tratamiento de cosecha de impacto reducido favorecieron al reclutamiento de las especies.

Las pautas establecidas en un aprovechamiento de cosecha de impacto reducido minimizan los daños a la masa remanente.

BIBLIOGRAFIA

BROWN N. 1996. A gradient of seedling growth from the centre of a tropical rain forest Canopy gap. Forest Ecology and Management 82. Pp. 239-244.

CABRERA A. L. y Willink A. 1980. Biogeografía de América Latina. Monografía Nº 13. OEA. Washington, DC. Pp. 117.

JACKSON S., Fredericksen T., Malcolm J. 2002. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. Forest Ecology and Management 166 Pp. 271-283.

MAC DONAGH P., Garibaldi J., Alvez M., Cortéz P., Rivero L., Gauto O., López Cristóbal L., Vera N., Fernández R. 2001. Evaluación del Impacto de la Explotación Forestal en Misiones, Argentina: Estructura y Regeneración. V Congreso Latinoamericano de Ecología. Jujuy 15-19 de octubre. En CD.

MAC DONAGH P., Garibaldi J., Rivero L., Snook L., Toma T. A comparison between conventional and reduced impact timber harvesting on damage, mortality and recruitment of a neotropical forest. Enviado para publicación a Forest Ecology Management.

MATEUCCI S., Colma A. 1982. Metodología para el análisis de la vegetación. Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda. Coro, Estado Falcón. Venezuela. Pp. 169.

PERIRA R., Zwlede J., Asner G., Keller M. 2002. Forest canopy damage and recovery in reduce impact and convencional selective logging in eastern para, Brazil. Forest Ecology and Management 168 Pp. 77-89.

SABOGAL C. 1997. Planes de Manejo Forestal y Necesidades de Información para el Manejo Operacional. Memoria del Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical. Santa cruz de la Sierra, Bolivia. Pp. 135-147.

SCHAAF L. 2001. Florística, Estructura e Dinámica no Período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista Localizada no sul do Paraná. Universidad Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. Tesis de Maestría.

PORCENTAJES DE COPA REMANENTES EN *Pinus taeda* L. ESTABLECIDOS CON DIÁMETROS LIMITES DE PODA.

CROWN PERCENT REMAINDER IN *Pinus taeda* L. ESTABLISHED WITH DIAMETER OF PRUNE LIMITS

Rubén A. Costas [1]
Martín A. Vargas [2]
Rafaela A. Morales [2]
Daniel A. Muñoz [3]
Silvia M. Korth [4]
Santiago Figueredo [5]

1- Ingeniero Forestal. Profesor Adjunto de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar
2- Estudiantes de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: martinvargas10@yahoo.com.ar --- rafaelamorales12@yahoo.com.ar
3- Ingeniero Forestal. Jefe Area Forestal. Toll Maderas S.R.L. Av. Fundador Oeste S/N. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: danimunoz@latinmail.com
4- Ingeniero Forestal. Becaria de Iniciación en la investigación. F.C.F. - U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: silviakorth@hotmail.com
5- Ingeniero Forestal. Jefe de Trabajos Prácticos Matemática I. F.C.F. - U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: santiago@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

One of the criterions most used for applied prune in commercial stands of *Pinus taeda* consists of defining remnant crown percentage (%CVR) according to the yield objectives. In the field, the person that performs the work has to estimate the proportion or percentage of the remnant crown from a position that not always allows a good vision due to his proximity to the tree.

A method to control the percentage of remnant top by means of measurements of diameter of prune limit (DPL) in a plantation of 3 years of age, with an average diameter at breast height (DAP) of 7,80 cm and a dominant height of 5,13 m., was tested. The DPL established in a trial were: 6,8,10 and 12 cm. From which average percentages of top green remnants of 55,44, 65,80, 78,37 and 89,45% were respectively obtained for each one of the applied treatments.

Predictive mathematical models of the %CVR were also adjusted using DPL and DAP as independent variables. With the lineal models that had both regressors variables, an adjusted coefficient of determination of 80,10% was obtained. Using only DPL, the same coefficient was of 71,85%.

Key words: *Pinus taeda.* Prune. Grown percent remaninder. Diameter of prune limit.

RESUMEN

Uno de los criterios más difundidos para realizar podas en plantaciones comerciales de *Pinus taeda* L., consiste en definir porcentajes de copa remanente (%CVR) de acuerdo a los objetivos de la producción. Operativamente, la persona que realiza el trabajo debe estimar la proporción o porcentaje de copa remanente desde una posición que no siempre le permite una buena visualización debido a su proximidad al árbol.

Se probó un método para controlar el porcentaje de copa remanente por medio de medidas de diámetro limite de poda (DLP) en una plantación de 3 años de edad, con diámetro

a la altura del pecho (DAP) medio de 7,80 cm y una altura dominante de 5,13m. Los DLP establecidos en un ensayo fueron 6, 8, 10 y 12 cm, de los cuales se obtuvieron porcentajes de copa verde remanentes promedios de 55,44, 65,80, 78,37 y 89,45% respectivamente para cada uno de los tratamientos aplicados.

Además se ajustaron modelos matemáticos predictores del %CVR utilizando como variables independientes al DLP y al DAP. Con el modelo lineal que tuvo ambas variables regresoras se obtuvo un coeficiente de determinación ajustado de 80,10%. Utilizando únicamente al DLP, ese mismo coeficiente fue de 71,85%.

Palabras clave: *Pinus taeda.* Poda. Porcentaje de copa remanente. Diámetro límite de poda.

INTRODUCCION

La definición de altura de poda puede ser realizada basada en diferentes criterios. Uno de los más utilizados en plantaciones comerciales de *P. taeda* en la provincia de Misiones, Argentina, y en otras regiones forestales es definir un largo de copa remanente relativo o porcentaje de copa verde remanente (%CVR) de acuerdo a los objetivos de producción, que permite homogeneizar las tasas de crecimiento entre árboles de diferentes posiciones sociológicas (SEITZ, 1995). Operativamente, la persona que realiza el trabajo debe estimar la proporción o porcentaje de copa remanente desde una posición que no siempre le permite una buena visualización debido a su proximidad al árbol, con lo cual se corre el riesgo de no cumplir con las metas de podas previstas para cada levante.

Los objetivos de este trabajo fueron probar si es posible controlar el porcentaje de copa remanente por medio de medidas de diámetro limite de poda (DLP) en una plantación de *P. taeda* de 3 años de edad y obtener modelos predictivos del %CVR utilizando al diámetro a la altura de pecho (DAP) y al DLP como variables regresoras.

MATERIALES Y METODOS

Se instaló un ensayo factorial en una plantación de *P. taeda* propiedad de la empresa Toll Maderas S.R.L., ubicado en el municipio de Eldorado, Misiones, Argentina, con el objetivo de evaluar los efectos individuales y combinados de la densidad y las podas sobre la producción de la masa. El suelo es homogéneo en todo el ensayo y corresponde a un Kandiudult típico, (Soil Taxonomy, 1991). El material es homogéneo respecto de la procedencia genética, sitio y tratamientos culturales realizados hasta el establecimiento de la plantación. A los tres años de edad, al ser aplicados los tratamientos mostrados en la Tabla 1, los árboles del ensayo tenían un diámetro a la altura del pecho medio de 7,80 cm y una altura dominante promedio de 5,13m. Cada combinación tuvo cuatro repeticiones aplicadas en dos bloques completos al azar.

Tabla 1: Tratamientos de densidad y poda aplicados en el ensayo.
Table 1: Treatments of density and prune applied.

DENS (N/ha)	DIAMETRO LIMITE DE PODA (cm)
400	6
	8
	10
	12
700	6
	8

	10
	12
1000	6
	8
	10
	12

Los tratamientos de poda fueron definidos por los diámetros límites de poda (DLP), que fueron medidas adoptadas para que el operario pode el fuste de cada árbol hasta un diámetro aproximadamente igual a cada DLP aplicado en la unidad experimental correspondiente. De este modo, las alturas de poda resultaron variables, siendo mayores en los árboles más grandes y viceversa. Para efectuar las podas previstas en cada unidad experimental, se les proveyó a los podadores medidas de madera en forma de U similares a las utilizadas en la marcación de raleos, con anchos interiores iguales al correspondiente DLP. Esas medidas se ubicaban sobre el tallo en una altura donde el diámetro del mismo fuera levemente inferior a la medida para evitar forzarla y se podó desde esa altura hacia abajo todas las ramas que tuviera el árbol.

Luego de la aplicación de los tratamientos a una edad de plantación de tres años, se midieron los DAP, altura total y altura de base de copa de todos los árboles del ensayo. Con estos datos se calculó el %CVR, dado por el cociente entre la longitud de copa remanente y la altura total del árbol, expresado en porcentaje. Se generó una base de datos, se calcularon los promedios, desvíos estándar y coeficientes de variación de %CVR producidos con cada tratamiento. Además se ajustaron los modelos lineales predictivos del %CVR mostrados en la Tabla 2, utilizando al DAP, al DLP y a la altura total como variables regresoras. En todos los ajustes se obtuvieron las estimaciones de cada coeficiente de regresión, los resultados de la prueba t para cada uno de ellos, los coeficientes de determinación ajustados y los errores estándar de estimación.

Tabla 2: Modelos predictivos del %CVR ajustados.
Table 2: Adjusted predictive models of %CVR.

Nº	Modelos ajustados
1	$\%CVR = b_0 + b_1\ DLP$
2	$\%CVR = b_0 + b_1\ DLP + b_2\ DAP$
3	$\%CVR = b_0 + b_1\ DLP + b_2\ DLP^2$
4	$\%CVR = b_0 + b_1\ DLP + b_2\ DAP + b_3\ H + b_4\ DAP * DLP$
5	$\%CVR = b_0 + b_1\ DLP + b_2\ DAP + b_3\ H + b_4\ DLP^2 + b_5\ DAP * DLP$
6	$\%CVR = b_0 + b_1\ HD + b_2\ DAP + b_3\ H + b_4\ DAP^2 + b_5\ DLP^2 + b_6\ DAP * DLP$

Donde: %CVR= Porcentaje de copa viva remanente; b_0; b_1...= coeficientes de regresión; DLP = diámetro límite de poda; DAP = diámetro a la altura de pecho y H = altura total.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comparación de tratamientos

En la Tabla 3 se muestran los promedios y desviaciones estándar de %CVR producidos con cada tratamiento aplicado, resultando que con mayores DLP se dieron los valores más grandes de %CVR, con diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos, probadas con la prueba de Tukey con un nivel de significación de 0,001. No resultaron significativas las diferencias debido a los tratamientos de densidad ni la interacción entre las densidades y los tratamientos de poda.

Tabla 3: %CVR promedios y desviaciones estándar producidos con cada tratamiento de poda.
Table 3: Average and standard deviation of %CVR in each prune treatment.

DLP	%CVR medios (*)	Desv. est. %CVR
12	89.45 [a]	1.56
10	78.37 [b]	3.68
8	65.80 [c]	2.06
6	55.44 [d]	3.27

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,001.

Modelos predictivos del %CVR

En la Tabla 4 se muestran las ecuaciones obtenidas, además de los estadísticos indicadores de la calidad de ajuste de cada modelo. Las funciones 4, 5 y 6, con el DLP, el DAP y la altura del árbol como variables regresoras, tuvieron un ajuste levemente superior que la función 2, que no requiere de la altura para predecir el %CVR. Los modelos 1 y 3, con el DLP como única variable independiente, presentaron los ajustes de menor calidad entre las ecuaciones evaluadas. Al efectuarse la prueba t para cada coeficiente de dichas ecuaciones con un nivel de significación del 5%, resultó que todos resultaron estadísticamente significativos, excepto los asociados al DLP^2 de los modelos 3 y 5 y al DAP^2 del modelo 6. En todas las funciones resultó que los coeficientes asociados al DLP fueron significativamente distintos de cero, con lo cual se puede inferir que dicha variable tuvo contribución importante en la predicción del %CVR. En la Tabla 5 se muestran los %CVR predichos por la función 2, seleccionada por su calidad de ajuste, por tener todos sus términos significativos y por ser de aplicación sencilla.

Tabla 4: Ecuaciones predictoras del %CVR obtenidas.
Table 4: Obtained Predictive models of %CVR.

Nº	Modelos ajustados	R^2 Aj.	S_{XY}
1	%CVR = 21,4879 + 5,6651 DLP	71,85	7,939
2	%CVR = 45,4997 + 5,8421 DLP - 3,2947 DAP	80,10	6,673
3	%CVR = 26,0348 + 4,5880 DLP + 0,0598 DLP^2	71,84	7,941
4	%CVR = 49,7060 + 4,5711 DLP - 6,1300 DAP + 4,0443 H + 0,1749 DAP * DLP	81,34	6,463
5	%CVR = 42,5748 + 6,4350 DLP - 6,2840 DAP + 4,0609 H - 0,1081 DLP^2 + 0,1860 DAP * DLP	81,39	6,452
6	%CVR = 48,3796 + 6,5448 HD - 8,0551 DAP + 4,1935 H + 0,1118 DAP^2 - 0,1152 DLP^2 + 0,1872 DAP * DLP	81,41	6,449

Tabla 5: %CVR predichas por la función 2.
Table 5: Predict %CVR from function 2.

DLP (cm)	DAP (cm)				
	4	6	8	10	12
6	67,37	60,78	54,19	47,61	41,02
7	73,22	66,63	60,04	53,45	46,86
8		72,47	65,88	59,29	52,70
9			71,72	65,13	58,54
10			77,56	70,97	64,38
11				76,82	70,23
12				82,66	76,07

CONCLUSIÓN

Con el material experimental disponible en este ensayo, la realización de las podas utilizando los diámetros límites de poda resultó ser apropiada para controlar el porcentaje de copa verde remanente, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Es un método que no requiere de una capacitación específica para definir la altura de poda y con el cual se evita estimar visualmente el porcentaje de copa remanente desde una posición desfavorable debido a la proximidad del operario al árbol.

A través de los modelos obtenidos, es posible predecir de manera confiable el porcentaje de copa remanente que se tendrá para determinados diámetros límites de poda y diámetros a la altura de pecho.

AGRADECIMIENTOS

A los los estudiantes de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales Marisa Becker, Iván Khalstorf y Mauricio Alves do Porto, por su participación ad honorem en el registro de datos.

A la empresa Toll Maderas S.R.L., por su predisposición para apoyar la implementación del ensayo, facilitando el lote para la instalación y solventando los gastos operativos de aplicación de tratamientos y de registro de datos.

A la profesora de Inglés de la Facultad de Ciencias Forestales Silvia Martínez, por su colaboración en la corrección del summary del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

SEITZ, R. A. 1995. Manual da Poda de Espécies Arbóreas Florestais. FUPEF. Curitiba, Brasil 88pp.

Soil Taxonomy. 1991. Keys to Soil Taxonomy. Soil survey staff. AID. USDA. 754pp.

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD Y LAS PODAS SOBRE LA FORMA DE FUSTES DE *Pinus taeda* L. A LOS OCHO AÑOS DE EDAD.

STAND DENSITY AND PRUNE EFFECTS OVER STEM FORM OF *Pinus taeda* L. AT EIGHT YEAR OLD.

Rubén A. Costas [1]
Silvia M. Korth [2]
Santiago Figueredo [3]
Patricio M. Mac Donagh [4]
Claudio A. Gómez [5]
Juan C. Heck [6]
Iván N. Khalstorf [6]
Lucía R. Winck [6]
Omar Martínez [6]

1- Ingeniero Forestal. Profesor Adjunto de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar
2- Ingeniero Forestal. Becaria de Iniciación en la investigación. F.C.F. - U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: silviakorth@hotmail.com
3- Ingeniero Forestal. Jefe de Trabajos Prácticos de Matemática I. F.C.F. - U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: santiago@facfor.unam.edu.ar
4- Ingeniero Forestal. Profesor Adjunto de Explotación Forestal. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: mdonagh@facfor.unam.edu.ar
5- Estudiante de Ingeniería Forestal y Becario auxiliar de investigación. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: gomezcl@yahoo.com.ar
6- Estudiante de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones.

SUMMARY

The effects of stand density, prune height, number of prunes, and their interactions were eveluated in a experience that combine three stand density levels and 12 prune treatments in a Pinus taeda plantation of 8 years old. The stand density were 400, 700 and 1000 trees by hectare. The prune treatments were factor combinations that gives final heights of 3.3; 4.4; 5.5; and 6.6 m, obtained with 2, 3 and 4 prune levels. The analyzed expressions were Common Form Factor (FFC), Girard Form Coeficient (CFG), and a venner coeficient (CFL). The results shows that the cone expression was lower in the high density treatment when compared with the low density treatment. It were not influence of the prune treatment over the cone form. So it can be argue that at the 8 years old plantion, the prune treatment do not affected. Statistically the stand density and the prune treatments were independent when those form coeficient were employed.

Key words: *Pinus taeda.* Taper. Form factors and Quotients. Density. Prune.

RESUMEN

En un ensayo con 3 niveles de densidad y 12 tratamientos de poda, se evaluaron los efectos de la densidad, la altura de poda, el número de levantes de poda y la interacción entre la densidad y las podas sobre la forma de los fustes de *Pinus taeda* L a los 8 años

de edad. Los niveles de densidad aplicados fueron 400, 700 y 1000 árboles por hectárea. Los tratamientos de poda realizados fueron combinaciones factoriales de alturas finales de 3,3; 4,4; 5,5 y 6,6 m, conseguidas con 2, 3 y 4 levantes de poda. Las expresiones de la forma evaluadas fueron el factor de forma común (FFC), el coeficiente de forma de Girard (CFG) y un cociente de forma de sección basal laminable (CFL). La conicidad evaluada con esas expresiones producida con el tratamiento con mayor densidad fue estadísticamente menor que en los tratamientos con menor densidad. No se observaron influencias significativas de los tratamientos de poda sobre la conicidad, infiriéndose que a la edad de plantación de 8 años no se mostró afectada por las diferentes podas realizadas. Se encontró independencia estadística entre la densidad y los tratamientos de poda en las tres expresiones de conicidad fustal evaluadas.

Palabras clave: *Pinus taeda.* Conicidad. Factores y cocientes de forma. Densidad. Podas.

INTRODUCCIÓN

La forma de los fustes de coníferas suele ser indicada a través de factores y cocientes de forma. Los primeros relacionan el volumen del fuste con los de un sólido de revolución, usualmente el cilindro, con diámetro igual al producido en alguna altura de referencia (AVERY & BURKHART, 1994). Los cocientes de forma son razones entre un diámetro superior del fuste y un diámetro de referencia, que normalmente es el DAP (PRODAN et al., 1997), que indican la conicidad o disminución del diámetro desde la base hasta una altura determinada.

Para algunas especies, los cocientes de forma de árboles en masas con altas densidades suelen ser mayores que los producidos en árboles con longitudes de copa viva relativamente grandes, propias de los árboles aislados o en masas con densidades bajas (AVERY & BURKHART, 1994).

Utilizando datos de un ensayo de *P. taeda* de siete años de edad, COSTAS et al. (2004) al evaluar los efectos de la densidad y las podas sobre el cociente de forma de Girard modificado, encontraron que los mayores valores se produjeron con las densidades mayores, y que los efectos de las podas y de la interacción entre éstas y la densidad no fueron estadísticamente significativos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos individuales y combinados de la densidad y de las podas realizadas sobre el factor de forma común, el cociente de forma de Girard y un cociente de forma de una troza laminable calculados en un ensayo de *P. taeda* que alcanzó los ocho años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos analizados en este trabajo fueron obtenidos de un ensayo instalado en una masa regular de *P. taeda* Origen Marion, propiedad del Ing. Pedro Irschick, implantada en 1996 en la localidad de Garuhapé-mí, Dto. Gral. Libertador Gral. San Martín, Misiones con el objeto de determinar los efectos de la densidad y poda sobre la producción de la masa.

La superficie total del ensayo es de 19.080 m^2. La pendiente promedio del lote es de 3%. El suelo es homogéneo en todo el ensayo y corresponde a un Kandiudult típico, Soil Taxonomy, (1991). El material es homogéneo respecto de la procedencia genética, sitio y tratamientos culturales realizados hasta los 3 años de edad. La densidad de cada tercera parte del ensayo fue controlada desde los 3 años hasta llegar a los 6 años de edad a los valores mostrados en la Tabla 1. En cada bloque con densidad homogénea, fueron

aplicados al azar los 12 tratamientos de poda. Las 36 combinaciones de densidad y poda tuvieron dos repeticiones para cada una. Se adoptó el criterio de altura de poda fija a todos los árboles de cada unidad experimental (SEITZ, 1995).

TABLA 1: Estructura de Tratamientos de densidad y de poda.
TABLE 1: Stand density and prune treatments.

Densidad 6 (arboles/ha)	Levantes de poda	Altura poda año 4 (m)	Altura poda año 5 (m)	Altura poda año 6 (m)	Tratamiento poda
D1=400 D2=700 D3=1000	2	3,30	3,30	3,30	1
	3	2,60	3,30	3,30	2
	4	2,37	2,83	3,30	3
	2	4,40	4,40	4,40	4
	3	3,15	4,40	4,40	5
	4	2,73	3,56	4,40	6
	2	1,80	5,50	5,50	7
	3	3,70	3,70	5,50	8
	4	3,10	4,30	5,50	9
	2	1,80	6,60	6,60	10
	3	4,25	4,25	6,60	11
	4	3,47	5,03	6,60	12

En cada parcela a los 8 años de edad se midieron DAP, altura total, diámetros del fuste a 0,25, 2, 4 y 5,27 m desde el suelo en cuatro árboles por parcela: el de mayor DAP, el de menor DAP y los 2 árboles con DAP más próximos al valor mediano. Se aplicó la fórmula de Smalian para calcular el volumen con corteza por el método seccional, hasta la altura de 5,27m. El volumen del fuste desde esa altura hasta el ápice fue calculado con la fórmula del paraboloide. Luego se sumaron los volúmenes parciales para obtener una estimación del volumen real del fuste. Ese valor fue dividido por el volumen del cilindro con diámetro igual al DAP, para obtener el factor de forma común. Del cociente entre el diámetro a los 5,27 m y el DAP se obtuvieron los cocientes de forma de Girard. Con el cociente entre el diámetro registrado a los 4 m y el DAP se obtuvo un cociente de forma de una troza basal laminable. Considerando una altura de tocón de 0,20 m, 4 m de altura desde el suelo resulta una dimensión intermedia para producir 2 trozas de 1,8 m o una troza de 2,25 y otra de 1,8 m de longitud, medidas que se están utilizando en la comercialización de trozas laminables en la región.

El análisis estadístico fue realizado a través de análisis de variancia de un ensayo factorial de un modelo lineal de efectos fijos, evaluando simultáneamente los efectos de la densidad, de las podas y de la interacción entre dichos factores. Además se realizaron pruebas de comparaciones de pares de medias utilizando la prueba de Tukey. En todos los tests se consideró un nivel de significación del 5 % para indicar diferencias estadísticamente significativas entre las medias involucradas en cada prueba.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación del factor de forma común.

En la Tabla 2 se muestran los factores de forma común medios (FFC) producidos en cada nivel de densidad. La prueba de Tukey indicó que en la mayor densidad se

obtuvo un FFC significativamente mayor que en las otras dos densidades, que resultaron estadísticamente homogéneas entre sí. No fueron significativas las deferencias entre los distintos tratamientos de poda, ni la interacción entre la densidad y las podas.

TABLA 2: Promedios de FFC en cada nivel de densidad y resultados de la prueba de Tukey.

TABLE 2: Average of FFC in each density and results of Tukey test.

DENS (Arb./ha)	FFC (*)
1000	0.565 [a]
700	0.553 [b]
400	0.548 [b]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,05.

Evaluación del cociente de forma de Girard modificado

En la Tabla 3 se muestran los cocientes de forma de Girard modificados (CFG) producidos en cada nivel de densidad. Los resultados de la prueba de Tukey fueron similares a los obtenidos respecto del factor de forma común. Los resultados fueron coincidentes con lo expresado por AVERY & BURKHART (1994) y con lo encontrado por COSTAS et al. (2004), con la diferencia que al cabo de un año de crecimiento el coeficiente aumentó 6% en promedio, indicando una disminución de la conicidad.

TABLA 3: Promedios de CFG en cada nivel de densidad y resultados de la prueba de Tukey.

TABLE 3: Average of CFG in each density and results of Tukey test.

DENS (Arb./ha)	CFG (*)
1000	0.828 [a]
400	0.806 [b]
700	0.799 [b]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,05.

Evaluación del cociente de forma de troza basal laminable.

En la Tabla 4 se muestran los factores de cocientes de forma de troza basal laminable (CFL) producidos en cada nivel de densidad. Los resultados de la prueba de Tukey fueron similares a los obtenidos respecto del factor de forma común y al cociente de forma de Girard.

TABLA 4: Promedios de CFL en cada nivel de densidad y resultados de la prueba de Tukey.

TABLE 4: Average of CFL in each density and results of Tukey test.

DENS	CFL (*)
1000	0.89 [a]
400	0.87 [b]
700	0.86 [b]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,05.

CONCLUSIÓN

La conicidad en *P. taeda* evaluada a los ocho años de edad se mostró afectada por la densidad, de manera que en la mayor densidad se produjeron fustes o secciones basales del mismo con menor conicidad. Las podas realizadas con distintos tratamientos no la

afectaron y se encontró independencia estadística entre la densidad y las podas en las tres expresiones de conicidad fustal evaluadas.

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Pedro Irschick, por su predisposición para apoyar la implementación del ensayo, facilitando el lote para la instalación y solventando los gastos operativos de aplicación de tratamientos y de registro de datos desde el inicio del ensayo.

BIBLIOGRAFIA

AVERY, T. E. & H. BURKHART. 1994 Forest measurements. Fourth Edition. New York McGraw-Hill. 408pp.

COSTAS, R., MAC DONAGH, P., WEBER, E., FIGUEREDO, S. e IRSCHICK, P. 2004. Influencia de la Densidad y las podas sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 7 años de edad. Enviado para publicar en Revista Ciencia Florestal, Universidad Federal de Santa María. RS. Brasil.

PRODAN M., PETERS, R., COX, F y REAL, P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ/GTZ. San José de Costa Rica. 561pp.

SEITZ, R. A. 1995. Manual da Poda de Espécies Arbóreas Florestais. FUPEF. Curitiba, Brasil 88pp.

Soil Taxonomy. 1991. Keys to Soil Taxonomy. Soil survey staff. AID. USDA. 754pp.

EFECTOS DE LA INTENSIDAD DEL 1º RALEO EN *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis* SOBRE EL INCREMENTO Y LA PRODUCCIÓN EN EL NOROESTE DE MISIONES, ARGENTINA

EFFECTS OF INTENSITY OF 1º THINNING IN *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis* ON THE GROWTH AND THE PRODUCTION IN THE NORTHWESTERN MISIONES PROVINCE, ARGENTINA

E. Crechi[1]; F. Moscovich[1]; R. Friedl[2]; H. Fassola[1]; J. Fahler[3]

[1] Técnicos. Area Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar
[2] Ing. Ftal. Msc. Jefe de Area Planeamiento Forestal. Alto Paraná S.A.
[3] Ing. Agr. Msc. Forestal. Gerente Forestal LIPSIA S.A

RESUMEN

Con el objetivo de analizar el efecto de diferentes modalidades de raleo en plantaciones *Pinus elliottii var. elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, se instaló un ensayo bajo un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Los tratamientos están compuestos por 2 testigos y combinaciones de 2 niveles de intensidad y 3 niveles de oportunidad. Las intensidades fueron definidas a través del área basal del tratamiento testigo, es decir, sin raleo utilizándose raleos del 25 y 50 % del área basal del testigo. Con respecto a las oportunidades o frecuencia de intervención, fueron definidas a cada 2, 4 y 6 años. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de crecimiento al 7mo año, como producto del primer raleo realizado al 5to año. Se observaron diferencias significativas sobre el incremento y la producción total. Mientras que el incremento total en área basal y en volumen fue proporcional a la densidad, el incremento relativo porcentual de estas variables resultó inversamente proporcional a la densidad.

Palabras claves: *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis*, raleo, intensidad, crecimiento y producción.

ABSTRACT

Focusing on effects of different thinning modalities in *Pinus elliottii var. elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis* plantations, a trial has been established. It was installed under randomized complete block design whit three replicates. The treatments were compounded by combinations of 2 intensity levels and 3 opportunity levels and two controls. The intensities were defined by basal area of one control. About the opportunity or frequency of thinning, they were defined by 2, 4 and 6 years. The objective of this paper is to present preliminary results at 7th year of growth as product of the first thinning, which has practiced at 5th year. Significant differences were observed in growth and total production. While the total increment in area basal and volume was proportional to plantation density, the percentage relative increment of these variables was in inverse proportion to plantation density.

Keys word: *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis*, thinning, intensity, growth and production.

INTRODUCCION

La poda y el raleo son las prácticas silvícolas que, oportuna y adecuadamente realizadas condicionan en gran medida la calidad y cantidad de los productos a obtener de un rodal.

Pequeñas remociones de volúmenes (bajas intensidades de raleo), crean tal vez la situación ideal, para mantener el incremento al máximo, pero se deben aplicar por lo menos una vez al año y esto obviamente no es conveniente desde el punto de vista práctico y por ser costoso. Por otro lado remociones volumétricas grandes (altas intensidades de raleo), tal vez sean la solución más económica en términos de reducción del número de intervenciones, para alcanzar una densidad final, pero como hay un límite en la respuesta de los árboles al mayor espacio de crecimiento, habrá una inevitable pérdida de volumen. Entre ambas situaciones extremas, debe estar el volumen óptimo que debe ser extraído en cada raleo.

El área basal de un bosque es universalmente conocido como un índice fácilmente medible de la densidad.

Los experimentos en los cuales fue usada el área basal, mostraron que existe un área basal óptima para cada período durante las edades juveniles y medias que produce el máximo incremento en este parámetro.

Es importante para la futura producción de rollos o trozas de gran diámetro, lograr este incremento se distribuya sobre un número mínimo de árboles, sin reducir el número de estos por hectárea al punto de que los árboles remanentes no puedan en un tiempo razonable sacar ventaja del espacio de crecimiento, perdiendo así un volumen potencial.

El objetivo general del presente trabajo es: presentar los resultados de crecimiento al 7º año de plantación, como consecuencia del 1º raleo realizado al 5º año.

Los objetivos particulares son: a) determinar los crecimientos obtenidos a partir de parcelas que son intervenidas con distintas intensidades y oportunidades; b) determinar el nivel de densidad óptima en el cual se obtiene el mayor crecimiento para cada edad; y c) evaluar y comparar silvícola, económica y tecnológicamente, los distintos regímenes de raleos.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se encuentra localizado en Campo Casualidad, propiedad de la empresa LIPSIA, en Puerto Esperanza, Departamento Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina.

Se encuentra instalado sobre suelo “kandiudult”, según el SOIL SURVEY STAFF (1975 y 1987), caracterizado por un desarrollo de suelo mayor de 2 metros, secuencia de horizontes A-Bt-C, rojo, libre de cascajos y fragmentos gruesos, permeabilidad moderada, bien drenado, relativamente insaturado. De acuerdo con Mancini (1964), pertenece a la Unidad Cartográfica 9.

Según Golfari (1965), el área corresponde a la región climática 5. Tal descripción indica clima subtropical o montano bajo, subhúmedo, húmedo o perhúmedo, con régimen uniforme.

El ensayo, realizado para evaluar el efecto de la intensidad y oportunidad de los raleos, fue instalado en 2001, en una plantación de *Pinus elliottii* var. *elliottii x Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de 5 años de edad, con una densidad de plantación de 1736 pl/ha (2,4 m x 2,4 m). El tamaño de las parcelas netas es de 864 m², con borduras perimetrales cuádruples, internas entre parcelas dobles y entre bloques triples, ocupando una superficie total de 5 has. El diseño empleado responde a bloques completos al azar, con 3 repeticiones. En lo que respecta a la intensidad y oportunidad, los tratamientos aplicados fueron:

INTENSIDAD DE RALEO	
Tratamientos	Intensidad Aplicada
T0	0% sin raleo (área basal máxima)
T1	66% de T0 (del valor determinado previamente
T2	33% de T0, de modo que se mantengan condiciones de crecimiento libre

OPORTUNIDAD DE RALEO		
Tratamiento	Intervalos (años)	Observación
F1	2	Tal vez ideal, pero antieconómico
F2	4	Intermedio (similar al actualmente usado)
F3	6	Económicamente preferible pero tal vez impracticable para las condiciones locales de rápido crecimiento

A los 5 y 7 años de edad, se midieron los dap (diámetro altura pecho, 1,30 m) de todos los árboles vivos de las parcelas y la altura total correspondiente a una muestra de 10 árboles por parcela. Al 5º año, el tipo de raleo fue por lo bajo, con el siguiente orden de extracción: árboles muertos y moribundos, árboles dominados, árboles sub-dominantes competitivos, árboles co-dominantes defectuosos (bifurcados y quebrados) y en las parcelas más intensamente raleadas se extrajeron también algunos co-dominantes competitivos y algunos dominantes. Los raleos fueron efectuados en forma inmediata y como máximo hasta un mes después de las mediciones.

Los datos de las variables dap, altura, número de árboles, área basal y volumen al 7º año, se analizaron a través de los análisis de variancias correspondientes al diseño utilizado. Dicho análisis se realizó con un programa estadístico empleando en la prueba de "F", valores críticos al 1 y al 5 %. Posteriormente se aplicó el test de comparación de medias de Duncan para probar la significación de todos los contrastes entre pares de promedios por tratamiento, con valores críticos al 1 y al 5 %. En las figuras abajo presentadas, los tratamientos con igual letra, no presentan diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

En la Figura 1 se observa la evolución del área basal, partiendo desde una situación anterior y posterior al raleo a los 5 años y como producto las existencias absolutas y acumuladas a los 7 años de edad. En dicha figura se observa que las existencias absolutas al 7º año son directamente proporcionales a las existencias al 5º año posteriores al raleo. Mientras que en relación a las existencias acumuladas, es decir, las existencias al 7º año sumadas a las retiradas en el raleo al 5º año, son similares, mostrándose independientes a la intensidad del raleo practicado al 5º año.

En la figura 2, se observa el incremento absoluto en área basal del 5º al 7º año producto de las diferentes intensidades de raleo practicadas al 5º año. Se aprecia la relación directa con las existencias al 5º año.

En la Figura 3, se observa el incremento relativo en área basal del 5º al 7º año producto de las diferentes intensidades de raleo practicadas al 5º año. Se aprecia la relación indirecta con las existencias al 5º año.

Figura 1.- Área basal acumulada y presente a los 7 años, en m^2/ha.
Figure 1.- Accumulated and present basal area to the 7^{th} years, in m^2/ha.

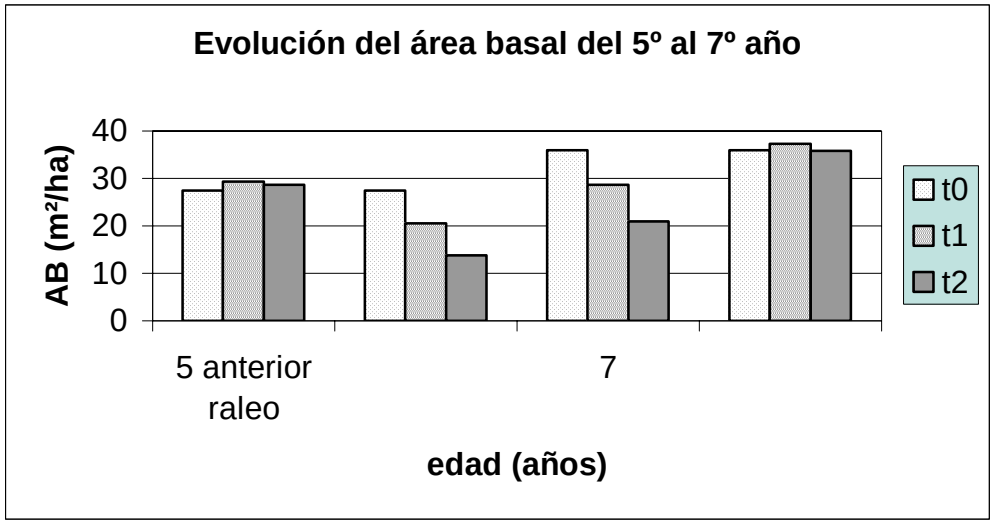


Figura 2.- Incremento en área basal después de aplicados los tratamientos.
Figure 2.- Increase in basal area after of applied the treatments.

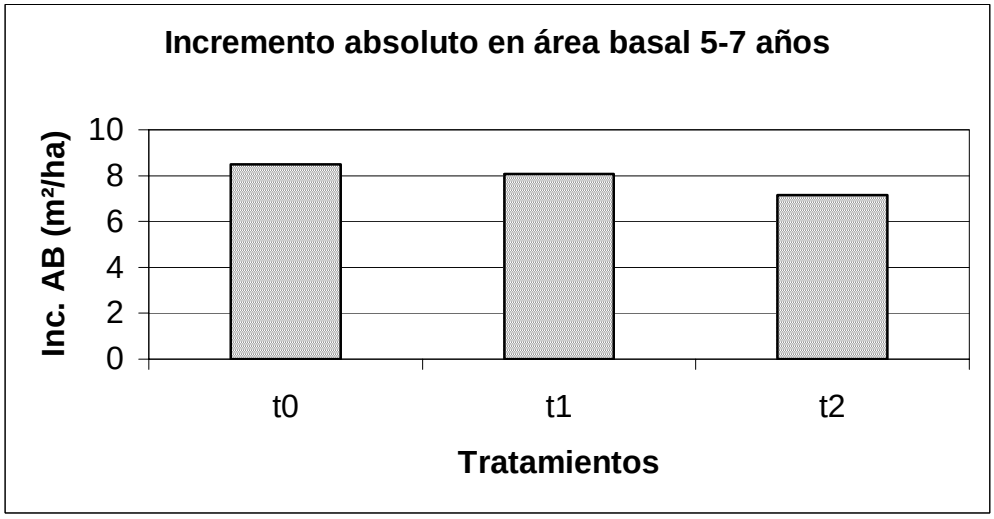
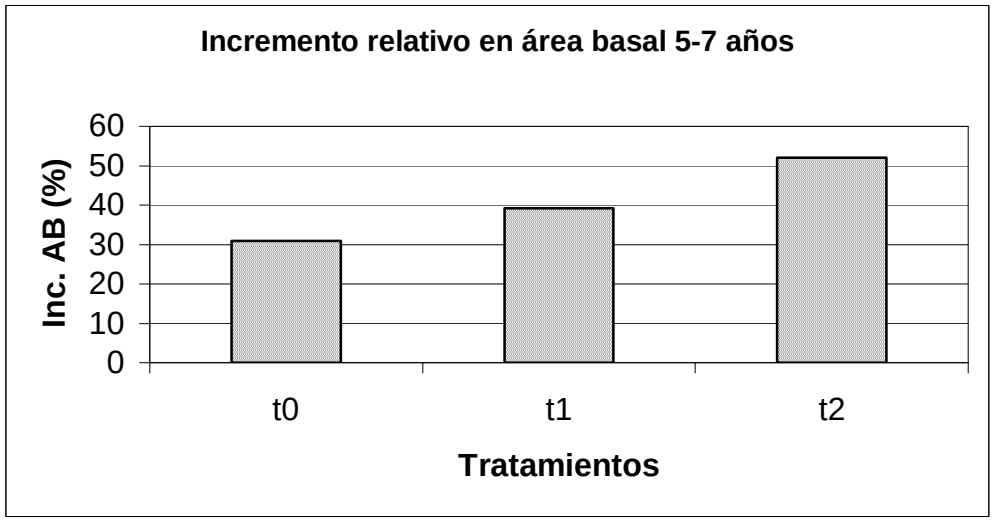


Figura 3.- Incremento porcentual en área basal, por tratamiento.
Figure 3.- Increase percentage in basal area, for treatment.



En las Figuras 4, 5 y 6 se muestra la evolución del volumen, partiendo de una situación anterior y posterior al raleo a los 5 años y como producto las existencias absolutas y acumuladas a los 7 años de edad. En las mismas, al igual que para área basal, son válidas las mismas observaciones y relaciones.

Figura 4.- Volumen total acumulado y presente al 7º año, en m^3/ha.
Figure 4.- Accumulated and present total Volume to the 7th year, in m^3/ha.

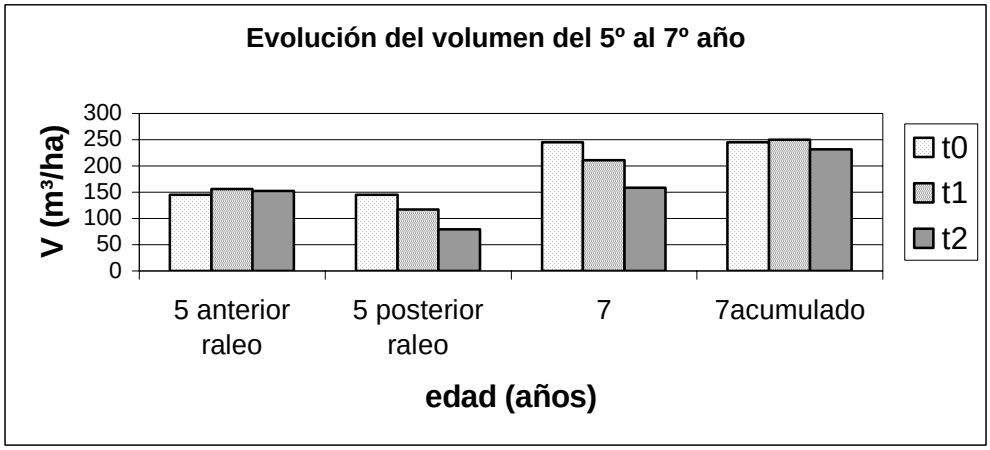


Figura 5.- Incremento en volumen total, por tratamiento, después de aplicado el raleo, en m^3/ha.
Figure 5.- Increase in total volume, for treatment, after of applied the thinning, in m^3/ha.

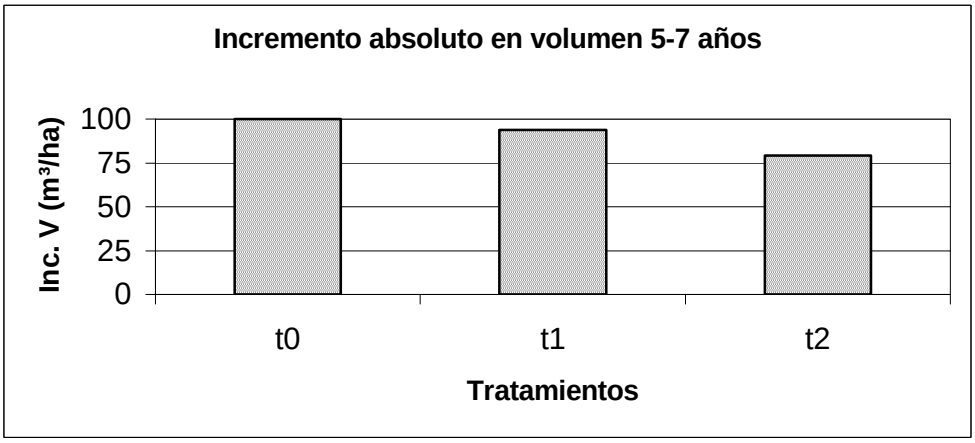
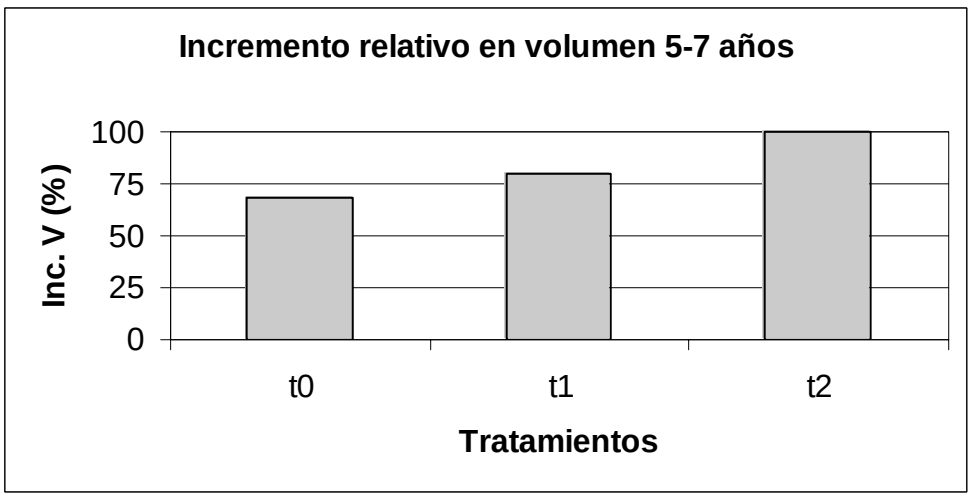


Figura 6.- Incremento porcentual en volumen, por tratamiento.
Figure 6.- Increase percentage in volume, for treatment.

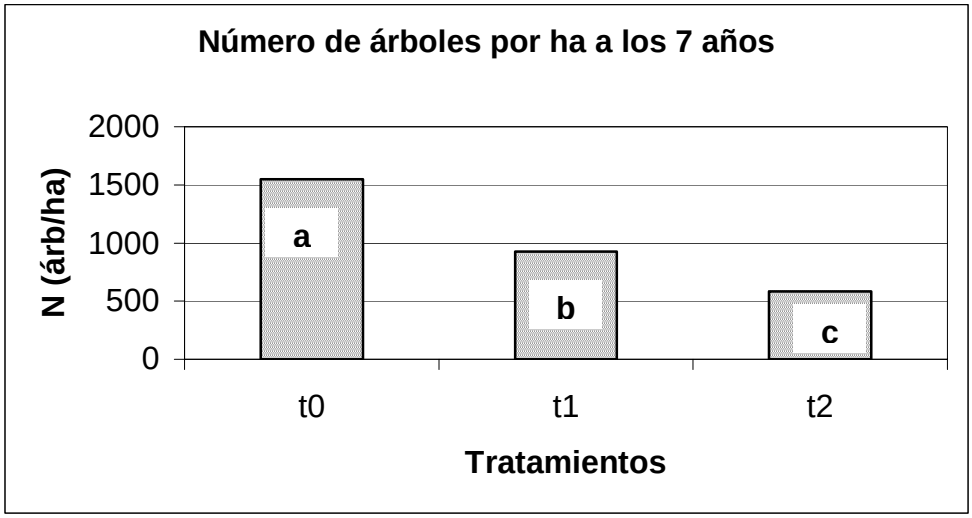


En la Figura 7, se observa el número de árboles por hectárea para cada tratamiento, producto del raleo efectuado al 5º año. Las diferencias altamente significativas, por el test de Duncan al 1%, muestran el efecto que tuvo el raleo sobre esta variable.

En la Figura 8, se observa el dap por tratamiento, como consecuencia del raleo efectuado al 5º año y el incremento experimentado del 5º al 7º año. Las diferencias altamente significativas, por el teste de comparación de medias de Duncan al 1%, muestran el efecto que tuvo el raleo sobre esta variable.

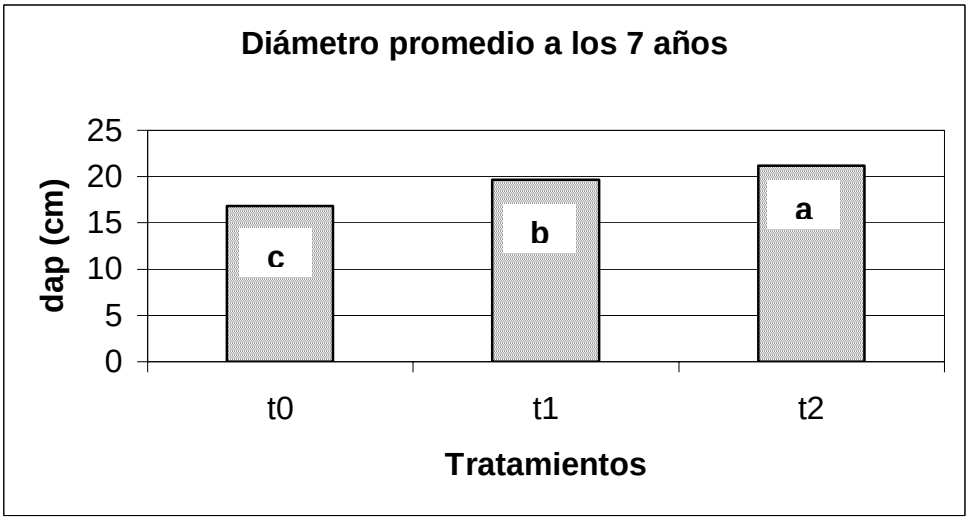
En la Figura 9, se observa la altura promedio por tratamiento, producto del raleo efectuado al 5º año y el incremento experimentado del 5º al 7º año. Las diferencias significativas, por el test de Duncan al 1%, muestran el efecto que tuvo el raleo sobre esta variable.

Figura 7.- Número de árboles por hectárea en cada tratamiento, al 7º año.
Figure 7.- Number of trees for hectare in each treatment, to the 7th year.



Medias ligadas por la misma letra no difieren significativamente al 1%.

Figura 8.- DAP promedio, por tratamiento al 7º año.
Figure 8.- DBH average, for treatment to the 7th year.

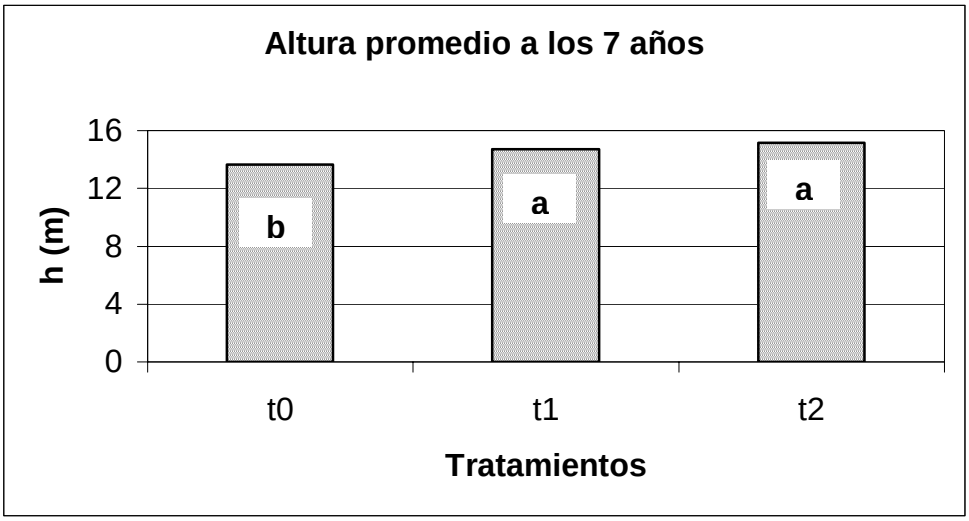


Medias ligadas por la misma letra no difieren significativamente al 1%.

En condiciones similares a la del ensayo, la intensidad adecuada para un primer raleo a los 5 años de edad es la que deja una existencia remanente de área basal de entre 14 y 20 m²/ha y de volumen de entre 79,5 y 117 m³/ha (Fig. 1 y 4, tratamientos T1 y T2), estos valores mínimos y máximos guardan una relación inversamente proporcional al intervalo de

tiempo que transcurrirá hasta la realización del 2º raleo, tal lo observado por CRECHI et al. (2001).

Figura 9.- Altura total promedio, por tratamiento al 7º año.
Figure 9.- Height total average, for treatment to the 7th year.



Medias ligadas por la misma letra no difieren significativamente al 1%.

No se observaron diferencias significativas entre los valores acumulados de las diferentes intensidades de raleo y el testigo para las variables área basal y volumen total (Fig. 1), tal lo observado por AHRENS (1992).

El incremento total por tratamiento fue proporcional a la densidad al pasar del 5º al 7º año, presentando los siguientes valores en área basal (m²/ha/2años): T0=8,5; T1=8,1; T2=7,2 y en volumen total (m³/ha/2años): T0=100; T1=93,6; T2=79,3 (Fig. 3 y 5).

Mientras que el incremento relativo porcentual (incremento experimentado del 5º al 7º año con referencia a la cantidad de crecimiento vivo acumulado al 5º año, expresado en porcentaje) por tratamiento resultó inversamente proporcional a la densidad al pasar del 5º al 7º año, presentando los siguientes valores en área basal (%):T0=30,9; T1=39,1; T2=52 y en volumen total (%): T0=68,7; T1=80; T2=99,8 (Fig. 4 y 6). Esto significa que la mayor apertura al 5º año como consecuencia de raleos más fuertes dio como respuesta una mayor velocidad proporcional de crecimiento (aceleración), tal lo citado por SCHNEIDER et al. (1991a).

Se observó diferencias altamente significativas entre tratamientos para las variables número de árboles y diámetro (Fig. 7 y 8). Las diferencias significativas observadas para la variable altura total se dieron comparando todos los tratamientos con relación al testigo, quien presentó el menor valor (Fig. 9).

CONCLUSIONES

La intensidad y la oportunidad del 1º raleo, es función de la especie, del sitio, de la densidad inicial de plantación y del objetivo de producción propuesto.

El crecimiento absoluto en área basal y en volumen al 7º año, resultó proporcional a la densidad, mientras que el incremento relativo resultó inversamente proporcional.

Si el objetivo de producción es madera gruesa (aserrado, laminado, etc), la práctica de realizar el 1º raleo más fuerte y temprano es beneficiosa, tal lo demuestran los incrementos relativos observados.

En condiciones similares a la del ensayo, la intensidad adecuada para un primer raleo a los 5 años de edad es la que deja una existencia remanente de área basal de entre 14 y

20 m²/ha, favoreciendo el crecimiento de cierta cantidad de árboles selectos destinados a producir madera de dimensiones grandes.

En los testigos (sin raleo) se observó mortandad por competencia entre árboles, pasando del 5º al 7º año, de 1574 a 1547 árboles por hectárea.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AHRENS, S.A. **Seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica**. Curitiba, Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1992. 189p.

CRECHI E. H.; FRIEDL R. A.; FERNÁNDEZ R. A.; FAHLER J. C. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en Pinus taeda L. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina". **In:** 2º Simposio Latino-Americano Sobre Manejo Forestal. UFSM. Pós Graduación en Ingeniería Forestal. Santa María, Rs, Brasil. p 189-210. 2001.

CRECHI E. H.; FRIEDL R. A.; FERNÁNDEZ R. A.; FAHLER J. C. **Informe Técnico Nº 35**. Efectos de la intensidad de raleo en *Pinus taeda L.* sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina. INTA EEA-Montecarlo. 2001, 16p.

MANCINI, L.; SANESI, G.; LASERRE, S.. Informe Edafológico de la Provincia de Misiones. Misiones: I.N.T.A - Gobierno de la Provincia de Misiones. 102 p. 1964.

EFECTOS DE LA INTENSIDAD Y OPORTUNIDAD DE RALEO EN *Pinus taeda* L. SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MADERA EN EL NOROESTE DE MISIONES

EFFECTS OF INTENSITY AND OPORTUNITY OF THINNING IN *Pinus taeda* L. ON THE PRODUCTION OF WOOD IN THE NORTHWESTERN MISIONES PROVINCE, ARGENTINA

Ernesto H. Crechi[1]
Hugo E. Fassola[1]
Fabio A. Moscovich[1]
Roberto A. Fernández[1]
Ramón A. Friedl[2]
Jorge C. Fahler[3]

[1] Técnicos. Area Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: intam@montecarlo.inta.gov.ar
[1] Ing. Ftal. Msc. Jefe de Area Planeamiento Forestal. Alto Paraná S.A. TE: 54-03757-488000. E-mail: afriedl@altoparana.com
[3] Ing. Agr. Msc. Forestal. Gerente Forestal LIPSIA S.A. TE: 54-03757-480248. E-mail: misiones@lipsia.com.ar

SUMMARY

The objective of this work was to analyze an experiment of thinning modalities with *Pinus taeda* L origin Columbia, installed in complete random blocks with 2 levels of intensity and 3 of opportunity in 3 repetitions. The intensity treatments were defined by the basal area, and characterized in: without thinning and 33 and 66 % thinning of the total basal area. The 3 opportunity treatments were defined with thinning at 2, 4 and 6 years intervals. The basal area to maximize the yield was evaluated for 4 periods.

Up to year 17, significant differences were observed among the treatments for the total productions per hectare. The tendencies in the growth in diameter, basal area and total and partial volume to 30 cm in fine tip per hectare for different intensities and opportunities of evaluated thinning, demonstrate that for different production objectives the thinning intensity should be varied. The thinning also influenced the total production.

Key words: *Pinus taeda* L., thinning, intensity and opportunity, growth and production

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo, analizar un experimento de modalidades de raleo con *Pinus taeda* L. origen Columbia, instalado en bloques completos al azar con 2 niveles de intensidad y testigos, 3 niveles de oportunidad y 3 repeticiones. Los tratamientos de intensidad fueron definidos por el área basal, y caracterizados en: sin raleo (testigo) y raleo del 33 y 66% del área basal del testigo; los 3 tratamientos de oportunidad fueron definidos con periodicidad de 2, 4 y 6 años. El área basal óptima para maximizar el rendimiento fue evaluado para 4 períodos. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para las producciones totales por hectárea a los 17 años. Las tendencias en el crecimiento en diámetro, área basal y volumen total y parcial a 30 cm en punta fina por hectárea para diferentes intensidades y oportunidades de raleo evaluados, demuestran que para objetivos de producción diferentes se debe variar la intensidad de raleo, la cual también influyó sobre la producción total.

Palabras claves: *Pinus taeda* L., raleo, intensidad y oportunidad, crecimiento y producción

INTRODUCCION

El crecimiento y la producción de un rodal proveniente de un material genético dado están fuertemente determinados por 4 factores:

1) la edad del rodal;
2) la capacidad productiva del terreno (calidad de sitio);
3) el grado en el cual esa capacidad productiva innata está siendo totalmente utilizada (densidad);
4) los tratamientos culturales aplicados (raleo, poda, fertilización, control de malezas, etc.).

Actualmente las empresas forestales del Norte de la Provincia de Misiones en términos de densidad están plantando entre 1111 y 1600 plantas por hectárea, lográndose así una situación de equilibrio entre sobrevivencia, crecimiento y control de malezas.

El ensayo de densidades analizado (Crechi, et al., 1992), instalado en Cuartel Río Victoria, con *Pinus taeda*, con densidades entre 625 y 4.444 plantas por hectárea, nos lleva a coincidir con las densidades de plantación adoptadas por las empresas, considerando que para esas densidades se logran mayores sobrevivencias y además un volumen estadísticamente equivalente al de las mayores densidades, pero distribuido en un menor número de árboles de tamaño relativamente mayor, que permite obtener en menor tiempo mayor cantidad de madera para las industrias del aserrado y del laminado.

En cuanto al material genético, los resultados de los primeros ensayos realizados en la región, por el INTA y el CIEF ya se encuentran disponibles, habiéndose detectado los mejores orígenes de *Pinus taeda* (Marion, Livingstone, Columbia, Washington, etc.), que desde hace aproximadamente 15 años a la fecha se los está implantando en forma progresiva, sustituyendo al material comercial de menor crecimiento que aquellos.

La silvicultura de dichas plantaciones es aún poco conocida y su estudio es un aspecto de importancia creciente en el sector forestal de la región.

La poda y el raleo son las prácticas silvícolas que, oportuna y adecuadamente realizadas condicionan en gran medida la calidad y cantidad de los productos a obtener de una masa boscosa, en definitiva su rentabilidad.

Pero aún no está claro cual es la densidad óptima en el tiempo para el logro del máximo incremento volumétrico en función de un objetivo de producción.

Pequeñas remociones de volúmenes (bajas intensidades de raleo), crean tal vez la situación ideal, para mantener el incremento al máximo, pero se deben aplicar por lo menos una vez al año y esto obviamente no es conveniente desde el punto de vista práctico y por ser costoso.

Por otro lado remociones volumétricas grandes (altas intensidades de raleo), tal vez sean la solución más económica en términos de reducción del número de raleos, para alcanzar una densidad final, pero como hay un límite en la respuesta de los árboles al mayor espacio de crecimiento, habrá una inevitable pérdida de volumen.

Entre ambas situaciones extremas, debe estar el volumen óptimo que debe ser extraído en cada raleo.

La Teoría de MAR difundida por MÖLLER, citado por AHRENS (1992), en relación al crecimiento y producción forestal establece que, en un rodal forestal sin raleo la producción bruta por unidad de área, a largo plazo, es aproximadamente igual a la producción total que sería obtenido por el valor acumulado de las producciones intermedias (raleos) sumadas a la producción obtenida en la corta final, si el mismo hubiera sido sometido a un régimen de raleos. Esto quiere decir que excluyendo los extremos de densidades de un rodal, la producción total en volumen es semejante para diferentes niveles de densidad. Esta teoría está basada en el hecho de que el medio ambiente puede soportar una determinada biomasa

con una determinada superficie foliar por hectárea, siendo, por lo tanto, el incremento en área basal ó volumen una función de la calidad de sitio.

SCHNEIDER et al., 1991, citan a ASSMAN[1], quien constató que las áreas manejadas con raleos pesados producían menos volumen que con raleos suaves, aun cuando los pesados proporcionaban mayor crecimiento en área basal, porque, en estos casos los árboles tienen menor altura y mayor conicidad.

Analizando la reacción del bosque a los raleos, estos mismos autores citan a ASSMAN[2], quien observó que los árboles remanentes aumentaban rápidamente su incremento, debido al mejor aprovechamiento de los factores ambientales, a lo que llamó de efecto de la aceleración del crecimiento, siendo este hecho, dependiente de la época de aplicación del raleo y de su intensidad. Los raleos realizados en la fase juvenil, o sea, antes del punto culminante del incremento corriente en volumen, producían una mayor reacción de crecimiento, porque a partir de este punto el incremento pasa a tener tasas decrecientes. La observación de la evolución del área basal en rodales raleados y no raleados, llevó a la definición de área basal máxima, la cual es establecida en plantaciones no raleadas y representa el número de árboles de una determinada dimensión que pueden ser mantenidos vivos y nutridos en una determinada condición ecológica.

Aunque existan algunas experiencias de raleos y de diferentes densidades de plantación en la zona (COZZO, 1970, 1972) (VOLKART, 1972) (CRECHI, 1991, 1992, 1996, 2001a y b) (FRIEDL, 1991) (FERNÁNDEZ, 1991), podríamos afirmar que en Misiones estamos en la etapa inicial en este tipo de estudios. El ensayo instalado es una adaptación de la sugerida por FISHWICK (1974).

El objetivo de este trabajo es mostrar la evolución de algunas variables dasométricas hasta los 17 años de edad, como resultado de la aplicación de diferentes intensidades y oportunidades de raleo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características del experimento

El ensayo, realizado para evaluar el efecto de la intensidad y oportunidad de los raleos, fue instalado en 1992, en propiedad de la empresa LIPSIA, en Wanda, Departamento Iguazú, Misiones, en una plantación de *Pinus taeda* origen Columbia, de 5 años de edad, con un espaciamiento de plantación de 2,4 m x 2,4 m (1736 pl/ha). El tamaño de las parcelas netas es de 864 m², con borduras perimetrales cuádruples, internas entre parcelas dobles y entre bloques triples, ocupando una superficie total de 5 has. El diseño empleado responde a bloques completos al azar, con 3 repeticiones.

En lo que respecta a la intensidad y oportunidad, los tratamientos aplicados fueron:
Intensidad: T0 (0% sin raleo), T1 (33% de T0), T2 (66% de T0).
Oportunidad: F1 (cada 2 años), F2 (cada 4 años), F3 (cada 6 años)

En términos prácticos las intensidades y frecuencias cubren varias situaciones, por ejemplo:

- T1F1 Extracciones medias y frecuentes, ideal pero costoso.
- T1F3 Extracciones medias a largo plazo, económico pero resultaría en pérdidas de incrementos y en rotaciones muy largas para producir toras de gran diámetro.
- T2F1 Extracciones fuertes y frecuentes.
- T2F3 Extracciones fuertes a largo plazo.

[1] ASSMANN, E. Waldertragskunde. Munchen, BLV. Verlagsgesselischaft, 1961.
[2] ASSMANN, E. Zur Theorie der Grundflaechenhaltung. FW. CbI. 78:321-330. 1968

El tipo de raleo fue por lo bajo, con el siguiente orden de extracción: árboles muertos y moribundos, árboles dominados, árboles sub-dominantes competitivos, árboles codominantes defectuosos (bifurcados y quebrados) y en las parcelas más intensamente raleadas se extrajeron también algunos co-dominantes competitivos y algunos dominantes. Los raleos fueron efectuados en forma inmediata y como máximo hasta un mes después de las mediciones.

Análisis de datos

Los datos de diámetro a 1,3 m (dap), altura total y dominante, número de árboles por hectárea y volúmenes acumulados (es el volumen actual en pié más el retirado en los raleos) total y a diferentes diámetros en punta fina, se analizaron a través de los análisis de variancias correspondientes al diseño utilizado. Dicho análisis se realizó con un programa estadístico empleando en la prueba de "F", valores críticos al 1 y al 5 %. Posteriormente se aplicó la prueba de Tukey para probar la significación de todos los contrastes entre promedios de tratamientos, con valores críticos al 1 y al 5 %. En las Figuras correspondientes a cada variable analizada, los tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas.

RESULTADOS

Volumen total

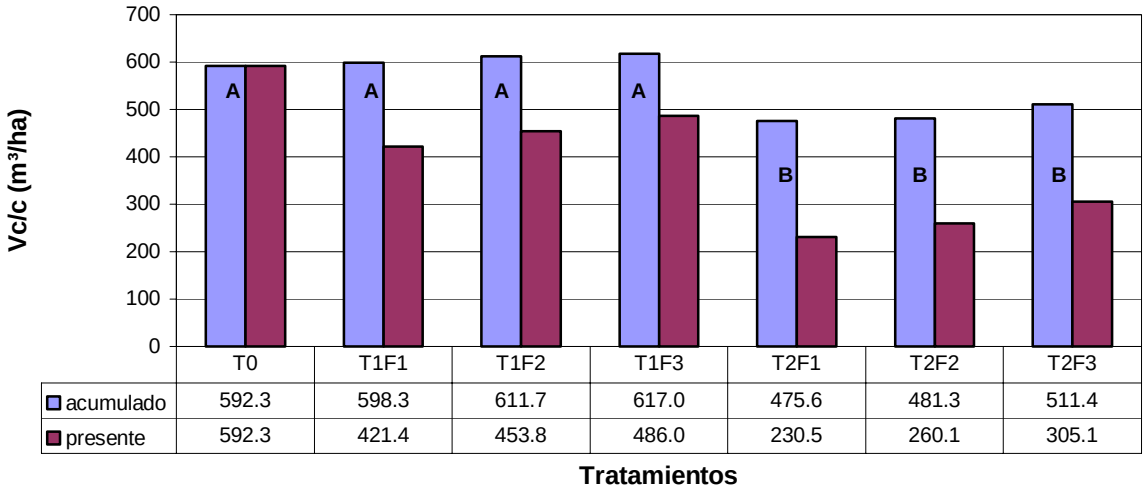
El análisis estadístico para la producción total de volumen por hectárea acumulado a los 17 años, confirmó que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

En la Figura 1, se observa que los tratamientos de mayor producción y que fueron estadísticamente similares, son aquellos que mantuvieron el 100% de área basal y los raleados al 33%. Por otro lado, estos tratamientos sí, se diferenciaron significativamente de los raleados al 66%.

Estos resultados estarían indicando preliminarmente hasta los 17 años, una tendencia a comprobar la teoría de ASSMANN, en la cual la producción total de una forestación es influenciada por la intensidad de raleo.

Figura 1.- Volumen total acumulado y presente a los 17 años

Figure 1. - Accumulate and actual total volume at the 17 year old

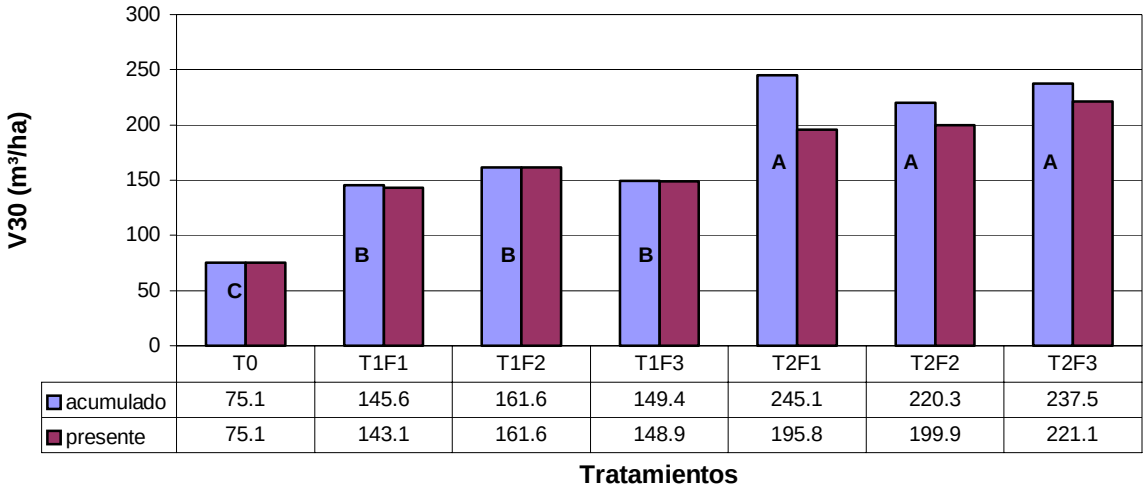


Volumen hasta un diámetro en punta fina de 30 cm

Para la producción de volumen hasta 30 cm de diámetro en punta fina, por hectárea, acumulado a los 17 años, se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, conforme muestra la Figura 2.

Los tratamientos de mayor producción y que fueron estadísticamente similares, fueron aquellos cuya intensidad fue del 66% del área basal del testigo. Estos tratamientos se diferenciaron significativamente del testigo y de los tratamientos raleados al 33% del área basal del testigo. Por otro lado, los tratamientos raleados al 33% del área basal del testigo se diferenciaron significativamente del testigo.

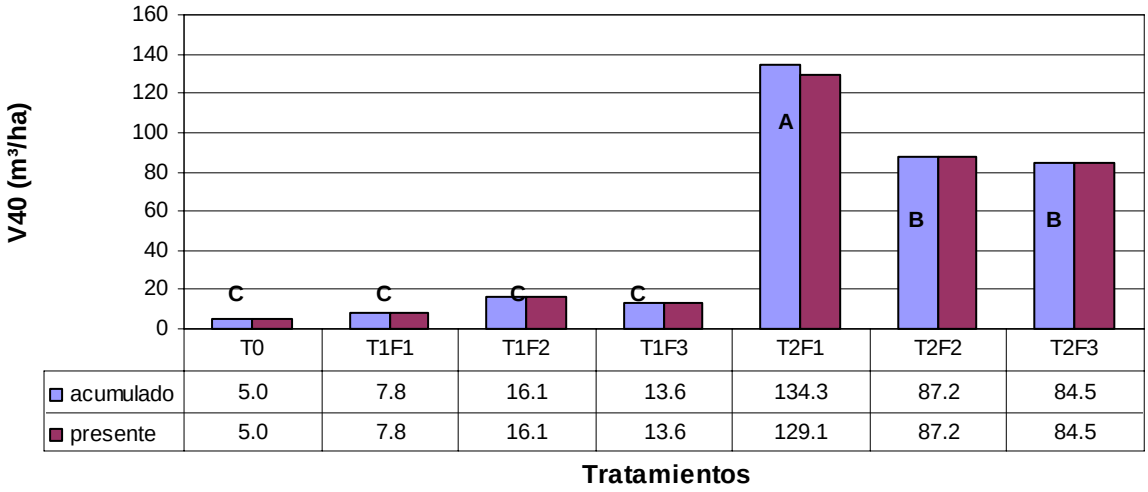
Figura 2.- Volumen acumulado y presente hasta 30 cm en punta fina a los 17 años
Figure 2.- Accumulate and actual volume to a 30 cm top diameter at the 17 year old



Volumen hasta un diámetro en punta fina de 40 cm

El análisis estadístico para la producción de volumen hasta 40 cm de diámetro en punta fina, por hectárea, acumulado a los 17 años, mostró que existen diferencias significativas entre los tratamientos, conforme muestra la Figura 3.

Figura 3.- Volumen hasta 40 cm en punta fina, acumulado y presente a los 17 años
Figure 3.- Accumulate and actual volume to a 40 cm top diameter at the 17 year old



El test de comparación de medias, indicó como tratamiento de mayor producción aquél cuya intensidad fue del 66% del área basal del testigo cada 2 años, a continuación, aquellos cuya intensidad también fue del 66% cada 4 y 6 años. Por otro lado, estos tratamientos se diferenciaron significativamente del testigo y de los tratamientos raleados al 33% del área basal del testigo, que no presentaron diferencias significativas entre sí.

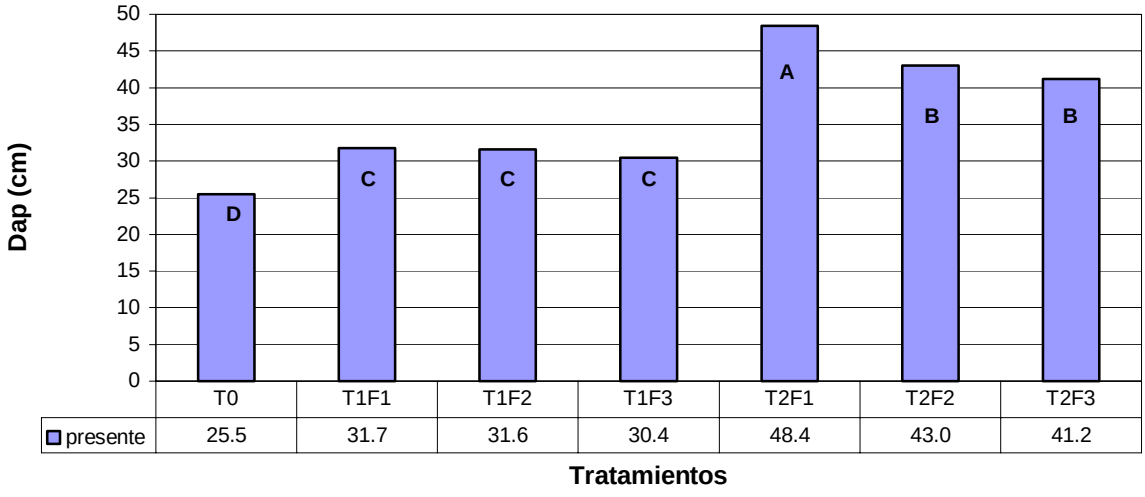
Para esta variable en particular, a diferencia del volumen hasta 30 cm en punta fina, se observa el efecto combinado de la intensidad y de la oportunidad de raleo.

Diámetro promedio a 1,3 m (dap)

En la Figura 4, se observan los resultados que muestran la existencia de diferencias significativas entre los diámetros de los tratamientos, indicando la influencia del raleo sobre el crecimiento diamétrico. La comparación de los promedios mostró que el mayor diámetro promedio obtenido fue en el tratamiento con mayor intensidad y menor oportunidad de raleo, presentando a los 17 años, un valor próximo a los 50 cm. La comparación entre los demás promedios de los tratamientos, muestra una reducción del diámetro con el aumento de la densidad en área basal del rodal, caracterizando una tendencia inversa con relación a la producción volumétrica total.

La comparación de los resultados muestra que raleos pesados promueven una ganancia sustancial en el incremento y en la dimensión final del diámetro, pero, conforme muestran los resultados de la producción volumétrica causan reducción drástica de la producción total del rodal.

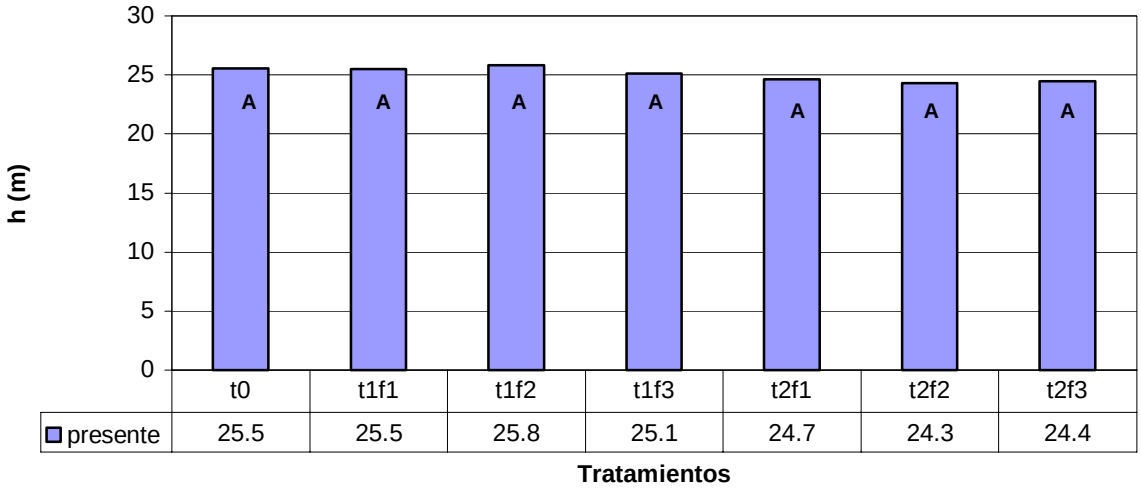
Figura 4. – Dap promedio presente a los 17 años
Figure 4. – Average dbh at the 17 year old



Altura total promedio (h)

En la Figura 5, se observan los resultados que muestran la ausencia de diferencias significativas entre las alturas promedios de los tratamientos, si bien es posible observar una tendencia decreciente de esta variable hacia los tratamientos con mayor intensidad de raleo (menor densidad). Al respecto existen resultados encontrados, mientras algunos autores detectaron diferencias significativas de esta variable con la densidad, detectando una relación directa, otros por el contrario observaron una relación inversa. Si bien estos resultados no son totalmente comparables, ya que aquí se trabajó con los promedios por tratamientos producto de mediciones con hipsómetros trigonométricos, en otros trabajos el promedio se obtuvo a través del ajuste previo de relaciones hipsométricas, entre ellos CRECHI, E. et al., 1992; CRECHI, E., 1996; FRIEDL, R. et al., 1991.

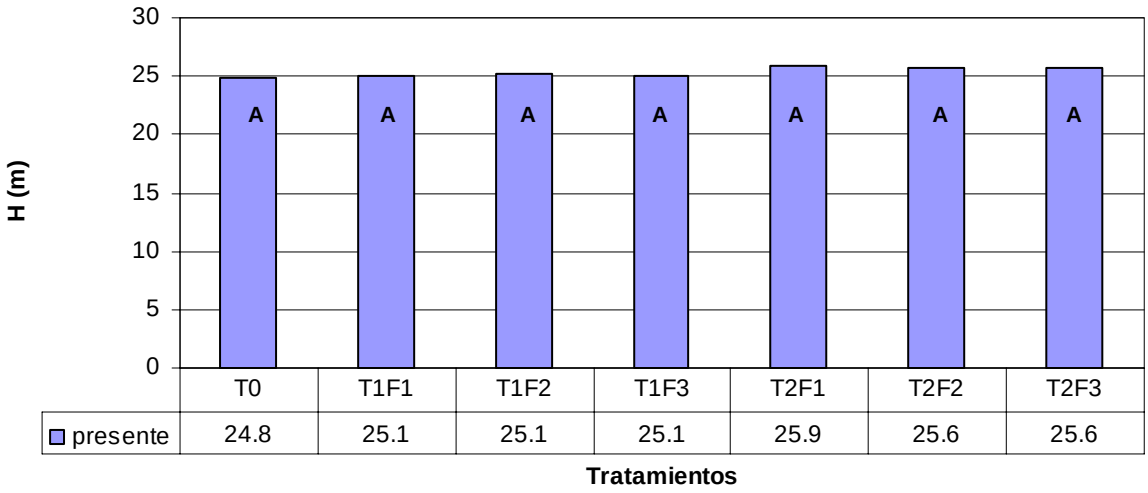
Figura 5.- Altura total promedio presente a los 17 años
Figure 5.- Average total height at the 17 year old



Altura dominante promedio (H)

En la Figura 6, se observan los resultados que muestran la ausencia de diferencias significativas entre las alturas dominantes promedios de los tratamientos, obtenida como la altura promedio de los 100 árboles más gruesos por hectárea (BURGER, 1979). Esto muestra la conveniencia de utilizar esta variable como indicador de la calidad de sitio (FRIEDL, R.A. et al., 1991; FERNÁNDEZ et al., 1994).

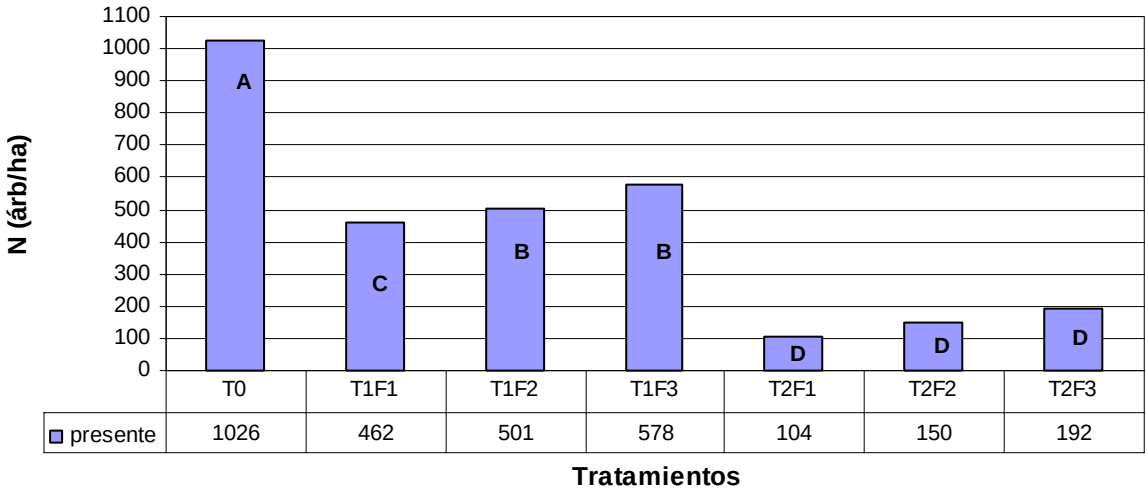
Figura 6.- Altura dominante promedio a los 17 años
Figure 6.- Average dominant height at the 17 year old



Número de árboles por hectárea

En la Figura 7, se observan los resultados que muestran las diferencias significativas entre el número de árboles promedio por hectárea de los tratamientos, con una marcada tendencia decreciente hacia los tratamientos con raleos más intensos.

Figura 7.- Número de árboles por hectárea a los 17 años
Figure 7.- Number of trees per hectare at the 17 year old



CONCLUSIÓN

Para las condiciones ecológicas del ensayo, el área basal máxima promedio observada fue de 54 m²/ha, dicho valor fue alcanzado por el testigo a la edad de 11 años y se mantiene relativamente constante a los 17 años.

En los testigos (sin raleo) se observó mortandad por competencia entre árboles, que de los 5 a los 17 años pasó de 1683 a 1026 árboles por hectárea, lo que representó una mortandad de 657 árboles (39 %).

No se observó diferencias significativas en los incrementos verificados en volumen total (calculados como las existencias a los 17 años más los correspondientes al retirado en los raleos) entre el testigo (T0) y los raleados al 33% (T1), por otro lado estos sí mostraron diferencias significativas con los raleados al 66% (T2).

Con respecto a la intensidad se puede decir que dentro de una amplia gama de regímenes de manejo (T0, T1F1, T1F2 Y T1F3), el volumen total producido en una plantación es finalmente el mismo (no es afectado por el grado de intervención). El manejo forestal a través de los raleos, establece meramente como y cuando este volumen debe ser producido.

Es importante resaltar que el tratamiento T1 posee 50% menos árboles que el testigo. Si el volumen total alcanzado con 500 árboles/ha se igualó estadísticamente al otro de 1026, es evidente que en aquel tratamiento el incremento por árbol fue mayor, formando madera de mayor tamaño en menor período de tiempo.

La aplicación de raleos, puede en función de su peso (intensidad), causar la disminución de la producción total, pero contribuyen a aumentar la producción volumétrica de madera gruesa.

Para los volúmenes a diferentes diámetros en punta fina (en este análisis se presenta hasta 30 y 40 cm), los tratamientos con intensidades de raleo fuertes (66%) se diferenciaron significativamente y cada vez más en relación al testigo y a los demás tratamientos, cuanto mayor fue el diámetro en punta fina considerado, siendo esta producción inversamente proporcional a la oportunidad.

El aumento de la intensidad de raleo, trajo como es esperado, el aumento del diámetro medio del tratamiento.

La intensidad ideal de raleo va a depender principalmente de la finalidad de la madera a ser producida. Si la intención es producir el máximo de volumen sin exigencias de calidad y dimensiones de la madera, deben ser hechos raleos más suaves (T1) ó dejar de hacerlos (T0), a partir del momento que se plante con un espaciamiento inicial adecuado o que se establezcan rotaciones mas cortas (cortar antes o que el rodal llegue a su estancamiento). Cuando, sin embargo, además de la producción en volumen, se desea obtener madera de mayores diámetros (lo que es de extrema importancia cuando el objetivo es producir madera para aserrado, laminado, etc....), debemos promover raleos un poco mas fuertes (T2), teniendo siempre el cuidado de mantener un perfecto equilibrio entre la calidad de la madera, el volumen producido y la capacidad de uso de la tierra (evitando que el terreno sea mal aprovechado debido a reducciones muy fuertes del número de árboles).

La no aplicación de raleos (T0) ó de raleos muy tardíos, debe ser empleado con cautela, ya que el exceso de competencia lateral entre los árboles de una plantación, trae como consecuencia el aumento de la relación h/d (altura/diámetro), acompañada de reducción excesiva del área de copa y del stress, aumentando la inestabilidad de la forestación frente a factores ambientales como vientos, insectos y microorganismos.

Es importante destacar que las conclusiones presentadas se relacionan más a la producción en volumen de los regímenes aplicados que a la producción económica que debería analizarse considerando los costos de plantación, raleos y talas rasas; además de los valores de los productos obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todas aquellas personas que directa o indirectamente participaron en la instalación del ensayo, mantenimiento e intervenciones de los raleos, así como en las sucesivas mediciones del mismo. A los Ing. Luis Colcombet y Juan Pedro Agostini por las traducciones.

BIBLIOGRAFÍA

AHRENS, S. 1992. A seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica. Curitiba. 189 f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BURGER, D. 1979. Ordenamento Florestal. 3 ed. FUPEF. Curitiba. 140 p.

COZZO, D. 1970. Diez años de ensayos con raleos en una nueva parcela experimental de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina. Revista Forestal Argentina 14(2): 39-45.

COZZO, D. 1972. Resultados de un segundo período de raleos de 5 años en *Araucaria angustifolia*. Revista Forestal Argentina 16(1):5-12.

CRECHI, E. H.; Friedl, R.A.; Fernández, R.A. 1991. El Efecto de la Densidad de Plantación Sobre el Crecimiento en *Araucaria Angustifolia* (Bert) O. Ktze. Parte III: Volúmenes de la Masa. VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Acta: p. 306-320.

CRECHI, E.H.; Friedl, R.A.; Fernández R.A. 1992. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Pinus taeda* L. Actas Jornadas sobre pinos subtropicales. Tomo I, 92:110. CIEF. Eldorado, Misiones Argentina.

CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade de plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones, Argentina. Tesis: 172 p. Curitiba, Brasil (Maestría em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CRECHI E.H.; Friedl R.A.; Fernández R.A.; Fahler J.C. 2001a. Efectos de la Intensidad y Oportunidad de Raleo en *Pinus taeda* L. sobre el Crecimiento y la Producción en el Noroeste de Misiones, Argentina. 2º Simposio Latino-Americano sobre Manejo Forestal. Santa María, RS, Brasil. Acta: p. 189-210.

CRECHI E.H.; Friedl R.A.; Fernández R.A.; Dalprá L. 2001b. Efectos de la Intensidad y Oportunidad de Raleo en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. sobre el Crecimiento y la Producción en el Noroeste de Misiones, Argentina. 2º Simposio Latino-Americano sobre Manejo Forestal. Santa María, RS, Brasil. Acta: p. 153-172.

FISHWICK, R. 1974. Pesquisa de intensidade de desbaste. Revista Floresta, Vol. 5, número 1, p. 35-45. Proyecto BRA-45(FAO/IBDF).

FERNÁNDEZ, R.A; Crechi, E.H.; Friedl, R.A. 1991. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Parte II: Número de árboles, mortandad, área basal y altura dominante. VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Acta: p. 291-305.

FERNÁNDEZ, R.A.; Crechi, E.H; Friedl, R.A. 1994. Evaluación del comportamiento de la altura dominante como medida de la calidad de sitio para *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. INTERCIENCIA: vol. 19, n° 6, p. 343-346.

FRIEDL, R.A.; Fernández, R.A.; Crechi, E.H. 1991. Estudio de comportamiento de la función altura-edad en la evaluación de la calidad de sitio para *Araucaria Angustifolia* (Bert) O. Ktze. Yvyraretá 2: 42-50.

FRIEDL, R.A.; Fernández, R.A.; Crechi, E.H. 1991. El Efecto de la Densidad de Plantación Sobre el Crecimiento en *Araucaria Angustifolia* (Bert) O. Ktze. Parte I: Dimensiones del Árbol Medio. VI Jornadas Técnicas: Inventarios-Modelos de Producción y Crecimiento Forestales. Acta: p. 277-290.

SCHNEIDER, P.R.; Finger, C.A.G.; Cozer, E.; Meneguzzi, M.C.; Prandi, W. 1991. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produçao de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPOSIO DE MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, Santa María. Anais: UFSM. P.150-167.

VOLKART, C.M. 1972. Raleos en *Araucaria angustifolia*. Segunda contribución sobre un ensayo realizado en Misiones, Argentina. Actas del Séptimo Congreso Forestal Mundial. Argentina. Pág. 1876-1885.

CRECIMIENTO DE *Eucalyptus camaldulensis* y *E. tereticornis* EN SUELOS "BLANQUIZALES" DE LA MESOPOTAMIA

Fernando Dalla Tea[1]

[1] Forestal Argentina. Concordia, Entre Ríos.

SUMMARY

The main eucalyptus species in Mesopotamia is E. grandis which requires sandy soils with good drainage and low pH and is intolerant to waterlogging and frost. Large forest projects had to consider marginal sites and to evaluate the planting of other species on these sites. E. camaldulensis y E. tereticornis were planted on alkaline soils located nearby small rivers in Concordia and Paso de los Libres regions. These soils have high pH (7-9) and high Sodium Adsorption Rate (SAR).

With the objective of estimate the growth of these plantations and related it to soil variables, DBH and height estimates were taken in 2 to 5 years old plots and soil samples were analyzed for pH, CEC, SAR, EC and texture.

The main variables that affected the growth of both species were pH, SAR and sand content, that explained almost 60% of that variation.

Keywords: *Eucalyptus tereticornis, E. camaldulensis*, pH, alkalinity, SAR.

RESUMEN

El mayor núcleo de eucaliptos del país se ha desarrollado en el noreste de Entre Ríos y sudeste de Corrientes con más de 100.000 has plantadas, principalmente con E. grandis. Esta especie es la de mayor crecimiento en la región, pero requiere suelos arenosos de buen drenaje y pH ácido y es poco resistente al encharcamiento y a las heladas.

El desarrollo de grandes proyectos de forestación en la década del 90 ha obligado a incorporar sitios no aptos para E. grandis. Entre ellos, se ha evaluado la implantación de E. camaldulensis y E. tereticornis en suelos "blanquizales", ubicados en proximidades de arroyos en la zona de Concordia y Paso de los Libres. Estos suelos se caracterizan por tener alto pH (7-9) y alto contenido de sodio intercambiable (PSI > 25%).

Con el objetivo de evaluar el crecimiento que han tenido estos rodales y relacionarlo con variables edáficas, se efectuaron mediciones de DAP y alturas en rodales de 2 a 5 años, y se tomaron muestras de suelo en profundidad 0-30 cm para analizar pH, CIC, % de Na y CE, y granulometría (% de arcilla, limo y arena).

Las principales variables que determinaron el crecimiento de ambas especies fueron el pH, el PSI y el contenido de arena, explicando casi el 60% de esa variación.

Palabras clave: *E. tereticornis, E. camaldulensis*, pH, alcalinidad, PSI.

INTRODUCCIÓN

En Argentina se han plantado 250.000 ha de eucaliptos, principalmente Eucalyptus grandis y en menor medida E. globulus. Las regiones forestales más importantes, con estas especies, son la Mesopotamia y la provincia de Buenos Aires.

El principal núcleo de eucaliptos se ha desarrollado en el noreste de Entre Ríos y sudeste de Corrientes con más de 100.000 has plantadas, principalmente con E. grandis y en mucho menor medida con E. dunnii. Estas especies son altamente productivas pero

requieren suelos arenosos de buen drenaje y pH ácido (5,5-6,4) y son muy poco resistentes al encharcamiento y a las heladas. La bibliografía destaca que las especies forestales exóticas más difundidas crecen bien en un rango de pH de 4,5-6,5 con los suelos más ácidos ideales para coníferas (PRITCHETT, FISHER 1987).

El desarrollo de grandes proyectos de forestación en la década del 90 por parte de empresas foresto-industriales ha llevado a la necesidad de incorporar sitios no aptos para E. grandis y/o de muy baja aptitud para pinos. Las limitantes en estos casos pueden ser presencia de suelos alcalinos, suelos que soportan largos encharcamientos o inundaciones, sitios con heladas muy intensas o la combinación de algunos de estas limitantes.

Entre las superficies a forestar por la empresa Forestal Argentina, se disponía de sectores de suelos denominados regionalmente como “blanquizales” en los cuales se tomaron muestras de suelo para analizar sus posibilidades de forestar. En general, presentaban problemas de alto pH y saturación de sodio (PSI); sobre 10 muestras tomadas en estos suelos, la media del pH fue 7,5 (rango 6,6 a 9,3), el PSI fue 22% (rango 1-77%) y la materia orgánica fue 2,1%. La conductividad eléctrica de estos sitios no superó 1,7 mmhos/cm (salinidad moderada). En general, se trata de suelos alcalinos que pueden ser moderamente salinos, sódicos o salino-sódicos.

Los blanquizales se encuentran a ambos lados de valles fluviales entre esteros y piés de loma, formando una estrecha franja de hasta 400 m, de suelos alcalinos que coinciden con el nivel medio de inundaciones (INTA PARANA 1984). Tienen limo suelto en superficie que aparenta ser una capa fina de harina blanca. Pueden tener hasta 70% de PSI en profundidad. En general no son salinos y tienen texturas limo-arcillosas en los cursos superior y medio y más arenosas en el curso inferior.

Con el objetivo de incorporar estos suelos al patrimonio forestal, desde el año 1999 la empresa Forestal Argentina ha implantado aproximadamente 200 has de E. camaldulensis y E. tereticornis, en predios ubicados en el noreste de Entre Ríos y sudeste de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objeto de evaluar el crecimiento que han tenido estos rodales y relacionarlos con variables edáficas, se efectuaron mediciones de DAP y alturas en parcelas de 360 m2 (40 plantas) y se tomaron muestras de suelo combinadas (5 por parcela) en la profundidad de 0-30 cm para analizar pH en agua, CIC, % de sodio y CE, y granulometría (% de arcilla, limo y arena). Algunas submuestras se tomaron sobre suelo desnudo con una fina capa blanca, como harina, en superficie.

Los análisis físico-químicos fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER). Se efectuó análisis de regresión multilineal de las variables mencionadas.

Los sitios muestreados fueron 5, ubicados en proximidades de la ciudad de Concordia, Entre Ríos y de la ciudad de Paso de los Libres, Corrientes (Tabla 1). Al momento del muestreo, los rodales variaban en edades de 1,5 a 4,5 años. Las distancias de plantación eran de 4 x 2,25 m.

Los plantines utilizados correspondían a semillas origen Petford (QLD, Australia) en el caso de E. camaldulensis y procedencia Buenos Aires (Lat. 35°S y Long. 60°W) de la especie E. tereticornis.

Tabla 1. Detalle de los sitios muestreados
Table 1. List of sites studied

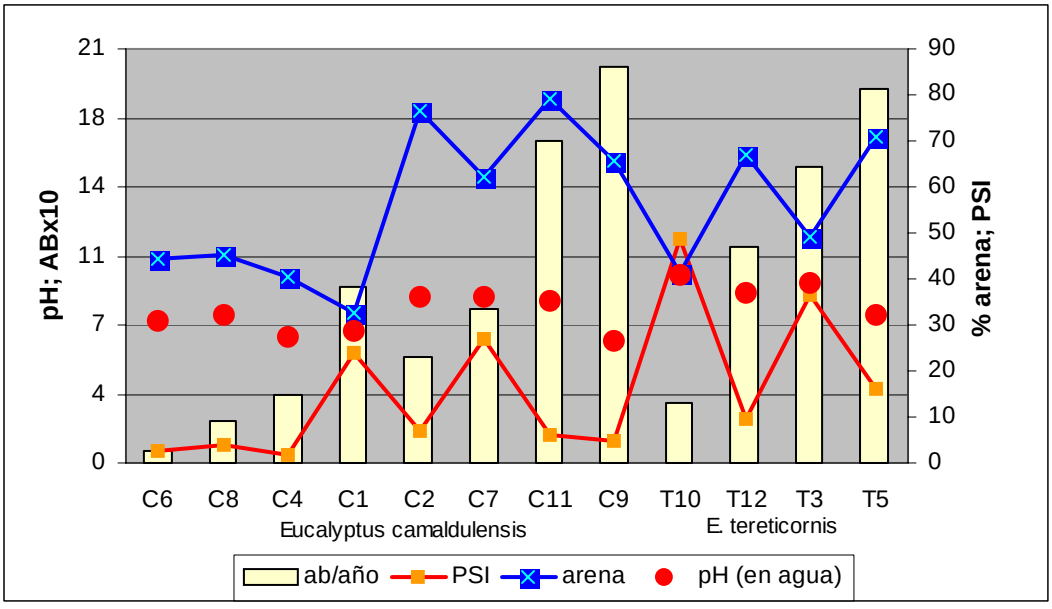
Predio	Localidad	Especie (nro. muestra)	Año plantación	Ubicación
Isondú	Paso de los Libres	E. camaldulensis (7)	1999	400 m arroyo San Joaquín
La Yunta	Paso de los Libres	E. tereticornis (5)	2000	100 m arroyo Ayuí
El Ceibo	Concordia	E. camaldulensis (6)	2000	100 m arroyo Yuquerí
Yuquerí	Concordia	E. camaldulensis (2,8,9,11)	2000	100 m arroyo Carpinchorí
		E. camaldulensis (1)	2002	
		E. tereticornis (3,10,12)	2000	
Los Yuqueríes	Concordia	E. camaldulensis (4)	2000	2500 m arroyo Yuquerí

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de ambas especies tuvo mucha variación en función de los sitios, con rangos de incremento en área basal desde <0,5 hasta 2 $m^2ha^{-1}año^{-1}$. Se observó mejor comportamiento en general de los rodales de E. tereticornis comparados con E. camaldulensis (medias 1,2 vs. 0,8 $m^2ha^{-1}año^{-1}$). Igualmente, la forma de esta última especie fue muy tortuosa propio de la especie, por su escasa dominancia apical.

De todos los sitios analizados, 9 presentaron pH alcalino o fuertemente alcalino (rango 6,2-9,6) y 5 tuvieron PSI alto o muy alto (1,6-48,7) (Figura 1). La salinidad fue moderada en solamente 3 de las muestras (conductividad eléctrica 0,1-3,5 dS/m). La textura del suelo fue muy variable en estos sitios, con extremos de casi 80% de arena (arenoso-francos) hasta 40% de arcilla (franco-arcillosos).

Figura 1. Crecimiento anual del área basal de eucalipto y variación del pH, porcentaje de sodio intercambiable y porcentaje de arena
Figure 1. Eucalyptus basal area increment and pH variation, SAR and sand content



Los mejores crecimientos se observaron en suelos con porcentajes de arena > 50%. Por ejemplo, los sitios C6, C8, C4 y T10 de muy mal crecimiento tienen

porcentaje de arena inferiores al 45%. El mejor crecimiento en suelos de textura con >% de arena podría indicar un mejor comportamiento de estas especies en suelos de buen drenaje. Sin embargo, ambas especies son utilizadas para recuperar sitios inundables (BELL 1999) y podrían tener respuesta positiva a inundaciones periódicas en el caso de E. camaldulensis.

El análisis de regresión permitió explicar cerca de un 60% de las variaciones en incremento anual del área basal y altura en función de 3 de las variables analizadas: pH, PSI y porcentaje de arena.

Tabla 2. Regresión del Incremento en altura y área basal en relación al pH, porciento de Sodio intercambiable y porcentaje de arena.
Table 2. Regresion análisis of height and basal area increment in relation to ph, SAR and sand content.

MODELO	Ajuste/Prob>F	Coeficientes
Alt vs pH*PSI*%arena	R2 ajustado=0,56 P > F=0,02	incr. altura = 3,65 + 0,03 (%arena) - 0,53 pH + 0,04 PSI
AB vs pH*PSI*%arena	R2 ajustado=0,57 P > F=0,02	incr. AB = 2,23 + 0,04 (%arena) - 0,57 pH + 0,04 PSI

La relación negativa con el pH coincide con lo reportado por CRAIG, MOMO, MENDONZA (1997): a mayor pH, menor crecimiento. MARCAR y otros (2002) hallan la misma relación, en la que un aumento de pH de 7,6 a 9,5 produjo una reducción de la biomasa aérea entre 4-52%, variando según procedencias. Con E. grandis, APARICIO, LOPEZ (1995) hallaron relación negativa con el pH y el % de limo y de arcilla en el horizonte B ente otras variables significativas halladas.

Es importante destacar que los sitios del área Concordia están ubicados en una zona que se caracteriza por la intensidad de las heladas. Sin embargo, solamente se han observado leves efectos sobre los brotes apicales en algunos inviernos con temperaturas extremas.

Aún en los suelos con alto contenido de sodio y alto PSI, no se observaron efectos negativos de esta variable (Figura 1). Por el contrario, en el análisis de regresión esta variable resultó significativa pero positiva en el rango de variación evaluado (Tabla 2). El E. tereticornis es utilizado para mejorar las características de suelos sódicos, y se ha encontrado que puede reducir el pH, conductividad eléctrica y el sodio intercambiable y mejorar la materia orgánica y la fertilidad (SINGH y otros 1998; MISHRA y otros 2004).

En conclusión, las especies tuvieron crecimiento muy variable en suelos fuertemente alcalinos y alcalino-sódicos de la región, pero permitieron el uso forestal de tierras marginales originalmente descartadas originalmente en el plan de forestación. En base a la bibliografía revisada y a los resultados de estas forestaciones, se puede caracterizar ambas especies como:

- el E. tereticornis es tolerante a altos niveles de pH, PSI y niveles medios de salinidad, y a heladas de mediana intensidad.
- el E. camaldulensis resiste heladas de intensidad y acumulación de agua pero puede ser más afectado en su crecimiento por altos niveles de pH, y cálcareo en comparación con el tereticornis.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO J.L.; LOPEZ J.A. 1995. Potencial de Eucalytus grandis en los suelos del sudeste de la provincia de Corrientes y algunos factores edáficos relacionados con la producción de madera. Simposio IUFRO Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales. Valdivia, Chile: 93-108.

BELL D. 1999. Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity-damaged landscapes. Aust. J. Bot. 47: 697-716. CSIRO.

CRAIG E.B.; MOMO F.R.; MENDONZA L.A. 1997. Relación entre el crecimiento de Eucalyptus camaldulensis Dehn. y el micrositio: Estudio preliminar. En Proceedings of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. pp. 327-332.

INTA PARANA. 1984. Suelos y Erosión de la Provincia de Entre Ríos. Tomo I. INTA-Gobierno de Entre Ríos. 109 pp.

MARCAR N.E.; Zohar Y.; GUO J.; CRAWFORD D.F. 2002. Effect of NaCl and high pH on seedling growth of 15 Eucalyptus camaldulensis Dehnh. provenances. New Forests 23(3): 193-206. Kluwer Acad. Publ.

MISHRA A.; SHARMA S.D.; PANDEY R. 2004. Amelioration of degraded sodic soil by afforestation. Arid Land Res. & Manag. 18(1): 13-23. Taylor & Francis Publ.

PRITCHETT W.L.; FISHER R.F. 1987. Properties and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons. 494 pp.

SINGH G.; SINGH H.; BHOJVAID P.P. 1998. Amelioration of sodic soils by trees for wheat and oat production. Land Degradation & Development 9(5): 453-462. John Wiley & Sons.

INTRODUCCIÓN Y MANEJO SILVÍCOLA EN SALTA Y JUJUY DE "TECA","CAOBA" Y "CEDRO MEXICANO"

- **del Castillo, E. M; Zapater M. A.; Gil, M. N.; Tarnowski, C. G.**

INTA - E. E. de Cultivos Tropicales Yuto, Ruta Nacional 34 - Km. 1286 - C.P. 4518
Yuto, Pcia. de Jujuy - República Argentina * edelcastillo@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

La Selva subtropical, que ocupa aproximadamente 2 millones de hectáreas, fue por varias décadas uno de los recursos de madera aserrable más importantes del Noroeste Argentino.

Sin embargo, como resultado de la sobreexplotación, en la actualidad la rentabilidad de los bosques nativos y la oferta continua de madera a los centros industriales, parece en la actualidad una utopía.

Con el objeto de revertir esta situación se desarrollan investigaciones y experiencias conjuntas en la Estación de Cultivos Tropicales del INTA-Yuto (provincia de Jujuy) y en la Universidad Nacional de Salta.

Para complementar el avance de los conocimientos ecológicos y silvícolas de las especies nativas, se han introducido 3 especies exóticas de madera preciosa: Tectona grandis (teca), Cedrela odorata (cedro mexicano) y Swietenia macrophylla (caoba).

Los objetivos que se plantean son: la introducción de material genético de diversas procedencias, la experimentación de su adaptación en vivero, el ensayo en parcelas experimentales en diferentes condiciones de sitios y la evaluación en plantaciones comerciales. Con ello se busca obtener una base de datos ecológicos, silvícolas y dasométricos, que permitan determinar pautas de manejo, ciclos de corta y la rentabilidad de los emprendimientos para alcanzar su sostenibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

1)- Material genético

Se utilizó material procedente del Banco de Semillas Forestales (BSF) del Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

Información botánica			
Nombre común	Teca	Cedro amargo	Caoba
Nombre botánico	Tectona grandis	Cedrela odorata	Swietenia macrophylla
Familia	Verbenaceae	Meliaceae	Meliaceae
Procedencia	Santa Cruz, C. Rica	Pococi, Costa Rica	Horizontes
Origen	Trinidad & Tobago		Costa Rica
Información del sitio			
Distrito	Primero	Central	Sardinal
Cantón	Santa Cruz		Carrillo
Prov/Depto	Guanacaste	Pococi	Guanacaste
País	Costa Rica	Costa Rica	Costa Rica
Latitud	10º16'N	10º10'N	10º50'N
Longitud	85º37''O	83º45''O	84º39'O
Altitud	50 msnm	100 msnm	150 msnm
PMA	1829 mm	4466 mm	1600 mm

TMA	27.8 ºC	27 ºC	28 ºC
Zona de vida	Bosque Húmedo Tropical	Bosque muy Húmedo Tropical	Bosque Seco Tropical
Información silvícola			
Tipo de fuente semillero	Rodal Semillero	Fuente Identificada (FI)	FI
Año de establecimiento	1984	Bosque natural	Bosque natural
Área	15 Ha	2 Ha	50 Ha
Densidad	450 arb/ha	abierta	abierta
Altura	27.0 m	30 m	20 m
DAP	26.5 cm	80 cm	60 cm
Raleos efectuados	tres	varios	ninguno
Información sobre calidad física			
Lote de semilla	BL 059/02F	BL 58/02F	BL 124/02A
Pureza	99 %	99 %	99 %
Peso mil semillas	479 g.		427 g.
Humedad	7.2 %	7.2 %	6 %
Germinación	70 %	94 %	91 %
Frutos viables/kilo	1605	94000	2111
Nº de plantas útiles por Kg	1605		1850
Último ensayo germinación	21 de marzo de 2002	23 de marzo de 2003	agosto de 2002
Tratamiento pre-germinativo	SI	NO	NO

2)- Comportamiento en vivero

Almácigos: la siembra fue realizada en verano (enero) y la germinación se produjo entre 7 y 10 días.

Repique o transplante: se comenzó entre los 15 a 20 días de realizado la germinación utilizando recipientes de 3 Lt.

Cría: alcanzaron el tamaño óptimo de plantación con alturas que oscilaban entre 0,70 a 1,0 m a los 5 o 6 meses.

3)- Lugares de ensayos

3.1)- **Parcelas experimentales. INTA Yuto: Características del sitio**

El suelo es de textura media en superficie a medianamente fina en profundidad; bien a imperfectamente drenados, moderado a fuertemente ácido; contenido de materia orgánica baja. Las lluvias se producen en el verano y parte del otoño, siendo prácticamente nulas en el invierno. La precipitación media anual es de 862 mm, con una máxima de 1.419 mm y una mínima de 332 mm.

Se realizaron parcelas de 50 plantas a un espaciamiento de 5 x 4 m para las tres especies, utilizando riego localizado y parcelas testigo sin riego.

3.2)- **Plantaciones comerciales. La Moraleja S.A.: Características del sitio**

El suelo es texturalmente franco arenoso con buena capacidad de almacenamiento hídrico; el pH es ligeramente alcalino. El contenido orgánico es normal y los nutrientes N, P y K se encuentran en cantidad adecuada. Las lluvias se producen en el verano y parte del otoño, siendo prácticamente nulas en el invierno. La precipitación media anual para esta localidad es de 817 mm, con una máxima de 1.088 mm y una mínima de 632 mm.

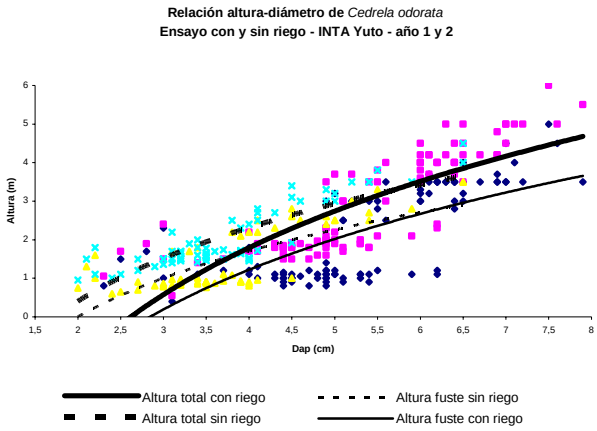
Se plantaron cuadros de 1,2 Ha separados por cortina forestales de *Casuarina cunninghamiana* y calles corta fuego de 5 m de ancho. La superficie total implantada es de 10 Ha de teca; 12 Ha. de cedro amargo y 7 Ha. de caoba.

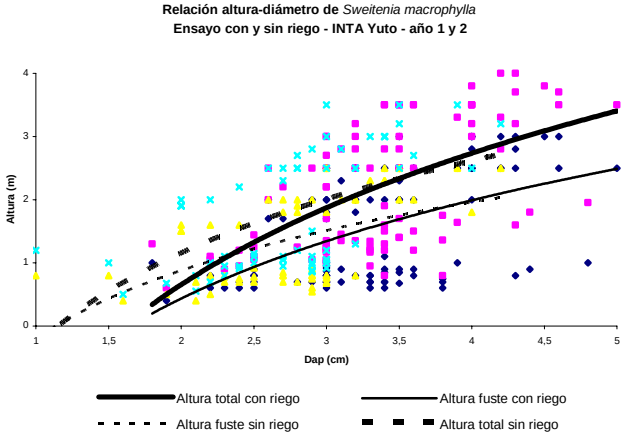
4)- Mediciones realizadas

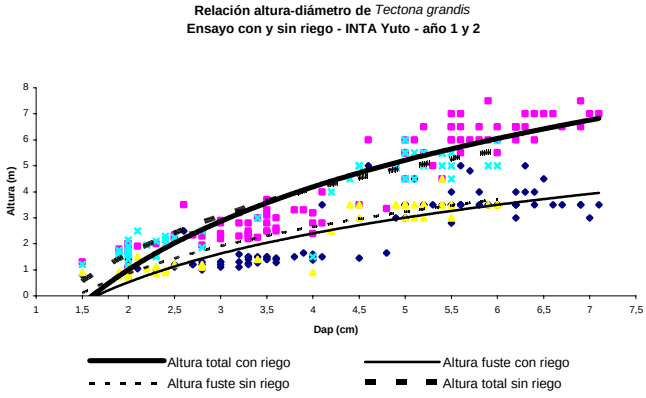
Al final del primer y del segundo año se realizaron mediciones de Dap, altura de fuste y altura total para determinar las magnitudes dasométricas principales.

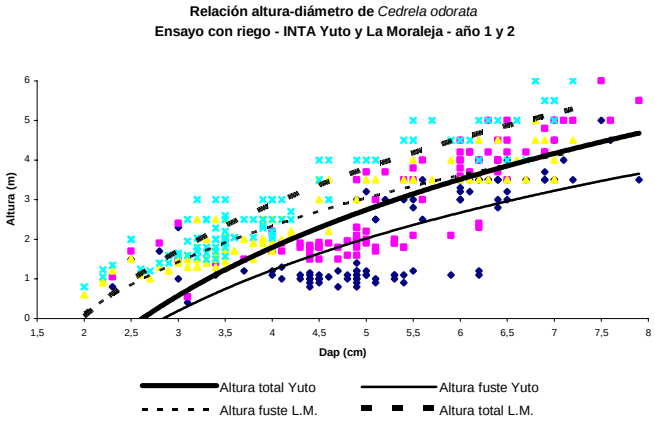
RESULTADOS

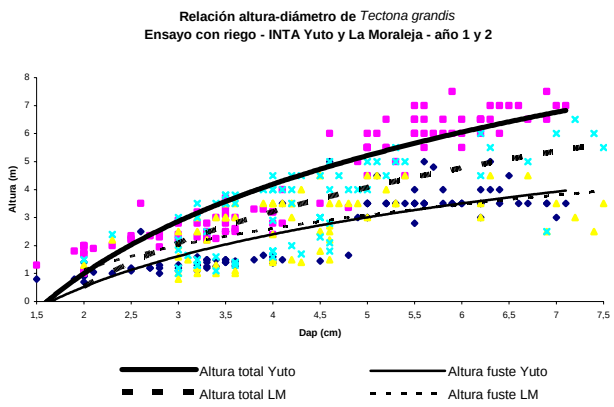
Se expresan en los gráficos y cuadros siguientes:

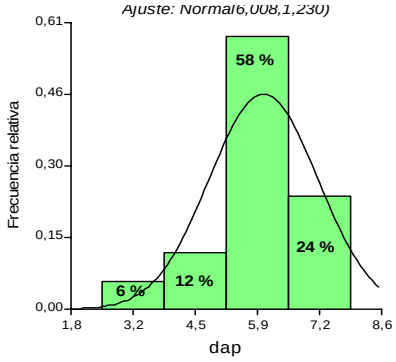




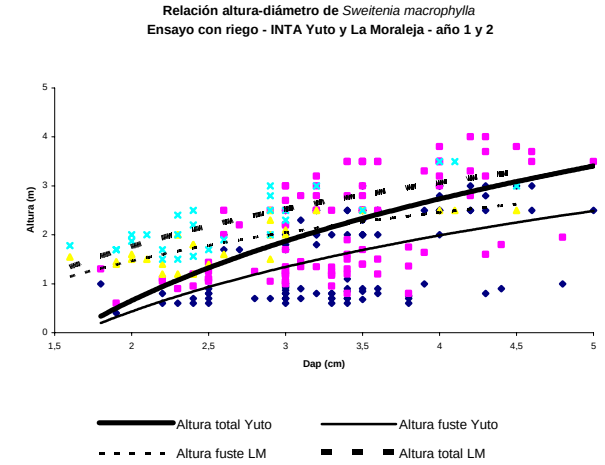


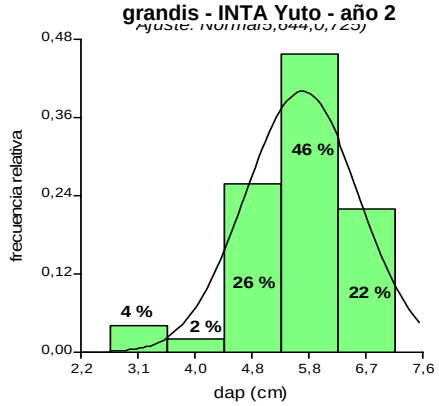




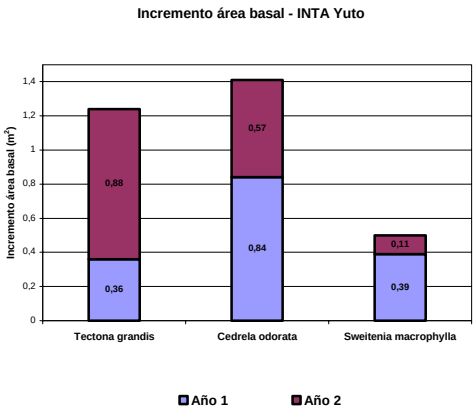


Distribución de frecuencias de diámetro de Tectona grandis - INTA Yuto - año 2

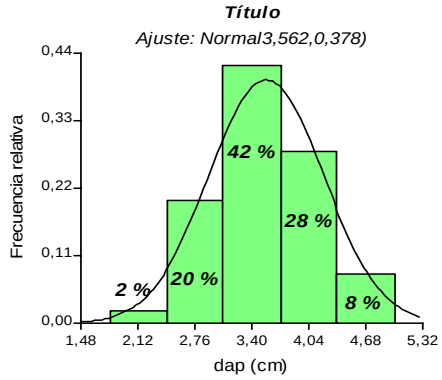


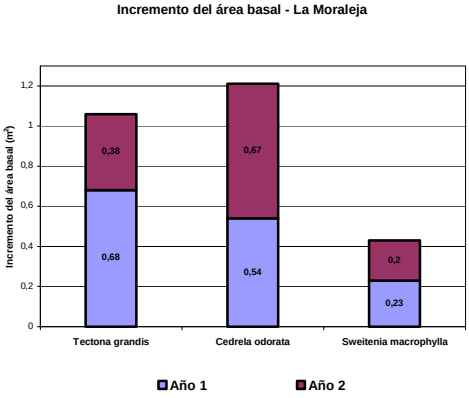


Distribución de frecuencias de diámetro de Swietenia macrophylla - INTA Yuto - año 2

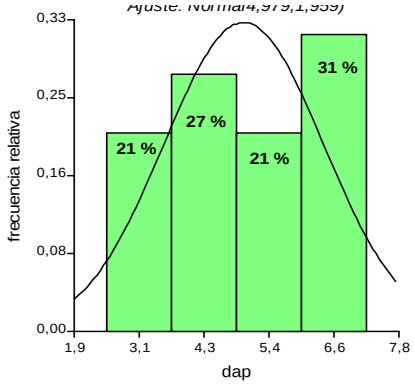


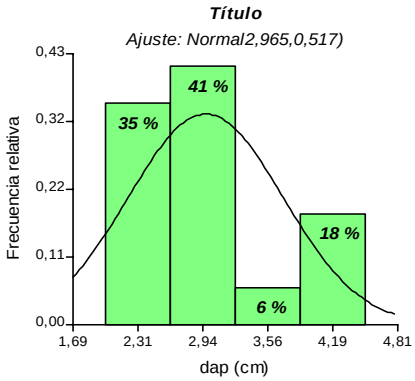
Distribución de frecuencias de diámetro de Cedrela odorata - INTA Yuto - año 2



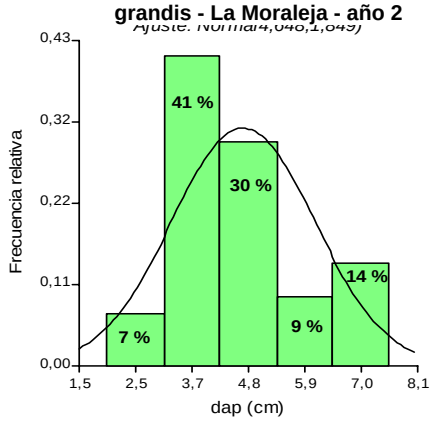


Distribución de frecuencias de diámetro de Cedrela odorata - La Moraleja - año 2





Distribución de frecuencias de diámetro de Tectona grandis - La Moraleja - año 2



Distribución de frecuencias de diámetro de Swietenia macrophylla - La Moraleja - año 2

DISCUSIÓN

Las tres especies introducidas: caoba, teca y cedro mexicano, han mostrado una buena adaptación a las condiciones de los sitios donde se están realizando las experiencias. Esta afirmación se realiza analizando factores genéticos, ecológicos y silvícolas.

El germoplasma utilizado fue de buena calidad teniendo en cuenta el porcentaje de germinación logrado en los ensayos de vivero; durante la etapa de almácigos y por los prendimientos logrados cuando fueron transplantados a los recipientes de cría.

La evolución de las magnitudes dasométricas, como el dap, altura de fuste y altura total, son satisfactorias para las tres especies a pesar de la corta duración de esta experiencia; inclusive si consideramos las variantes con y sin riego en el INTA Yuto; y con riego solamente para las condiciones ambientales más limitantes de La Moraleja S.A.

La distribución de los dap en función de las frecuencias muestran en ambos sitios una distribución normal; con bajos porcentajes para los diámetros menores y altos porcentajes para los diámetros mayores.

La evolución del área basal muestra valores significativos para estos dos años que permiten inferir ciclos de producción de mediano plazo (20 a 25 años) muy alentadores si consideramos la calidad maderable y elevada cotización de esta especies en el mercado de madera.

BIBLIOGRAFIA

Arias, L.U. 2003. Advances in management and teak productivity in Central America. Paper presented at the ITTO/Kerala Forest Research Institute International Conference on Quality

Timber Products of Teak from Sustainable Forest Management, 2-5 December 2003, Peechi. India.

Cintron, B.B. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. En: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., eds. Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 250-257.

Negreros-Castillo, P. & Mize, C.W. 2003. Enrichment planting and the sustainable harvest of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Quintana Roo, Mexico. *In* A. Lugo, J. Figueroa-Cólon & M. Alayón, eds. *Big-leaf mahogany: genetics, ecology and management*, p. 278-287. New York, USA, Springer Verlag.

Snook, L.K. 2003. Regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatan forests. *In* A. Lugo, J. Figueroa-Cólon & M. Alayón, eds. *Big-leaf mahogany: genetics, ecology and management*, p. 169-192. New York, USA, Springer Verlag.

MANEJO DE LA REGENERACION NATURAL DE *Prosopis sp*. (Algarrobo sp.)

MANAGEMENT OF THE NATURAL REGENERATION OF *Prosopis sp*. (Algarrobo sp.)

Pedro Delvalle [1]

SUMMARY

The forest inventories of 1980-82, made by the governments of Chaco and Formosa, reveal extensive surfaces of forests of natural regeneration of Prosopis dawn (white Locust) or Prosopis nigra (black Locust). Recent forest studies, demonstrate that the algarrobales is the representative ecosystem of the region (Address of Forests - Chaco. 2002).

The current production of locust rolls in both states is of two hundred thousand tons per year, that end up in carpentries or as furniture.

Place of the trial: Field joined to *General Obligado* located at 59º 25 ' of western longitude and 27º 20 ' of southern latitude, in a clayey and saturated with moisture place.

A thinning trial (exploratory) was set up in a Rodal of natural regeneration of Prosopis sp. of 5 hectares. (of 16 years). Four treatments were applied. T1 = witness; T2 = Thinning to High Basal Area; T3 = Thinning to Medium Basal Area and T4 = Thinning to Low Basal Area. It was set up in 1995 and it concluded in 2001. The Treatment T3 offered the best results. The average diametrical increase per year 10 mm. and an average growth of 3 m3/ha/año, always on the rise in poor quality soils.

Key words: Forestry. Thinning. Basal area. Locust sp.

RESUMEN

Los inventarios forestales de 1980-82, efectuados por los gobiernos de Chaco y Formosa, revelan extensas superficies de masas boscosas de regeneración natural de Prosopis alba (Algarrobo blanco) o Prosopis nigra (Algarrobo negro). Estudios dasocráticos recientes, demuestran que los algarrobales son ecosistemas representativos de la región (Dirección de Bosques – Chaco. 2002).

La producción actual estimada de rollos de algarrobo en ambas provincias es de doscientas mil toneladas por año, con destino a carpinterías y mueblerías.

Lugar del Ensayo: Campo Anexo General Obligado ubicado a 59º 25’ de Longitud oeste y 27º 20’ de Latitud sur, en un sitio arcilloso e hidromórfico.

Se instaló un ensayo de raleo (exploratorio) en un Rodal de regeneración natural de Prosopis sp. de 5 has. (de 16 años). Se aplicaron 4 tratamientos. T_1= Testigo; T_2= Raleo a Área Basal Alta; T_3= Raleo a Área Basal Media y T_4= Raleo a Área Basal Baja. Se instaló en 1995 y concluyó en el 2001. El Tratamiento T_3 brindó los mejores resultados. Incremento diametral promedio 10 mm. Anuales y un crecimiento corriente de 3 m^3/ha/año.,en franco ascenso en suelos de baja calidad.

Palabras claves: Silvicultura. Raleos. Area Basal. Algarrobo sp.

[1] Ing. Ftal. – Técnico de la Estación Experimental Agropecuaria INTA – Colonia Benítez _ Chaco
E_mail: pdelvalle@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN /INTRODUCTION

Según Inventario Forestal Nacional del año 2001, de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Provincia del Chaco posee 4.531.077 has. y Formosa 3.103.371 has. de tierras forestales.

En los Inventarios Forestales de 1980-82 de la Provincia del Chaco y de 1977-80 de Formosa la especie algarrobo (blanco ó negro) es un conspicuo representante. Se registra su abundancia en distintos tipos forestales, en masas entremezcladas ó puras. Es conocida su capacidad de especie colonizadora, sus frutos son consumidos por animales silvestres y domésticos (zorros, ñandúes, venados, caballos, vacas, etc.); que por vía digestiva escarifica la semilla, facilitando la germinación. (Valentíni – 1970).

Diversos autores Valentíni – 1970, Delvalle, P. - 1980, sostienen que si una especie regenera sin dificultades y en forma abundante, el trabajo de la Silvicultura se reduce en forma considerable.

Los estudios dasocráticos realizados en la región (en Bosques heliófilos), en predios de productores indican que el Algarrobo; el Quebracho colorado – (Schinopsis balansae) y el Quebracho blanco – (Aspidosperma quebracho blanco), son las especies que mayor abundancia de regeneración natural posee.

En la Provincia del Chaco en el año 2002 se produjeron más de un millón de toneladas de maderas para: Leña, Aserraderos, Carpinterías, Tanino, Furfural y Carbón, por un valor comercial total de trescientos millones de pesos (40% de dichos ingresos corresponde a algarrobo). Las series estadísticas anuales del gobierno, muestran los incrementos de las extracciones para distintos usos.

- Con tratamientos silvícolas se logran: reducir los turnos de cortas; maderas de mejor calidad y valor y mayor grado aplicación ó usos.(Finegan, B.1993).
- No existe en la región tecnología silvícola de conducción de algarrobales.

El objetivo del Ensayo fue evaluar el efecto del raleo y poda en Parcelas de Medición Permanente de Alta, Media y Baja Área Basal sobre el crecimiento en diámetro, altura y productividad (crecimiento promedio y corriente).

MATERIALES Y MÉTODOS /MATERIALS AND METHODS

Fecha de instalación del Ensayo = 06/1995.

Fecha de conclusión del Ensayo = 06/2001.

Ubicación: En el Campo Anexo General Obligado, de pendiente de la E.E.A. INTA Colonia Benítez; a 59º - 25’ de Longitud oeste y a 27º - 20’ de Latitud sur.

Características edáficas del sitio = representado por la Serie “Charadai” (Símbolo de mapeo: Che). Es un natracualf típico que se encuentra en lomas bajas tendidas, evolucionadas, de relieve subnormal. Tiene un horizonte superficial lixiviado, color gris claro, textura pesada y media; un subsuelo gris, textura pesada, con abundantes concreciones y muñequillas de carbonato de calcio, que descansa sobre un material gris rojizo, gleyzado, textura pesada, laxiviado de carbonatos. Moderadamente alto contenido de materia orgánica; alta capacidad de retención de agua hasta los 170 cm de profundidad estudiados; muy fuertemente ácido en superficie, neutro en profundidad; muy rico en calcio, moderado en magnesio y potasio; alta capacidad de intercambio de cationes; alto porcentaje de saturación de bases. Suelo arcilloso, montmorillonítico.

En resumen la Serie Charadai presenta : Permeabilidad = Lenta; Erosión = moderada; Drenaje = imperfecto; Salinidad = moderadamente sódico; temporariamente anegable; moderada disponibilidad de materia orgánica.

Carta de Suelos del Campo Anexo General Obligado. Ledesma, L.L. – 1992.

Descripción de las parcelas de estudio: /Description of the study lots

En un rodal de Regeneración Natural de Prosopis sp. (mezcla de algarrobo blanco y negro) de 6 has. y de dieciséis años de edad, se instaló un ensayo exploratorio de raleo sin repeticiones. Los tratamientos fueron cuatro: T_1 = Parcela Testigo: T_2 = Raleo a Área Basal Alta; T_3 = Raleo a Área Basal Media y T_4 = Raleo a Área Basal Baja. Al azar se instalaron 4 parcelas de medición permanente (PMP) de mil metros cuadrados cada una. En T_2 se extrajo un 30% del área basal inicial; en T_3 un 45% y en T_4 un 60%. La superficie de cada tratamiento fue de una hectárea con su correspondiente bordura interna y perimetral.

Al instalar el Ensayo en cada PMP, todos los árboles fueron numerados y marcados con pintura, su diámetro normal (DN = 1,30 m); concluido los tratamientos (raleos) fueron verificados los árboles remanentes.

La variable respuesta medida anualmente (junio-julio) fue (DN) diámetro normal y cada dos años (incluyendo el 1º) se midieron = altura total; altura del fuste y diámetro de la copa. Para el análisis de dichas variables se utilizó estadística descriptiva.

El DN se midió con cinta forestal con precisión del milímetro; Altura total con clinómetro, con precisión del decímetro; Altura del fuste con Vara graduada con precisión del centímetro; Diámetro de copa en cuatro radios con precisión del decímetro.

En el raleo "por lo bajo" en todos los tratamientos menos el testigo, se eliminaron ejemplares tortuosos, bifurcados y dominados; se aplicó 2º raleo en el año 2000. El escamondo de ramas laterales al 50% de la altura total, se realizó el 1º ,3º y 6º año de tratamiento (1995-97 y 2000). Para eliminar ramas finas se utilizaron serruchos y ramas gruesas con motosierras de 40 cm^3.

El 2º y 3º escamondo se realizó con podadora con vara telescópica.

Para la determinación de volumen, se utilizaron tablas de algarrobo blanco confeccionadas por la Dirección de Inventario Forestal de la Provincia de Formosa, en l.980., corroborado con tablas de uso local.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN /RESULTS AND DISCUSSION

En los 4 tratamientos y entre los años 1995-2001, se analizaron la evolución de las siguientes variables: diámetro normal (DN); altura total (ht); altura del fuste (hf); Área Basal (AB); Volumen de madera; Crecimiento Corriente y Cobertura de Copa, que se indican en los cuadros Nº 1 a 10. También se registraron las precipitaciones pluviales mensuales y anuales en el lugar del ensayo.

Planilla N° 1: precipitaciones /Sheet 1: rainfall
Lugar: Campo Anexo General Obligado – Provincia del Chaco
Place: Field joined to *General Obligado* – Province of Chaco

Mes / Período	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	TOTAL
1995-96	35	58	36	67	222	320	112	246	32	5	0	24	1.157
1996-97	69	170	167	295	114	332	15	59	62	21	19	8	1.331
1997-98	110	229	149	191	264	329	249	394	19	57	12	41	2.054
1998-99	17	67	211	281	154	151	192	129	59	38	27	0	1.326
1999-00	8	18	91	141	194	278	129	138	84	55	8	55	1.199
2000-01	34	227	139	173	100	90	87	143	3	42	8	54	1.100

Planilla N° 2: precipitaciones y crecimiento corriente
T_1: Parcela Testigo
Sheet 2: rainfall and current growth
T_1: Witness lot

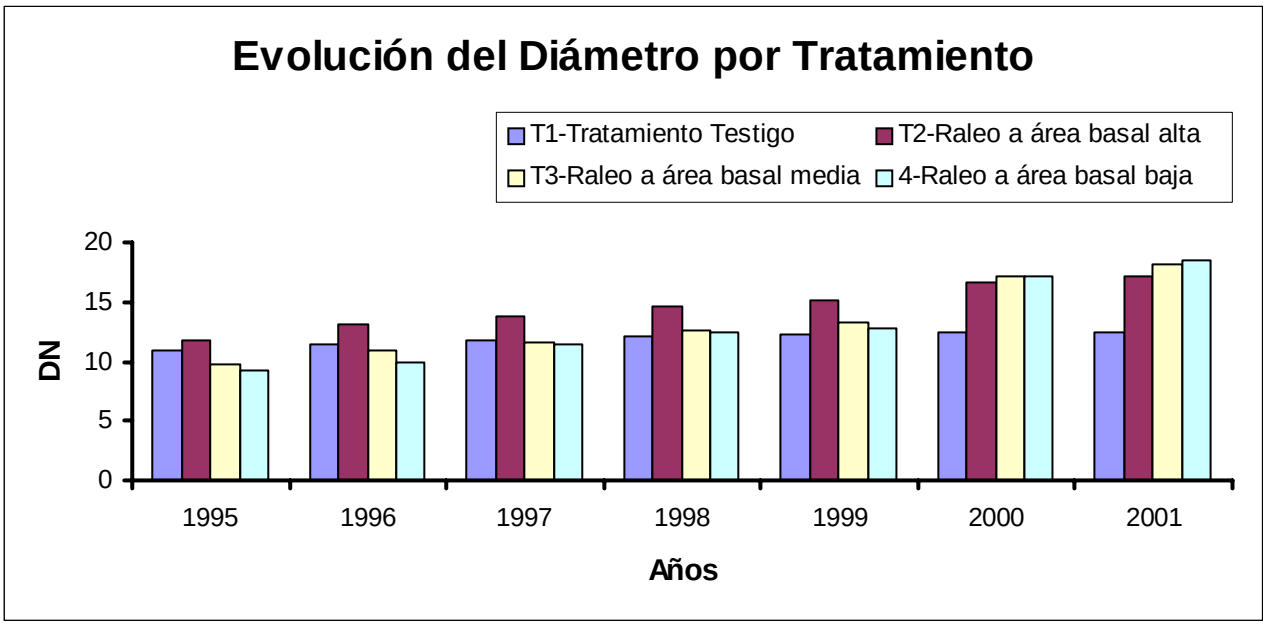
PERÍODO	PRECIPITACIÓN (mm)			CRECIMIENTO CORRIENTE (m^3/ha/año)
	1er Semestre Set-Feb	2do Semestre Mar-Ag	TOTAL (mm)	
1995-96	740	430	1.170	2,675
1996-97	1.445	180	1.625	0,232
1997-98	1.330	760	2.090	1,250
1998-99	880	470	1.350	1,470
1999-00	730	470	1.200	0,760
2000-01	763	338	1.101	0,820

Cuadro 1 = Densidad por hectárea por Tratamiento
Table 1 = Density per hectare for Treatment

Tratamiento / Año	T_1-Tratamiento Testigo	T_2-Raleo a área basal alta	T_3-Raleo a área basal media	T_4-Raleo a área basal baja
	Nº de ejemp/ha	Nº de ejemp/ha	Nº de ejemp/ha	Nº de ejemp/ha
1995	720	470	410	320
1996	720	470	410	320
1997	720	470	410	320
1998	720	470	410	320
1999	720	470	410	320
2000	720	300	220	150
2001	720	300	220	150

Cuadro 2= Evolución del Diámetro medio por Tratamiento (en cms)
Table 2= Evolution of the mean diameter for Treatment (in cm)

Trat. / Año	T1-Tratamiento Testigo		T2-Raleo a área basal alta		T3-Raleo a área basal media		T4-Raleo a área basal baja	
	Diámetro (DN)(cms)	STD	Diámetro (DN)(cms)	STD	Diámetro (DN)(cms)	STD	Diámetro (DN)(cms)	STD
1995	10,98	3,32	11,80	3,84	9,72	4,06	9,30	3,46
1996	11,50	3,45	13,13	4,02	10,92	4,12	10,00	4,07
1997	11,75	3,56	13,74	4,10	11,67	4,09	11,50	3,70
1998	12,05	3,59	14,61	4,12	12,65	4,19	12,40	3,65
1999	12,29	3,74	15,16	4,15	13,25	4,27	12,84	3,21
2000	12,40	3,70	16,60	3,84	17,17	3,44	17,06	2,28
2001	12,36	3,86	17,14	3,74	18,22	3,48	18,46	2,36



Cuadro 3= Incremento Anual del Diámetro medio por Tratamiento (en cms)
Table 3= Annual increase of mean diameter for Treatment (in cm)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	(DN) (cms)	(DN) (cms)	(DN) (cms)	(DN) (cms)
1995	-	-	-	-
1996	0,52	1,35	1,20	0,68
1997	0,25	0,61	0,59	0,68
1998	0,30	0,87	0,98	0,91
1999	0,24	0,50	0,60	0,57
2000	0,11	-	-	-
2001	0,30	0,54	1,05	1,40

Cuadro 4= Evolución de la Altura total media (ht $\overline{X}$ -m) por Tratamiento
Table 4= Evolution of mean total height (ht $\overline{X}$ -m) for Treatment

	T1-Tratamiento Testigo		T2-Raleo a área basal alta		T3-Raleo a área basal media		T4-Raleo a área basal baja	
	ht media	STD	ht media	STD	ht media	STD	ht media	STD
1995	5,70	0,70	6,45	0,95	5,75	1,22	5,55	0,92
1996	6,15	0,83	6,90	0,92	6,20	1,04	5,85	1,09
1997	6,20	0,78	7,10	0,95	6,40	0,95	6,20	1,00
1998	6,35	0,78	7,40	0,84	6,80	1,14	6,50	1,06
1999	6,80	0,75	8,00	0,85	7,40	1,00	7,10	0,85
2000	7,10	0,60	8,35	0,87	8,10	0,75	7,80	0,80
2001	7,30	0,50	8,70	0,70	9,15	0,57	8,40	0,43

Cuadro 5= Evolución de la Altura media del fuste (hfX-m) por Tratamiento
Table 5= Evolution of mean height of timber (hfX-m) for Treatment

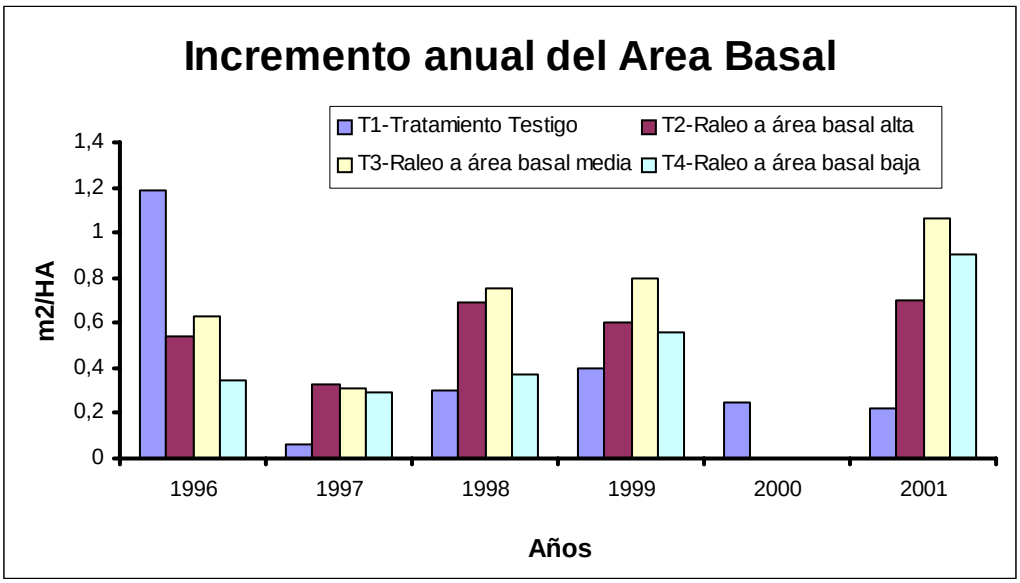
	T1-Tratamiento Testigo		T2-Raleo a área basal alta		T3-Raleo a área basal media		T4-Raleo a área basal baja	
	ht media	STD	ht media	STD	ht media	STD	ht media	STD
1995	2,40	0,52	2,10	0,40	2,50	0,60	2,15	0,56
1996	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	2,40	0,52	3,05	0,49	3,15	0,65	2,95	0,45
1998	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	2,40	0,52	4,00	0,60	4,20	0,55	3,80	0,43

Cuadro 6= Evolución del Area Basal Total (AB) por Tratamiento (m2/ha)
Table 6= Evolution of Total Basal Area (BA) for Treatment (m2/ha)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	AB/ha	AB/ha	AB/ha	AB/ha
1995	7,25	5,04	3,96	3,13
1996	8,44	5,37	4,59	3,48
1997	8,50	5,91	4,90	3,80
1998	8,80	7,09	5,65	4,17
1999	9,23	7,20	6,45	4,73
2000	9,48	6,50	5,50	3,50
2001	9,70	7,20	6,56	4,40

Cuadro 7= Incremento anual del Area Basal (AB) por Tratamiento (m2/ha)
Table 7= Annual increase of Basal Area (BA) for Treatment (m2/ha)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	Incremento AB	Incremento AB	Incremento AB	Incremento AB
1995	-	-	-	-
1996	1,19	0,54	0,63	0,35
1997	0,06	0,33	0,31	0,29
1998	0,30	0,69	0,75	0,37
1999	0,40	0,60	0,80	0,56
2000	0,25	-	-	-
2001	0,22	0,70	1,06	0,90

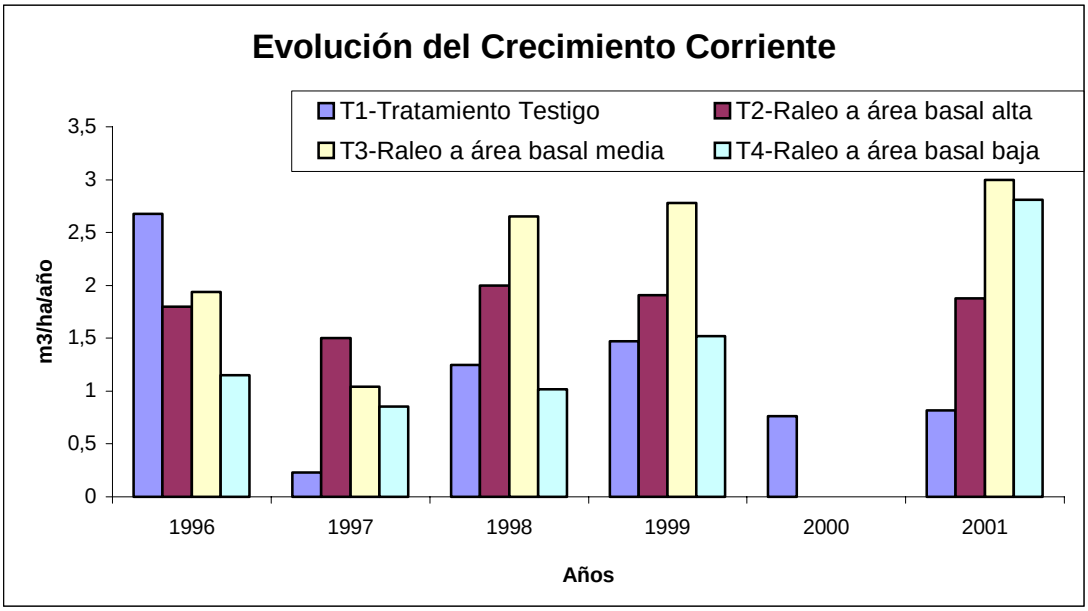


Cuadro 8= Evolución del Volumen del Fuste por Tratamiento (m3/ha)
Table 8= Evolution of Volume of timber for Treatment (m3/ha)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	Volumen del Fuste	Volumen del Fuste	Volumen del Fuste	Volumen del Fuste
1995	23,490	16,510	12,730	10,600
1996	27,170	18,060	14,670	11,750
1997	27,400	19,830	15,710	12,510
1998	28,650	21,830	18,360	13,530
1999	30,120	23,740	21,140	15,040
2000	30,880	21,200	17,140	9,645
2001	31,700	23,080	20,140	12,455

Cuadro 9= Evolución del Crecimiento Corriente (m3/ha/año)
Table 9= Evolution of Current growth (m3/ha/año)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	Cr. Cte.	Cr. Cte.	Cr. Cte.	Cr. Cte.
1995	-	-	-	-
1996	2,675	1,800	1,940	1,150
1997	0,230	1,500	1,040	0,855
1998	1,250	2,000	2,650	1,020
1999	1,470	1,910	2,780	1,520
2000	0,760	-	-	-
2001	0,820	1,880	3,000	2,810



Cuadro 10= Evolución de la Cobertura de Copa (C.C. - %)
Table 10= Evolution of tree top coverage (C.C. - %)

	T1-Tratamiento Testigo	T2-Raleo a área basal alta	T3-Raleo a área basal media	T4-Raleo a área basal baja
	C.C. %	C.C. %	C.C. %	C.C. %
1995	100	74	45	37
1996	-	-	-	-
1997	100	90	65	55
1998	100	70	59	45
1999	-	-	-	-
2000	100	80	60	50
2001	100	70	50	40

En el lugar del ensayo se toman registros pluviométricos de las precipitaciones. (Plla. N° 1).

La información se presenta por período vegetativo (Plla. N° 2):

Período 1995-96: La distribución de la precipitación es uniforme, adecuada, obteniéndose un crecimiento normal del bosque.

Período 1996-97: Se registra en el primer semestre inundación y en el segundo sequía.

Se tomaron mediciones dasométricas comprobándose que los crecimientos de (diámetros, alturas, etc.) fueron casi nulos ó mínimos.

Período 1997-98: Se produjo un exceso de precipitación (inundación) prácticamente en todo el período, con crecimiento deficiente del bosque.

Período 1998-99: La distribución de la precipitación es casi normal y el crecimiento es normal.

Período 1999-00: En el inicio del período se presenta un déficit hídrico hasta el tercer mes, que luego se normaliza; con crecimiento que se aproxima a un período normal.

Período 2000-01: En el 1er semestre se registra precipitación normal y en el 2do semestre un leve déficit de precipitaciones.

De los seis períodos evaluados desde el punto de vista de la precipitación, 3 son: normales y 2 anormales (inundación-sequía) y un intermedio (normal-déficit). Por los resultados obtenidos el factor precipitación incide significativamente en el crecimiento y desarrollo de la masa boscosa (Gonzalez, V.E. - 1947).

Se presentan los resultados de las mediciones de las variables consideradas, período 1.995-01.

Planilla N° 1: Precipitación y Crecimiento Corriente.

- Indica el comportamiento del crecimiento corriente en función a la precipitación anual.

Cuadro N° 1: Densidad por ha., por Tratamiento. Post-tratamiento desde 1.995 y hasta 2001.

Las densidades posterior al primer raleo fueron (1995): T_1 = Parcela Testigo = 720 Arb/ha; T_2 = 470 Arb/ha; T_3 = 410 Arb/ha y T_4 = 320 Arb/ha; y posterior al segundo raleo (2000) fueron: T_1 = 720 Arb/ha; T_2 = 300 Arb/ha; T_3 = 220 Arb/ha y T_4 = 150 Arb/ha.

Cuadro N° 2: Evolución del Diámetro, por tratamiento.

T_1 = Parcela Testigo: en seis años incrementó su diámetro un 12,56%, respecto al valor inicial, T_2 = un 46%; T_3 = un 87% y T_4 = un 98,49%.

Los crecimientos diametrales son significativos a medida que se intensifican los raleos (Volkart, C.M. - 1972).

Cuadro N° 3: Incremento Anual del Diámetro por Tratamiento.

El incremento anual del diámetro de las especies, está condicionado por su densidad, área basal, cobertura de copa (en especies heliófilas como el algarrobo) y por la precipitación y distribución de la lluvia en el período vegetativo. Pero en general como indica el cuadro, a menor área basal mayor es el incremento diametral (Finegan, B. – 1993. Kolln, R. Et all - 1995.

El exceso temporario de agua en el suelo afecta poco el crecimiento del algarrobo, en cambio el déficit de agua lo afecta negativamente.

Cuadro N° 4: Evolución de la altura total media.

T_1 = incrementó su altura en un 28%, respecto a la altura inicial; T_2 = 36,92%; T_3 = 59,13% y T_4 = 51,35%. El raleo a área basal media, logró el mejor incremento en altura; en cambio en T_4 demuestra que la baja área basal, no incentiva el crecimiento en altura.

Cuadro N° 5: Evolución de la Altura Media del Fuste.

En julio/95 el rodal de Algarrobo de Regeneración Natural fue podado íntegramente a una altura de 2 – 2,40 m. de fuste, con limpieza rasante del sotobosque, a efectos de limitar daños de posibles incendios accidentales.

El criterio empleado en la altura de poda, es no superar el 50% de la altura total. Algunos silvicultores sostienen que hasta ese porcentaje no se afecta el crecimiento normal del árbol (8).

En relación a la Parcela Testigo, T_2 incrementó la altura del fuste libre de nudo un 67%; T_3: un 75% y T_4: un 58%.

Cuadro N° 6: Evolución del área basal total.

- Este parámetro tiene relación con la especie, densidad y calidad de sitio.

En un período de 6 años T_1 incrementó su área basal en 33%; T_2 = 43%; T_3 = 66% y T_4 = 40%.

En el raleo/00, se redujo el área basal de T_2 = 10%; T_3 = 15% y T_4 = 25%.

Cuadro N° 7: Incremento anual del área basal.

El tratamiento T_1 (Parcela Testigo) en el período 95/96 (precipitación normal) registra su mayor incremento de área basal 1,19 m^2/ha, en los períodos posteriores los incrementos son mínimos. Ese alto valor indicaría que hasta la fecha el Rodal venía desarrollándose sin mayores problemas de competencia.

En el período 96/97 suceden dos fenómenos anormales: 1er semestre inundación (1.445 mm) y 2^{dp} semestre sequía intensa (180 mm), con nulo incremento del área basal. En los períodos posteriores los valores oscilan entre 0,22 – 0,40 m^2/ha.

Los incrementos de T_2; T_3 y T_4 son superiores, destacándose los últimos 3 años de T_3.

Cuadro N° 8: Evolución del volumen del Fuste.

En el período estudiado T_1 incrementó su producción de madera un 35%; T_2 = 55%; T_3 = 88% y T_4 = 56%.

Cuadro N° 9: Evolución del crecimiento corriente.

Salvo el primer período, en todos los otros períodos posteriores el crecimiento corriente de T_2; T_3 y T_4 superan ampliamente a T_1; incrementándose significativamente después del segundo raleo, estos resultados son similares a los obtenidos en raleos de Araucaria (10).

Cuadro N° 10: Evolución de la Cobertura de Copa.

En la parcela testigo T_1 la cobertura del vuelo es total y permanente. En T_2 en 1995 se dejó una cobertura del 74%; en 1997 incrementó su copa a 90%, reduciéndose al final del período a 70% a través de la 2da poda. En el año 2.001 con la tercera poda, se vuelve a reducir la copa, manteniéndose la cobertura en 70%.

En T_3 y T_4, también se mantuvo la cobertura de copa inicial.

Con poda hasta el 50 % de la altura total, la copa se desarrolla y a los 2 ó 3 años vuelve a adquirir su magnitud original.

CONCLUSIONES /CONCLUSION

- El Tratamiento T_3 = Raleo a Area Basal Media, produce los mayores incrementos en diámetro, área basal y volumen de madera.
- La especie soporta bien las sequías e inundaciones periódicas.
- Con tratamientos silvícolas (raleos y podas) se mejora la calidad del bosque de Algarrobo.
- Con los incrementos del diámetro y del fuste se logra volúmenes de madera de mayor calidad y se reduce el turno tecnológico.
- En bosques jóvenes coetáneos como el estudiado es posible realizar manejo silvopastoril, por el desarrollo de un denso pastizal, bajo la cubierta del bosque.
- La poda practicada al 50 % de la altura total no afecta mayormente el crecimiento, en cambio incrementa significativamente la longitud del fuste.
- El 2do y 3er levante de poda debería aplicarse a los 100 – 120 mejores ejemplares/ha, a un intervalo de 3 años.
- La falta de raleo produce el estancamiento por alta competencia de los individuos de la masa forestal.

BIBLIOGRAFÍA /BIBLIOGRAPHY

FINEGAN, Bryan – 1993- Estudios de Crecimiento y Rendimiento de Especies Arbóreas Maderables en Bosques Naturales Primarios y Secundarios, en Costa Rica. CATIE- Manejo Integrado de Recursos Naturales – Volumen 2 – pág. 17-24.

GONZÁLEZ Vazquez, E. – 1947- Selvicultura – Origen de los Montes Naturales – Pág. 104-130.

GOBIERNO DEL CHACO – 1998-200 – Estadística Forestal.

HAWLEY, R. y Smith, D. – 1982 – Métodos de Repoblación.

INVENTARIO FORESTAL FORMOSA – 1980. Inventario Forestal Chaco – 1982.

KOLLN, R. et. al. – 1995 – Ensayo de Intensidad de Raleos en Pinus taeda. VIII Jornadas Técnicas. Actas – UNAM_ El Dorado – Misiones – Argentina.
LAMPRECHT, H. – 1990- Silvicultura en los Trópicos. Dinámica de la Regeneración. Pág. 69-74.
PEREZ, V. et. al. 2001- Intensidades de Escamondo en Plantaciones de Grevillea robusta, de 2 y 3 años. 12º Reunión de Comunicaciones científicas y técnicas. UNNE. Pág. 97-98.
VALENTÍNI J. A. et. al. – 1978 – Estudio de suelo clima y crecimiento forestal en la Región del Parque Chaqueño Húmedo. Actas del 3er Congreso Forestal Argentino. Pág. 3-4.
VOLKART, C.M. – 1972 – Raleos en Araucaria angustifolia. 2da Comunicación – Actas del 7º Congreso Forestal Mundial. Tomo II. Pág. 1876-1887.

PREDICCION DE LA DISTRIBUCION DIAMETRICA DE UN BOSQUE NATIVO SOMETIDO A DIFERENTES TRATAMIETOS DE COSECHA, CON EL EMPLEO DE MATRICES DE TRANSICION.

NATIVE FOREST DIAMETER DISTRIBUTION PREDICTION SUBJECTED TO DIFFERENT HARVESTS TREATMENS, WITH THE EMPLOYMENT OF TRANSITION MATRIX.

de Oliveira, Adrián [1]
Teresczcuch, Mariela [1]
Mac Donagh, Patricio [2]
Toma Takeshi [3]

[1.] Estudiantes de Ingeniería Forestal, FCF. Eldorado Misiones. E–mail: deoliveiraadrian@yahoo.com.ar -- marielatere@yahoo.com.ar
[2.] Docente Investigador. FCF. UNaM. E–mail: mdonagh @ facfor. Unam. edu. ar
[3.] Center For international Forest Reseach.

SUMMARY

The objective of the present was to develop a prediction model of the distribution diameter with Transition Matrix techniques. This work was carried out in a native forest subjected to two harvesting treatments: conventional harvesting, and reduce impact logging. The data employed were the projected distributions diameter of a two year period (2002), and compared with the measures for the same year. Also it were compared the harvesting intensities and the frequencies obtained four and twelve years after.

The results shows that the predictions carried out for the year 2002 for the different harvesting treatments and that areas without intervention don't differ significantly in the real number of individuals at each diametric class at 0,05 level of significance.

Through the model application it were observed the effects on the diameter distribution. The Transition Matrix was an accurate tool to analyzed the harvesting intensities in each treatment.

It is recommended to predict future harvests with Matrix Transition for commercial species.

Key words: Transition Matrix, diameter distributions, prediction.

RESUMEN

El objetivo del presente fué construir un modelo de predicción de la distribución diamétrica con el uso de Matrices de Transición, para un bosque nativo sometido a una aprovechamiento convencional, de mínimo impacto, con así también una masa sin intervención y proyectar las distribuciones diamétricas a un período de dos años (2002), compararlas con los datos remedidos para el mismo año. Se comparó las intensidades de corta para cada tratamiento y las frecuencias obtenidas a los cuatro y doce años después del aprovechamiento.

Las predicciones realizadas para el año 2002 para los distintos tratamientos de cosecha y aquellas áreas sin intervención, no difieren significativamente del número real de individuos por clase diamétrica a un nivel de significación de 0,05.

A través del modelo se visualizaron los efectos sobre la distribución diamétrica. La matriz de transición fue una herramienta válida para analizar las intensidades de corta en los tratamientos de cosecha.

Se recomiendo para predecir futuras cosechas construir matrices de transición únicamente con especies comerciales.

Palabras claves: matriz de transición, distribución diamétrica, predicción.

INTRODUCCION

La proyección de la estructura diamétrica en el tiempo es de real importancia para el manejo y la economía de los bosques nativos. A partir de los diámetros futuros se pueden estimar las producciones y definir las intervenciones en la masa, que aseguren la sustentabilidad económica y ecológica de los bosques (SANQUETTA et al, 1995).

Entre los modelos por clase de diámetro, la Cadena de Markov o Matriz de transición es un importante instrumento para viabilizar una prognosis de la producción en un bosque nativo. La prognosis a partir de este método es realizada a través de la estimativa de las probabilidades de transición de los diámetros entre clases diamétricas, o sea proyectarlos hacia el futuro, a partir de la matriz de probabilidades de transición. Las probabilidades de la matriz de transición en un determinado período de medición son obtenidas por la razón de cambios ocurridos en una clase diamétrica, tales como: árboles que pasan de clase, árboles muertos y árboles que permanecen en la misma clase, por el número de árboles existentes en la clase diamétrica en cuestión, al inicio del período de crecimiento (SCOLFORO, 1997). El volumen y el área basal de las poblaciones pueden ser convenientemente calculados a partir del número de árboles en cada clase diamétrica (SANQUETTA et al, 1996).

La matriz de transición markoviana podría ser utilizada para simular las consecuencias de intervenciones programadas por el ordenador forestal, auxiliándolo en la toma de decisiones tratando de optimizar la utilización de los recursos forestales. Este modelo, si es explorado de manera eficiente, podrá constituir una herramienta de gran valor para la búsqueda de soluciones relativas al manejo en el régimen del rendimiento sostenido de los bosques naturales. (SANQUETTA et al, 1996). Puede ser utilizado para elaborar simulaciones del desarrollo futuro del bosque después de una explotación. El mismo es apropiado para estudiar, a corto plazo, los cambios en la distribución diamétrica, además es útil para estudiar el efecto de diferentes tratamientos y opciones de manejo sobre las tazas de crecimiento de la población (DE AZEVEDO et al, 1994).

El aprovechamiento forestal es considerado muchas veces como el primer tratamiento silvicultural destinado al manejo de un bosque natural, el mismo debe ser bien planificado y con un buen control de las operaciones, lo cual traduce a menores costos de operación y menores daños al bosque remanente, a esto se le denomina aprovechamiento mejorado. En contra posición a este se encuentra el aprovechamiento convencional (LOUMAN Y OTROS, 2001).

Es muy importante para la Ordenación Forestal tener una proyección de la distribución diamétrica de la masa arbórea, con el objetivo de planificar sus intervenciones y tender a un mejor manejo del recurso.

El objetivo general del presente trabajo fue construir un modelo de predicción de la distribución diamétrica con el uso de Matrices de Transición, para un bosque nativo sometido a tres tratamientos uno de explotación Comercial, otro de Mínimo Impacto, con así también una masa sin intervención. Además se proyectó las distribuciones a un período de dos años (2002) y comparó con los datos remedidos para el mismo año. Se evaluar las intensidades de corta para cada tratamiento y la evolución de la distribución diamétrica a los cuatro y doce años de realizada la explotación.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó dentro del marco del proyecto "Evaluación de los impactos del aprovechamiento sobre los ecosistemas forestales". El mismo tuvo inicio en el año 1998, actualmente se está desarrollando la segunda fase, habiéndose finalizado la primera en el año 2000, con financiamiento del Center for International Forestry Research (CIFOR) con sede en Bogor, Indonesia. El mencionado proyecto se esta llevando a cabo en la Reserva de Usos Múltiples: Área Experimental y Demostrativa Guaraní, perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), bajo la administración técnica de la Facultad de Ciencias Forestales (FCF).

1. Descripción del ensayo:

En el año 1998, se instalaron 18 parcelas de 1 ha, en las cuales se relevaron todos los ejemplares arbóreos y palmas de más de 10 cm. de diámetro a la altura del pecho (dap). Las dimensiones de las parcelas fueron de 200 x 200 metros cada una, las cuales contaban con una parcela central de 100 x 100 metros, donde se concentraron las mediciones de estructura y regeneración arbórea.

Entre los meses de junio y julio del año 1999 el área bajo estudio fue sometida a una explotación de sus recursos primarios, en la cual básicamente se comparó los efectos del aprovechamiento de impacto reducido con uno convencional (comercial), dejando áreas como testigo.

Para este ensayo se seleccionó un total de 72 has. de las cuales 60 has. fueron aprovechadas según los dos tratamientos siguientes:

- Tratamiento de cosecha de impacto reducido (CIR), cuyo fundamento fue aplicar criterios de sustentabilidad en la selección de los árboles a cortar. En función de esto se estableció el recorrido de la maquinaria dentro de la parcela, la ubicación de las vías de saca y las planchadas. Como consecuencia se establecieron las intensidades de tránsito permisibles para cada sector del terreno. (9 parcelas).
- Tratamiento de cosecha comercial (CC) donde el obrajero (contratista de maquinaria) debió seleccionar los individuos a cortar, y también establecieron sus recorridos y planchadas dentro de cada parcela. (6 parcelas).
- Quedando 3 parcelas como control o testigo (PT), en donde no se cortaron árboles y no se realizó ningún tránsito con maquinaria (3 parcelas) (Mac Donagh et al., 2002).

Las remediciones post-aprovechamiento se realizaron en forma sucesiva, en los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004.

2. Tornado:

En el año 1998 un tornado afectó las parcelas del ensayo, causando la muerte de algunos individuos y sus consecuentes daños en otros, afortunadamente estos efectos se pudieron diferenciar de los causados por la explotación como así también los individuos que murieron naturalmente.

3. Análisis de datos:

3.1 Matriz de transición original:

Las Matrices de Transición para las Parcelas Testigo fueron construidas de la siguiente manera. Su representación matemática puede ser descripta como:

$$(A) \cdot (E_0) + (R) = (E_1)$$

Donde:

(A) = Matriz de transición que contienen las probabilidades de que un árbol pase a otra clase diamétrica por medio del crecimiento con el tiempo.

(E_0) = Vector de stock en el momento cero, o sea, la distribución diamétrica antes de la predicción.
(R) = Vector del reclutamiento.
(E_1) = Vector de stock en el momento uno, en el tiempo de predicción futuro.

Obtención de las probabilidades de transición:

$b_j = INCR_{j\,0} / A_j$ $\quad m_j = M_{j\,0} / E_0$ $\quad a_j = 1 - b_i - a_i$

Donde:
b_j: Probabilidad de transición a otra clase.
m_j: Probabilidad de muerte durante el tiempo de permanencia en la clase.
a_j: Probabilidad de permanencia en la clase.
$INCR_{j\,0}$: Incremento diamétrico medio de todos los árboles de cada clase, obtenido por diferencia entre mediciones (año 0) y remediación (año 1) en cm.
A_j: Amplitud de las clases diamétricas.
$M_{j\,0}$: Árboles muertos dentro del período comprendido entre 0 y la remedición, para j.
$_j$: Clases diamétricas estudiadas.
$_0$: Momento inicial del período de crecimiento considerado.

3.2 Matriz de transición después del corte:

Para la construcción de las matrices de los tratamientos CIR y CC se utilizó la metodología propuesta por SANQUETTA et al. (1996).

3.3 Consideraciones Generales:

Para el caso de la mortalidad en las PT se tuvo en cuenta aquella causada por el tornado únicamente en el primer período (1998 – 2000) desestimando esta última para la nueva proyección del año 2002.

Para los Tratamientos de cosecha CIR y CC, el cálculo de la mortalidad por daño se tuvo en cuenta tanto la causada por el tornado y por la explotación.

Los resultados de las distribuciones diamétricas (Frecuencias), los reclutamientos y los coeficientes para cada una de las matrices, fueron obtenidos a partir de datos promedios sobre el total de parcelas correspondientes a los diferentes tratamientos, logrando de esta manera valores por hectárea.

Los coeficientes de cada una de las matrices fueron calculados a partir de las mediciones de los años 1998 y 2000, por consiguiente el siguiente período de proyección fue a los dos años (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se detallan las matrices para cada tratamiento, en las cuales se presentan las frecuencias, los reclutamientos y los coeficientes para cada una de las clases diamétricas, para un período de transición de dos años.

Tabla 1. Matriz de Transición Original PT, por clases diamétricas (cm), para el período 1998 – 2000, por hectárea.

Table 1. Original Transition Matrix for control plos, by diameter classes (cm), for the period 1998 – 2000, by hectare.

1998	Clases diamétricas (cm)																		
2000	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	≥ a 80		Frecuencia Año 98		Ingresos		Frecuencia Año 2000
12,5	0,809	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		91		18		92
17,5	0,092	0,798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		50		5		53
22,5	0	0,102	0,778	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		41		1		38
27,5	0	0	0,148	0,806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		29		0		29
32,5	0	0	0	0,160	0,770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		24		0		23
37,5	0	0	0	0	0,147	0,831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	24	+	0	=	23
42,5	0	0	0	0	0	0,127	0,798	0	0	0	0	0	0	0	0		17		0		17
47,5	0	0	0	0	0	0	0,143	0,729	0	0	0	0	0	0	0		12		0		11
52,5	0	0	0	0	0	0	0	0,188	0,736	0	0	0	0	0	0		9		0		9
57,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,153	0,874	0	0	0	0	0		5		0		6
62,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,126	0,663	0	0	0	0		5		0		4
67,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,137	0,820	0	0	0		4		0		4
72,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,180	0,913	0	0		1		0		2
77,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,087	0,873	0		2		0		2
≥ a 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,127	0,900		5		0		5

Tabla 2. Matriz de Transición después del corte para CIR, por clases diamétricas (cm), para el período 1998 – 2000, por hectárea.

Table 2. Transition Matrix after harvesting for CIR, by diameter classes (cm), for the period 1998 – 2000, by hectare.

1998	Clases diamétricas (cm)																		
2000	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	≥ a 80		Frecuencia Año 98		Ingresos		Frecuencia Año 2000
12,5	0,807	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		69		14		70
17,5	0,11	0,793	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		45		5		48
22,5	0	0,12	0,800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		37		1		36
27,5	0	0	0,15	0,784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		29		0		28
32,5	0	0	0	0,15	0,781	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		24		0		23
37,5	0	0	0	0	0,14	0,798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	17	+	0	=	17
42,5	0	0	0	0	0	0,14	0,802	0	0	0	0	0	0	0	0		17		0		16
47,5	0	0	0	0	0	0	0,14	0,854	0	0	0	0	0	0	0		12		0		13
52,5	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,867	0	0	0	0	0	0		10		0		10
57,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,847	0	0	0	0	0		7		0		7
62,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,873	0	0	0	0		4		0		5
67,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,911	0	0	0		3		0		3
72,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,846	0	0		1		0		1
77,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0,920	0		1		0		1
≥ a 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,952		2		0		2

Tabla 3. Matriz de Transición después del corte para CC, por clases diamétricas (cm), para el período 1998 – 2000, por hectárea.

Table 3. Transition Matrix after harvesting for CC, by diameter classes (cm), for the period 1998 – 2000, by hectare.

1998	Clases diamétricas (cm)																		
2000	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	≥ a 80		Frecuencia Año 98		Ingresos		Frecuencia Año 2000
12,5	0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		54		12		54
17,5	0,13	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		47		5		49
22,5	0	0,13	0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		33		3		34
27,5	0	0	0,14	0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		28		1		26
32,5	0	0	0	0,14	0,72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		22		1		20
37,5	0	0	0	0	0,19	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	17	+	1	=	18
42,5	0	0	0	0	0	0,16	0,74	0	0	0	0	0	0	0	0		13		0		12
47,5	0	0	0	0	0	0	0,19	0,75	0	0	0	0	0	0	0		11		0		11
52,5	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0,70	0	0	0	0	0	0		9		0		8
57,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0,80	0	0	0	0	0		5		0		6
62,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,83	0	0	0	0		4		0		4
67,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17	0,71	0	0	0		0		0		1
72,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0,88	0	0		0		0		0
77,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0,92	0		0		0		0
≥ a 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,71		4		0		3

A la interpretación de las matrices se tomó como ejemplo el tratamiento CIR, en el que se puede observar en la primera clase diamétrica de 12,5 cm y para el intervalo de tiempo considerado, que el 80,7 % de los árboles permanecieron en la misma, el 11% de estos pasaron a la siguiente clase y el 8,3 % murieron por causas naturales (este último valor obtenido a partir de 1– bi – ai), ingresaron 14 individuos, contando además que para esa misma clase la frecuencia para el año 1998 fue de 68 individuos y transcurrido dos años(2000) pasó a tener 70 y así sucesivamente para todas las clases.

En las frecuencias diamétricas obtenidas para el año 2000 de las diferentes matrices de transición, podemos observar que en los tratamientos de impacto reducido y el comercial se registraron un menor número de individuos que para el caso de las parcelas sin intervención, debido principalmente a la reducción que sufrieron sus stocks causados por la mortalidad por daño y los individuos aprovechados. Realizando la misma comparación entre los tratamientos de cosecha, la convencional sufrió una mayor reducción en los árboles pertenecientes a la primera clase diamétrica, esto fue causado por una mayor mortalidad por daño.

Comparando los reclutamientos en las clases diamétricas que se produjeron entre los períodos 1998 – 2000 con base a la matriz de transición después del corte (CIR y CC), no se encontró un aumento del mismo debido a la apertura del dosel provocada por la retirada de los árboles. Analizando la base de datos se pudo corroborar que se registraron ingresos importantes entre el tercero y cuarto año de realizada la explotación, por lo tanto este es un factor a considerar en la construcción de nuevas matrices.

El número de individuos que se registraron en las últimas cuatro clases diamétricas, demostró que el tratamiento CIR mantuvo una distribución uniforme semejante a las parcelas testigo, manteniendo individuos en todas sus clases diamétricas, en tanto la CC no se registraron árboles en las clases 72,5 y 77,5 cm.

En todos los tratamientos no se pueden diferenciar si se tratan de especies de interés comercial.

Evaluación del comportamiento de las predicciones.

A partir de los datos tomados en los años 1998 – 2000 se realizaron proyecciones de las distribuciones diamétricas para el año 2002 y se compararon con la distribución observada para el mismo año. Se utilizó un test de bondad de ajuste Chi Cuadrado donde a través del mismo se comparó si las frecuencias observadas son estadísticamente homogéneas a las frecuencias estimadas.

Los resultados obtenidos reflejan que para un valor de chi cuadrado teórico, $X^2_{.95}$ para $v = k - 1 = 14$ grados de libertad correspondió a 23,7 mayor a los valores calculados, siendo para los tratamientos CIR, CC y PT de 4,22; 5,93 y 3,33 respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que las frecuencias observadas no difieren significativamente de las estimadas a un nivel de significación de 0,05. (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencias predichas vs. observadas para los diferentes tratamientos.

Table 4. Predicted vs. observed frequencies for the treatments.

Tratamiento	Parcelas Testigo		Tratamiento CIR		Tratamiento CC	
Clases diamétrica (cm)	Frecuencias predichas	Frecuencias observadas	Frecuencias predichas	Frecuencias observadas	Frecuencias predichas	Frecuencias observadas
12,5	92	101	70	79	53	66
17,5	56	55	51	45	51	46
22,5	36	32	36	33	35	31
27,5	29	29	27	25	26	24
32,5	22	19	22	23	19	16
37,5	23	24	16	15	19	18
42,5	16	17	15	14	12	10
47,5	11	9	13	11	10	11
52,5	9	9	11	10	7	6
57,5	6	4	8	5	6	5
62,5	3	4	5	5	5	4
67,5	4	4	4	3	1	1
72,5	2	2	1	1	0	1
77,5	2	2	1	1	0	0
≥ a 80	5	4	2	1	2	3

Como se puede observar en la tabla anterior, el número de árboles por hectáreas para el período observado y predicho, sigue en líneas generales la forma característica de "J" invertida característico del bosque nativo.

Intensidades de corta, frecuencias observadas y predichas.

En el siguiente análisis se buscó comparar las intensidades de corta para cada tratamiento y las frecuencias observadas a los cuatro años después de haber realizado el aprovechamiento y además compararlas con una proyección a los doce años. Se consideró las clases diamétricas desde 57,5 cm. en adelante, debido a partir de esta se realizaron los aprovechamientos.

A continuación se expone para cada tratamiento, las frecuencias existentes (pre-aprovechamiento) para el año 1998, el número de árboles apeados por clase, la frecuencia observada en el año 2002 y a partir de esta última se proyectó las existencias por clase para el 2010. (Tabla 5).

Tabla 5. Intensidad de corta, frecuencias observadas y predichas para cada tratamiento.

Table 5. Harvesting Intensity, frequencies observed and predicted for the each treatment.

Tratamiento	Testigo			Mínimo Impacto				Convencional			
Clases Diamétricas	Frec. 1998	Frec. 2002	Frec. 2010	Frec. 1998	Apeados 1998	Frec. 2002	Frec. 2010	Frec. 1998	Apeados 1998	Frec. 2002	Frec. 2010
57,5	5	4	6	7	0	5	7	6	1	5	5
62,5	5	4	2	5	1	5	6	5	1	4	5
67,5	4	4	3	3	0	3	4	1	1	1	2
72,5	1	2	4	2	1	1	2	1	1	1	2
77,5	2	2	2	1	0	1	1	1	1	0	1
≥ a 80	5	4	3	3	1	1	1	5	1	3	1

Donde: Frec.: Frecuencia año 1998; 2002 y 2010.

En las PT se puede observar que existe una transición de individuos de una clase a la otra tanto para el año 2002 como para el 2010 respecto a la frecuencia original.

La intensidad de corta realizada en el tratamiento CIR alcanzó a tres de las clases diamétricas estudiadas, con lo cual se pude inferir que la misma podría ser mayor, de por

lo menos un individuo por clase, si las prácticas de este tipo de aprovechamiento y la existencia de individuos interés comercial lo permitieren. En las primeras cinco clases analizadas para el año 2010 recupera el número de individuos existentes antes de la corta. Ocurriendo lo contrario en la última clase diamétrica donde la frecuencia para el último año considerado es baja respecto a que se aprovechó un individuo en la misma.

En el tratamiento CC se aprovecharon por lo menos un individuo en cada clase diamétrica. Se puede observar en las dos primeras clases analizadas como así también en la última, los individuos que quedaron en pie para el año 1998, se considera que no son de interés comercial, debido a las características propias de este tratamiento donde el criterio del obrajero es aprovechar la mayor cantidad de individuos posibles. Para el primer año estudiado post-aprovechamiento (2002) la masa comienza a recuperar su frecuencia original (1998) y para el último año considerado (2010) recupera e incluso mejora, en las clases diamétricas de 67,5 y 72,5 cm., el número de individuos a excepción de la última donde decrece a medida que transcurre el tiempo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La construcción de matrices de transición es una metodología sencilla, fácil de aplicar y tiene la ventaja de que puede ser construida con tan solo dos mediciones. Además el modelo es apropiado para ser utilizado como herramienta en la ordenación de nuestros bosques naturales.

Las matrices produjeron estimaciones satisfactorias de las distribuciones diamétricas para un período de dos años, para los distintos tratamientos de cosecha como así también para las parcelas sin intervención. Si bien se verificó que el presente modelo produjo resultados satisfactorios para las predicciones de las distribuciones diamétricas, el mismo no especifica la representatividad de las especies de interés comercial en cada clase diamétrica, se recomienda entonces construir nuevas matrices para las mismas, con el objetivo de proyectar la producción primaria del bosque en el tiempo. La misma no deja de ser una herramienta útil para el estudio y evaluación de la dinámica del bosque.

A través del modelo se visualizaron los efectos sobre la distribución diamétrica. La matriz de transición fue una herramienta válida para analizar las intensidades de corta en los tratamientos de cosecha.

AGRADECIMIENTO

Al director del proyecto CIFOR Ing. Ftal. Patricio Mac Donagh por facilitarnos la participación en el proyecto “Evaluación de los impactos del aprovechamiento sobre los ecosistemas forestales”.

Al Ing. Ftal. Fabio Moscovich, por la colaboración en el material bibliográfico.

BIBLIOGAFÍA

DE AZEVEDO, C. P.; LOPES de SOUZA, A.; CHAGAS CAMPOS, J. C.; de PAULA, G. 1994,. Predição da distribuição diamétrica da floresta Atlântica pelo emprego da matriz de transição. Revista Árvore, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 179-193.

GAUTO O. Apuntes de la Cátedra de Ordenación Forestal. FCF. UNaM.

LOUMAN; QUIRÓS; NILSSON. 2001. CATIE. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Pp. 134 – 136.

MAC DONAGH P., J. GARIBALDI , L. RIVERO, T. TOMA. 2002. Harvesting Neotropical forest: impact, tree damage an structure behavior. Convención Nacional de SAF. Winston-Salem En CD.

SANQUETTA, C.R.; ANGELO H.: BRENA, D.A. & MENDES J.B, 1995. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento da floresta natural com matriz markoviana de potência. Revista Floresta, v. 24, n. 1/2 , p. 23-37.

SANQUETTA, C.R.; ANGELO, H.; BRENA, D.A. et al. 1996 ba. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 65-78.

SCOLFORO, J. 1997. Manejo Forestal. UFLA / FAEPE – Modelagem da producâo, idade das floresta nativas, distribuicâo especial das especies e Análise estructural. Universidad de Labras. P. 210 – 217.

"ESPECIES DE USO MULTIPLE PARA LA RECUPERACION DE AREAS DEGRADADAS EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA."

"MULTIPLE USE SPECIES FOR DEGRADED AREAS RESTAURATION IN MISIONES, ARGENTINE."

Beatriz Irene Eibl [1]
Florencia Montagnini [2]
Silvana Soledad Besold [3]
Lisa Carolina Benitez [3]

[1] Docente Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni nº124 (3380) Eldorado Misiones. email: beibl@facfor.unam.edu.ar

[2] Professor in the Practice of Tropical Forestry, Yale University School of Forestry and Environmental Studies, 370 Prospect Street, New Haven, CT 06511, USA. email : florencia.montagnini@yale.edu

[3] Estudiante Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni nº124 (3380) Eldorado Misiones.

SUMMARY

We tried four native tree species of the subtropical humid forest of Misiones, Argentina in order to suggest alternatives for the recovery of abandoned sites, with physical and chemical degraded soils, after an intense use. The trials were in pure and mixed plantations with, including nitrogen fixing trees. *Astronium balansae* (urunday), planted in august 1993, showed the best adaptability (80% survival when mixed, and 7 m height) under degraded sites and adverse meteorological conditions (drought and frost). One of the nitrogen fixing species, *Enterolobium contortisiliquum* (timbó) planted in august 1991 also showed good growth (10 mts height and 23 cm diameter in media), and the others *Parapiptadenia rigida* (anchico colorado) and *Anadenanthera macrocarpa* (curupay) showed a good survival (96% and 72% respectively) during the first year. Longer term measurements are needed to assess their growth under degraded soil conditions. Several species had better survival and growth in mixed than in pure plantations.

Key words: degraded sites, restauration, native species, nitrogen fixing trees

RESUMEN

Las estrategias para la recuperacion de areas abandonadas por la agricultura, como una consecuencia de la intensa degradación física y química, requieren de la identificación de especies que puedan ser utilizadas en programas de restauración. Entre las especies nativas indicadas para estos fines, se han identificado como potenciales a: *Parapiptadenia rigida* (anchico colorado), *Anadenanthera macrocarpa* (curupay), *Enterolobium contortisiliquum* (timbo colorado) tres especies de la familia de las Leguminosas, del grupo Mimosoideas *y Astronium balansae* (urunday) de la familia de las Anacardiaceas. *P. rigida* y *A. macrocarpa* plantadas en octubre de 2003, fueron evaluadas en campo por su sobrevivencia (96% y 72% respectivamente) y crecimiento inicial. El *E. contortisiliquum* que fue plantado en agosto de 1991, actualmente con alturas promedio de 10 metros y diámetro de 23 cm. Mientras que el *A. balansae* (con 80% sobrevivencia en plantación mixta y 7 m altura en promedio) que fue plantado en agosto de 1993, además fue evaluado por su rusticidad ya que demostró la mejor tolerancia a condiciones meteorológicas adversas tales como sequías y heladas. Se necesitan mas

datos para evaluar las especies en su potencialidad para la recuperacion sobre todo en lo referido al desarrollo de las raíces por la compactación del suelo y la asociación con bacterias nitrificadoras. Algunas especies tuvieron mejor comportamiento en forma mixta que pura.

Palabras Clave: areas degradadas, restauración, especies nativas, leguminosas nitrificadoras

INTRODUCCIÓN

Las superficies de terrenos abandonados luego de ser utilizados durante décadas por intensa actividad agrícola, generan superficies importantes de suelo degradado y compactado que para la Provincia de Misiones significan aproximadamente 600 mil hectáreas (MINISTERIO..., 2003).

Las plantaciones puras o mixtas con ciertas especies de árboles tales como, *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel, *Bastardiopsis densiflora* (Hooker-Arnott) Hassler, *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong, entre otras especies de regiones tropicales y subtropicales pueden mejorar la condiciones químicas y físicas del suelo al aumentar el contenido de nutrientes y disminuir la compactación por la exploración de las raíces (MONTAGNINI et al., 1995, FERNANDEZ et al., 1997, MENDEZ y Steitzer, 1999).

El conocimiento de especies nativas que al mismo tiempo son económicamente valiosas y contribuyen a la recuperación de la fertilidad de los suelos es especialmente relevante porque además de la eventual mejora de las condiciones de los suelos, la plantación de estas especies provee fuentes de ingreso a los plantadores a corto, mediano y largo plazo. Las especies nativas además de su madera de alto valor comercial pueden estar mejor adaptadas al ecosistema local. Muchas especies que tradicionalmente son extraídas del bosque natural para fines maderables actualmente están desapareciendo del mercado, por este motivo las plantaciones comerciales con las mismas especies pueden reemplazar en un futuro inmediato, esta demanda.

En la Provincia de Misiones son pocas las experiencias de plantaciones con especies forestales nativas a cielo abierto. La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en colaboración con la Universidad de Yale (USA), mantiene desde 1989 investigaciones sobre la ecología de especies forestales nativas de la selva subtropical misionera, y su utilización en sistemas de producción (MONTAGNINI y otros, 1997, EIBL y Montagnini, 1998, EIBL y otros, 2000). En un trabajo realizado por MONTAGNINI y otros (2003) en sitios con diferentes niveles de degradación se evaluó el potencial productivo para seis especies forestales nativas.

A los fines de continuar con las mediciones de la sobrevivencia y crecimientos en el tiempo y la adaptación con sobrevivencias de nuevas especies en un sitio con un grado de degradación importante, se planteo el presente trabajo incorporando la evaluación de la asociación de las raíces de las especies de la familia de las leguminosas con bacterias nitrificadoras.

MATERIALES Y METODOS

Sitio de estudio

Las investigaciones se realizaron en un sitio que había sostenido diferentes usos de la tierra y como consecuencia presentaba al momento de comenzar los ensayos, un importante

estado de degradación, ubicado en un predio dedicado a la investigación y enseñanza, administrado por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en el Municipio de Eldorado, en las cercanías de la Facultad. El clima se clasifica como Cfa en el sistema de Köppen, que corresponde a un clima subtropical húmedo sin estación seca, con precipitación media anual de 1874 mm, distribuidas a lo largo del año y promedio anual de temperatura de 21^{o}C, con máximas absolutas de 39 ^{o}C (Enero) y mínimas absolutas de -6 ^{o}C (Julio). Periodo 1974/1980, 1984-2001 (EIBL et al., 2001).

El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 6%. El suelo pertenece al Gran grupo Kandiudults. De color rojo, con profundidad efectiva superior a los 2 metros, arcilloso en todo el perfil, estructura de tipo bloques angulares y sub-angulares medios y grandes en superficie, y prismas grandes en el horizonte B, fuertes a moderados (INSTITUTO..., 1990). En términos comparativos con otros suelos de la provincia pueden ser caracterizados como de escasa fertilidad, pobre en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y nutrientes (Tabla 1). Debido a la condición de degradación presenta aptitud restringida a moderada para plantaciones forestales (FERNÁNDEZ et al., 1999).

Tabla 1: Características químicas de los suelos antes de realizar las plantaciones para el sitio de estudio.
Table 1: Chemical characteristics of the soil for the study site, before planting.

Sitio	Espesor Cm	MO %	N t %	P Ppm	pH en H_2O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Suma de bases $cmol^{+}$/kg	CIC $cmol^{+}$/kg
						$Cmol^{+}$/kg				
Eldorado	0-10	2,1	0,09	1,5	5,2	4,3	1,1	0,20	5,6	7,7
	10-30	0,9	0,07	1,0	5,1	3,6	1,0	0,09	4,7	7,0

Análisis realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Nordeste.

Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong (Fabaceae) (timbó colorado), *Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan (Fabaceae) (anchico colorado), *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Speg. (curupay, cebil, cebil colorado) y *Astronium balansae* Engl. (Anacardiaceae) (urunday). Estas especies fueron seleccionadas según experiencias anteriores por su potencial para el crecimiento a cielo abierto y sus posibles impactos positivos sobre los suelos (MONTAGNINI et al., 1995; FERNÁNDEZ et al., 1997; EIBL y Montagnini, 1998) y además por su valor maderable y otros usos.

Entre estas especies tres son fijadoras de nitrógeno (timbó colorado, anchico colorado y curupay), elegidas con el objetivo específico de mejorar las condiciones nutricionales del sitio. La cuarta especie (urunday) se seleccionó por su valor maderable para emprendimientos rurales (postes, sombra, leña, piezas pequeñas de madera dura, otros), crecimiento potencial y rusticidad.

Diseño experimental

En el sitio, los tratamientos fueron establecidos en bloques completamente aleatorizados. El diseño consistió de bloques al azar, con cuatro y dos repeticiones por tratamiento. Tratamiento

1: *Enterolobium contortisiliquum* (timbó colorado), fecha de plantación agosto de 1990. Tratamiento 2: *Astronium balansae* (urunday), agosto de 1993. Tratamiento 3: *Parapiptadenia rigida* (anchico colorado), octubre de 2003. Tratamiento 4: *Anadenanthera macrocarpa* (curupay), octubre de 2003. Tratamiento 5: Mezcla de cuatro y dos especies intercaladas. Tratamiento 6: Parcelas testigo, sitio en condiciones naturales Los tamaños de las parcelas fueron de 18 x 18 m y las distancias de plantación de los ejemplares de 3 x 3 m, a razón de 36 ejemplares por parcela. El área total del experimento fue de 7.776 m^2 .

RESULTADOS

E. contortisiliquum se destacó por tener un buen crecimiento en este sitio muy degradado, sugiriendo su utilización para recuperación de suelos pobres. Para las condiciones de fertilidad, luego de 9 años desde la plantación, se encontró mayor contenido de nitrógeno en el suelo superficial bajo esta especie que en las parcelas testigo con pastos (MENDEZ y Steitzer, 1999). Los daños por *Epicauta adspersa* ("bicho moro") que estan referenciados para esta especie plantada a cielo abierto en sitios de mejores condiciones (Montagnini et all., 2003) no fueron registrados en este caso.

La baja sobrevivencia de *E. contortisiliquum* pudo deberse a las condiciones de competencia entre los individuos que son de características heliófitas y forman un amplia copa. La mortandad de árboles de *A. balansae*, pudo estar explicada por la compactación del suelo en profundidad. Esta especie presento rebrote de cepa en aproximadamente el 40% de los ejemplares muertos en pie. Esta última condición sugiere la posibilidad de su conducción a partir del rebrote de cepa.

El beneficio de las plantaciones mixtas con respecto a *E contortisiliquum* y *A balansae* fue de una mayor sobrevivencia. Para ciertas especies, las plantaciones mixtas, además de un mayor crecimiento o sobreviviencia, también presentan mayor diversidad en el sotobosque, con el consecuente beneficio para la restauración del ecosistema. Tabla 2.

Tabla 2: Crecimiento en diámetro, altura y sobrevivencias de cuatro especies forestales nativas en condiciones puras y mixtas.

Table 2: Growth in diameter, height and survival of four native tree species in pure and mixed conditions.

ESPECIE tipo de plantación (fecha de plantación)	DIAMETRO en cm (desvío estándar)	ALTURA en m (desvío estándar)	SOBREVIVENCIA (%)
Enterolobium contortisiliquum puro (08/1991)	23.0 (5.89)	9.91 (1.88)	43
Enterolobium contortisiliquum mixto (08/1991)	23.4 (4.66)	9.84 (1.61)	64
Astronium balansae puro (08/1993)	9.24 (2.14)	6.46(4.2)	41
Astronium balansae mixto (08/1993)	8.24 (2.05)	6.48 (1.22)	81
Parapiptadenia rigida mixto (10/2003)	_	_	72
Anadenanthera macrocarpa puro (10/2003)	_	_	96

Mediciones efectuadas en julio de 2004

Los valores de sobrevivencias para *Parapiptadenia rigida* y *Anadenanthera macrocarpa* a los 9 meses de la plantación las indican como potenciales para areas de recuperación. La evaluación de asociación de las mismas especies con bacterias nitrificadoras se realizará en el sitio luego del ano de plantación (mes de octubre de 2004).

CONCLUSIÓN

El *E. contortisiliquum* que es la especie con la que más datos se cuenta, se perfila como indicada en la recuperación del suelo en el aspecto referido a niveles de nitrógeno. Por el gran tamaño en diámetro de sus raíces que exploran grandes superficies de suelo, también la indica como potencial para disminuir los niveles de compactación con la posterior incorporación de materia orgánica cuando estas se deterioran. Para favorecer los crecimientos en altura y disminuir el desarrollo de una copa amplia para el caso particular de esta especie que presenta un crecimiento simpódico, las distancias de plantación deberán ser menores o plantadas bajo dosel de otra especie que actuará como tutora, favoreciendo de esta manera la formación de un fuste que requerirá un menor numero de podas necesarias para rollos con destino de aserrado.

La rusticidad de *A. balansae* para estos suelos degradados, la posiciona favorablemente para los objetivos en programas de restauración. Las elevadas sobrevivencias de *P. rigida* y *A. macrocarpa* indican a estas dos especies como potenciales para su incorporación como especies restauradoras de uso múltiple.

BIBLIOGRAFÍA

EIBL B, Montagnini F.1998. El potencial de las especies nativas en programas de plantación. En: VI Jornadas Técnicas. Serie Técnica nº 6. Ecología de Especies Nativas de la Selva Subtropical Misionera. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina. Mayo, 1998. Pp.19-26.

EIBL B, Fernández R, Kozarik J, Lupi A, Montagnini F and Nozzi D. 2000 Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. Agroforestry Systems 48:1-8.

EIBL B, Silva F, Bobadilla A. 2001. Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Periodo 1984/2001. Series termopluviometricas Escuadrón 10 Gendarmeria Eldorado Periodo 1974/1980. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar. Buenos Aires.

FERNANDEZ R, Montagnini F y Hamilton H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. Forest Ecology and Management. 99:237-246.

FERNANDEZ R A, Lupi A M, Pahr N. 1999. Aptitud de las tierras para la implementación de bosques. Provincia de Misiones. Revista Forestal Yvyraretá 9: 41-49.

MENDEZ R, Steitzer, E. 1999. Influencia de una especie fijadora de nitrógeno, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong (timbó) sobre la recuperación de un suelo degradado. Informe Final de Proyecto Integradora I. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. Pp. 17.

MINISTERIO DE ECOLOGÍA, RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y TURISMO. 2003. Estrategias de desarrollo desde el sur forestal mundial. Plan Maestro Forestal. Memoria 2000 - 2003 y Perspectiva del patrimonio forestal industrial. Formato CD. Gobierno de la Provincia de Misiones. Posadas. Misiones. Argentina.

MONTAGNINI F, Eibl B, Grance L, Maiocco D and Nozzi D. 1997. Enrichment planting in degraded forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. Forest Ecology and Management. 99 (1 y 2): 237-246.

MONTAGNINI F, Fernández R, Hamilton H. 1995. Relación entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1:Contenido de elementos en la biomasa. Yvyraretá 6(6): 5-12

MONTAGNINI F, Eibl B, Fernández R. 2003. Adaptabilidad y crecimiento de especies forestales nativas de bosque humedo subtropical en sitios degradados. (Presentado para publicación Revista Forestal Yvyrareta).

EFECTO DE LA PODA Y RALEO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Pinus taeda* L. A LOS 11 AÑOS DE EDAD EN EL DEPARTAMENTO DE IGUAZU, MISIONES♣.

INFLUENCE OF PRUNING AND THINNING ON *Pinus taeda* L. GROWTH OF 11 YEARS OLD IN THE DEPARTMENT OF IGUAZU, MISIONES.

Aldo E. Keller[1]
Hugo E. Fassola[2]
Nahuel Pachas[3]

[1] Ing. Ftal. Pasante. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: intam@ceel.com.ar
[2] Ing. Ftal MBA. Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: hfassola@ceel.com.ar
[3] Ing. Agr. Becario. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: apachas@agro.uba.ar

SUMMARY

In a pruning and thinning trial in *Pinus taeda* L. origin Marion 11 years old, installed in the Department Iguazú, Province of Misiones, the influence of these treatments on the growth and production in basal area and volume was evaluated. The relationship between growth and treatment was analyzed by means of models obtained by non lineal regression, using the function of Chapman-Richards, assuming that all the treatments would reach a basal area and volume common. As a result of this it was possible to determine a decrease, as much in basal area and volume production according to pruning intensity and number of pruning lift applied. This trend was observed in all analyzed densities.

Key words: pruning, thinning, silviculture, growth, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

En un ensayo de poda y raleo en *Pinus taeda* L. origen Marion de 11 años de edad, instalado en el Departamento Iguazú de la Provincia de Misiones, se procedió a evaluar la influencia de estos tratamientos sobre el crecimiento y producción en área basal y volumen. La relación entre crecimiento y tratamiento efectuado, fue analizada mediante modelos obtenidos por regresión no lineal, utilizando la función de Chapman-Richards, asumiendo que todos los tratamientos alcanzarían tanto un área basal como un volumen asintótico común. Durante el período analizado, hasta los 11 años, fue posible determinar una disminución de la producción, tanto en área basal como en volumen, a medida que se intensificaba y se elevaba el número de realces de poda, observándose esta tendencia en todas las densidades analizadas.

Palabras clave: poda, raleo, silvicultura, crecimiento, *Pinus taeda* L.

INTRODUCCIÓN

Los diferenciales de precio que se observan actualmente en el mercado entre rollizos podados y no podados, el incentivo que otorga la Ley Nacional Nº 25080 y los nuevos sistemas de producción que se están popularizando en la región (silvopastoriles), llevan a que

♣ Trabajo parcialmente financiado por el PAN 571 “Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado”.

la mayoría de los productores forestales efectúen tareas de poda y raleo aplicando distintos tratamientos.

Conocer la respuesta de las plantaciones a los tratamientos más comúnmente efectuados y observar la evolución de las variables que caracterizan al rodal sometido a poda y raleo, hacen necesario profundizar los estudios acerca de éstos.

Un estudio realizado por Crechi E., *et al*. (1992) evaluando distintas densidades iniciales de plantación de *Pinus taeda* L. hasta los 19 años de edad, menciona que con el pasar de los años van desapareciendo las diferencias significativas entre los tratamientos de mayores densidades y los de menor densidad tanto en área basal como en volumen, sugiriendo que de haber continuado el ensayo se podría haber corroborado el segundo principio de la ley de Eichhorn (Patrone, 1963). El mismo establece que la producción de rodales forestales, dentro de ciertos límites, alcanza valores similares para distintas densidades. Cabe aclarar que en el trabajo mencionado precedentemente no se consideraron densidades menores a 600 plantas/ha.

Considerando que la remoción o eliminación de parte de la copa viva (poda) tiende a disminuir el crecimiento de los árboles y que los raleos tienden a favorecer el crecimiento diamétrico de *Pinus taeda* (Fassola, *et al*, 2002), se procedió a analizar la influencia de distintos tratamientos sobre el crecimiento de ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion.

El objetivo de este trabajo es modelar la evolución de dichas variables en este rodal y comprobar si se cumple lo establecido en el segundo principio de la ley de Eichhorn.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se instaló en una plantación de *Pinus taeda* L. origen Marion, de 3 años de edad, ubicada en el Departamento Iguazú, Provincia de Misiones, sobre suelos rojos profundos. La distancia original de plantación fue de 3 x 1,70 m.

El diseño adoptado fue de tipo sistemático clinal, combinando distintas intensidades de raleo, poda y oportunidades de intervención. Se procedió a ralear la plantación original estableciendo fajas de distintas densidades, 1967 pl/ha, 983 pl/ha, 491 pl/ha y 245 pl/ha. En cada densidad se procedió a realizar podas de distinta intensidad de remoción de copa viva sobre la totalidad de los individuos, conformándose de esta manera fajas perpendiculares a las de densidad, con porcentajes variables de poda, 0 %, 30 %, 50 % y 70 %. A su vez en cada subfaja de poda se aplicaron distinto número de realces de esta operación en una, dos, tres y cuatro oportunidades (este último tratamiento sólo se realizó para las densidades 490 y 245 pl/ha por razones de disponibilidad de superficie). El intervalo de tiempo entre los realces de poda fue de un año. Cada tratamiento cuenta con 5 pseudo-réplicas. En el Anexo I se muestra la tabla con la descripción de los tratamientos aplicados.

De esta manera se conformaron parcelas con condiciones de crecimiento influidas por la densidad, intensidad y número de realces de poda. Las variables medidas fueron las siguientes:

- Diámetro a la altura del pecho (1,30 m) (dap) cm
- Altura total (h) m, sobre un 20 % de los ejemplares de cada tratamiento
- Altura de poda (hp) m, sobre un 20 % de los ejemplares de cada tratamiento.

En el presente informe se vuelcan los resultados obtenidos de las mediciones hasta los 11 años de edad. La relación entre crecimiento y tratamiento efectuado fue analizada según modelos obtenidos por regresión no lineal, utilizando la función de Chapman-Richards. Posteriormente mediante ajuste paramétrico (Clutter, Forston, Pienaar, Brister y Bailey, 1983) se obtuvieron modelos generales por tratamiento de poda aplicado.

En la Tabla 1 se caracteriza a la masa para la cual se realizó el modelado.

Tabla 1: Valores máximos y mínimos de las principales variables de estado de las parcelas de *Pinus taeda*.
Maximum and minimum values of the main state variables of the plots of *Pinus taeda*.

	Mínimo	Máximo
Área basal (m^2/ha)	1,41	43,23
Diámetro a altura del pecho (cm)	7,57	33,06
Altura (m)	4,5	18,94
Volumen sin corteza (m^3/ha)	2,71	320,8

RESULTADOS

Área basal (G m^2/ha) hasta los 11 años de edad.

Cada uno de los tratamientos fue ajustado mediante el modelo seleccionado, con el cual fue posible determinar el valor asintótico de G a emplear en todos los modelos. Este valor correspondió a 45 m^2/ha (ec. 1).

$$G_{trat1..trat44} = 45 * (1 - (\exp((-parámetro1) * edad))^{\wedge} parámetro2) \quad (ec.\ 1)$$

Obtenidos los 44 modelos con igual valor asintótico de G, con posterioridad se procedió a efectuar un ajuste paramétrico, empleando como covariable la densidad, para cada tratamiento de poda. Como resultado se obtuvieron 12 modelos, que explicaron la evolución del parámetro1 y 12 modelos para el parámetro 2, con los cuales se procedió a reemplazar en la ecuación 1 los parámetros originales, pudiendo explicar la evolución de G para los distintos tratamientos de poda (intensidad y número de realces) en las densidades ensayadas a partir de la ecuación 2 (*ec. 2*; Tabla 2)

$$G_{testigo...70\%3lev} = 45 * (1 - (\exp((-parámetro1') * edad))^{\wedge} parámetro2') \quad (ec.\ 2)$$

Tabla 2: Parámetros de la ecuación de Chapman-Richards para la estimación de G (m^2/ha) por tratamiento de intensidad y número de realce de poda en *Pinus taeda* en relación a la densidad
Parameters of Chapman-Richards models for G (m^2/ha) estimation by pruning intensity and number of pruning lift treatment in *Pinus taeda* in relationship with density.

Tratamiento	
Testigo (sin poda)	Parámetro1 = (0.282025 + 0.000184371*Densidad)^2
30% - 1 levante	Parámetro1 = 0.0557966 + 0.000193217*Densidad
30% - 2 levantes	Parámetro1 = 1/(3.141 + 1485.4/Densidad)
30% - 3 levantes	Parámetro1 = 1/(2.84484 + 2242.54/Densidad)
30% - 4 levantes	Parámetro1 = 0.186542 - 0.00265514*(Densidad)^0.5
50% - 1 levante	Parámetro1 = exp(-1.33782 - 232.207/Densidad)
50% - 2 levantes	Parámetro1 = 1/(3.09945 + 1577.46/Densidad)
50% - 3 levantes	Parámetro1 = 0.00671788 + 0.00565231*(Densidad)^0.5
50% - 4 levantes	Parámetro1 = 0.072951 - 0.0000196964*Densidad
70% - 1 levante	Parámetro1 = 1/(4.56595 + 1229.98/Densidad)
70% - 2 levantes	Parámetro1 = 0.0173518*Densidad^0.262217
70% - 3 levantes	Parámetro1 = 0.17131 - 19.9695/Densidad

Testigo (sin poda)	Parámetro2 = (1.2159 + 0.000424111*Densidad)^2
30% - 1 levante	Parámetro2 = 1.62768 + 0.0014023*Densidad
30% - 2 levantes	Parámetro2 = 1.86204 + 46.297/Densidad
30% - 3 levantes	Parámetro2 = 1.77185 + 0.000159339*Densidad
30% - 4 levantes	Parámetro2 = 3.54211 - 0.00327279*Densidad
50% - 1 levante	Parámetro2 = 1/(0.439609 + 0.00000660247*Densidad)
50% - 2 levantes	Parámetro2 = 2.21436 + 0.0000494892*Densidad
50% - 3 levantes	Parámetro2 = 0.952325*Densidad^0.122597
50% - 4 levantes	Parámetro2 = 1.06372 + 159.326/Densidad
70% - 1 levante	Parámetro2 = 1/(0.493088 - 0.000118265*Densidad)
70% - 2 levantes	Parámetro2 = 1/(0.487705 + 0.00017293*Densidad)
70% - 3 levantes	Parámetro2 = 2.68089 - 0.000726352*Densidad

En las Figuras 1, 2 y 3 se puede visualizar la evolución del área basal, diámetro a la altura del pecho y volumen sin corteza para distintas densidades y tratamientos de poda hasta los 11 años, obtenidas mediante la ecuación 2.

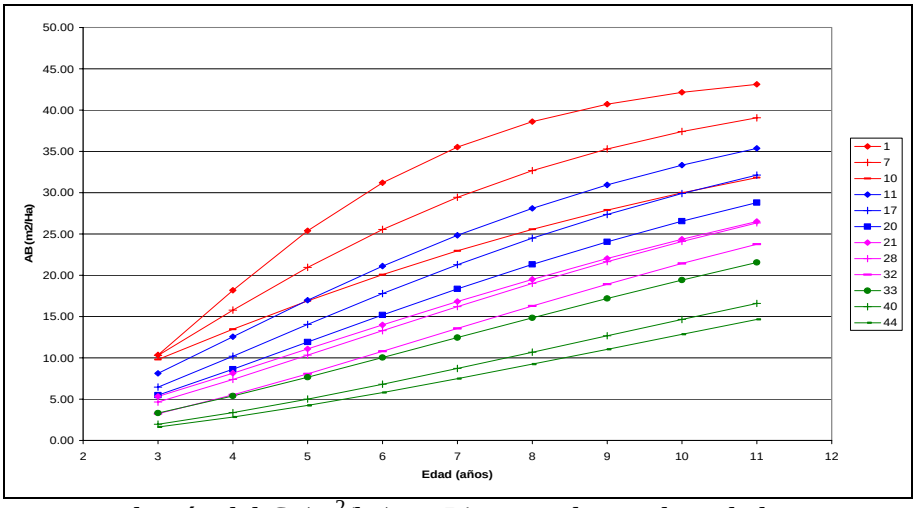


Figura 1: Evolución del G (m^2/ha) en *Pinus taeda* por densidad y tratamiento de poda aplicado hasta los 11 años de edad.
Evolution of G (m^2/ha) area in *Pinus taeda* for density and pruning treatment applied until 11 years of age.

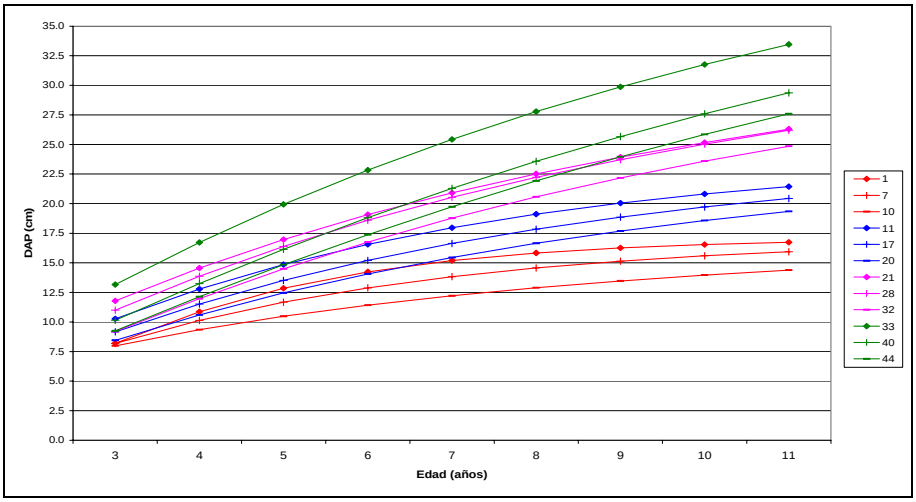


Figura 2: Evolución del diámetro cuadrático (cm) a la altura del pecho (DAPq) en *Pinus taeda* por tratamiento de poda aplicado hasta los 11 años de edad.
Evolution of the quadratic diameter (cm) at breast height (DBHq) in *Pinus taeda* by pruning treatment until 11 years old.

Evolución de la producción en volumen hasta los 11 años de edad

Con procedimientos similares a los empleados en el modelado de G se procedió a obtener los parámetros para ajustar los modelos correspondientes a la evolución en volumen sin corteza, detallándose los mismos en la Tabla 3 y habiéndose obtenido un valor asintótico de volumen sin corteza de 325 m^3/ha.

Tabla 3: Parámetros de la ecuación de Chapman-Richards para la estimación del Volumen sin corteza (m^3/ha) por tratamiento de intensidad y número de realce de poda en *Pinus taeda* en relación a la densidad

Parameters of Chapman-Richards models for volume without bark (m^3/ha) estimation by pruning intensity and number of pruning lift treatment in *Pinus taeda* in relationship with density.

Tratamiento	
Testigo (sin poda)	Parámetro1 = 0.0234727 + 0.00828704*(Densidad)^0.5
30% - 1 levante	Parámetro1 = 0.104864 + 0.00017135*Densidad
30% - 2 levantes	Parámetro1 = 0.112975 + 0.000108258*Densidad
30% - 3 levantes	Parámetro1 = 0.020601 + 0.00707557*(Densidad)^0.5
30% - 4 levantes	Parámetro1 = 0.236609 - 0.000105*Densidad
50% - 1 levante	Parámetro1 = 1/(4.59906 - 0.00056737*Densidad)
50% - 2 levantes	Parámetro1 = exp(-1.19275 - 156.939/Densidad)
50% - 3 levantes	Parámetro1 = 1/(3.03996 + 931.888/Densidad)
50% - 4 levantes	Parámetro1 = 0.109554 + 0.0000446429*Densidad
70% - 1 levante	Parámetro1 = 0.263729 - 27.1266/Densidad
70% - 2 levantes	Parámetro1 = 1/(4.59534 + 820.75/Densidad)
70% - 3 levantes	Parámetro1 = 1/(5.12513 + 0.000104395*Densidad)
Testigo (sin poda)	Parámetro2 = (1.75511 + 0.000570671*Densidad)^2
30% - 1 levante	Parámetro2 = 2.96355 + 0.00431365*Densidad
30% - 2 levantes	Parámetro2 = 3.598 + 0.00116765*Densidad
30% - 3 levantes	Parámetro2 = 2.77125 + 0.00158971*Densidad
30% - 4 levantes	Parámetro2 = exp(2.0446 - 0.00120632*Densidad)
50% - 1 levante	Parámetro2 = exp(1.14352 + 0.000330329*Densidad)
50% - 2 levantes	Parámetro2 = 4.9566 + 0.000237142*Densidad
50% - 3 levantes	Parámetro2 = 1/(0.172664 + 16.4504/Densidad)
50% - 4 levantes	Parámetro2 = exp(1.15614 + 20.5628/Densidad)
70% - 1 levante	Parámetro2 = 4.36981 - 0.000299802*Densidad
70% - 2 levantes	Parámetro2 = 3.41723 - 0.00000902687*Densidad
70% - 3 levantes	Parámetro2 = 5.29147 - 0.00107444*Densidad

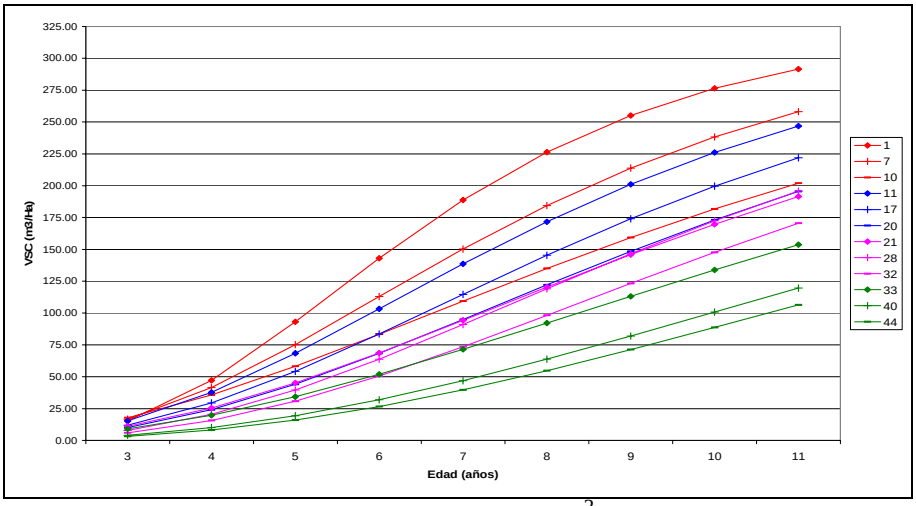


Figura 3: Evolución del volumen sin corteza (m^3/ha) en *Pinus taeda* por densidad y tratamiento de poda aplicado hasta los 11 años de edad.

Evolution of volume without bark (m^3/ha) in *Pinus taeda* for density and pruning treatment applied until 11 years of age.

CONSIDERACIONES

En las Figuras 4, 5 y 6 se pueden apreciar las áreas basales, diámetros a la altura del pecho y volumen sin corteza alcanzados en *Pinus taeda* a los 11 años de edad para distintas densidades y tratamientos de poda.

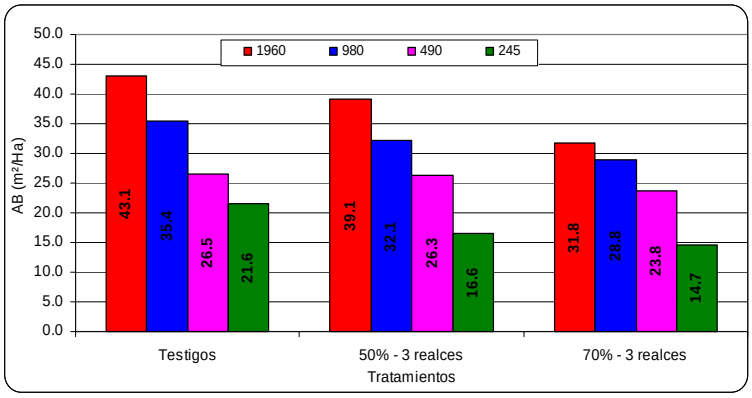


Figura 4: Área basal (m^2/ha) en *Pinus taeda* a los 11 años de edad, por densidad y tratamiento de poda aplicado.

Basal area (m^2/ha) of *Pinus taeda* at 11 years of age by pruning treatment and different densities.

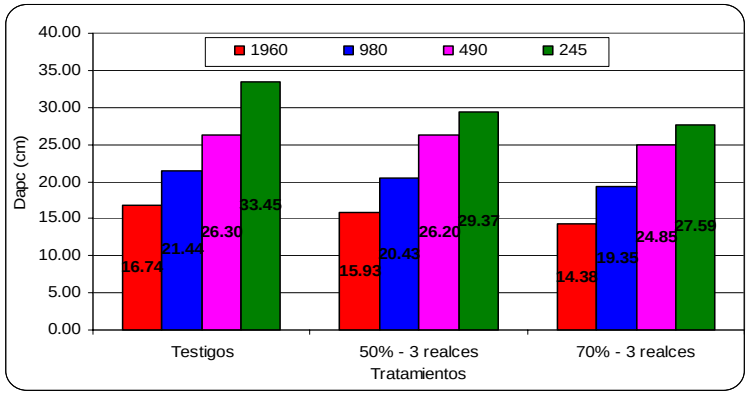


Figura 5: Diámetro (cm) a la altura del pecho (dap) a los 11 años de edad en *Pinus taeda* por densidad y tratamiento de poda aplicado.

Diameter (cm) at breast height (dbh) of *Pinus taeda* at 11 years of age by pruning treatment and different densities.

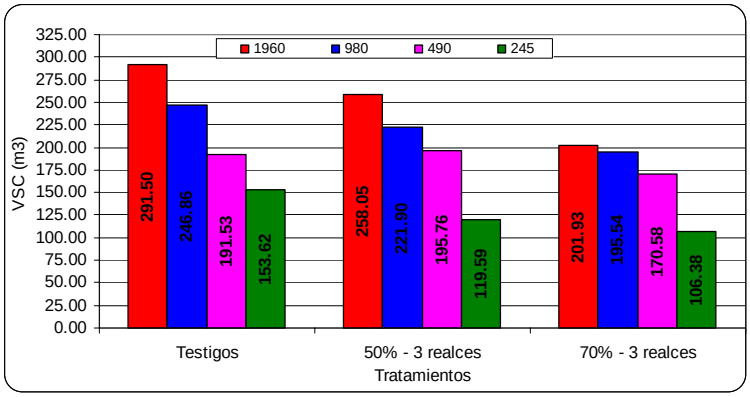


Figura 6: Volumen sin corteza (m^3/ha) en Pinus taeda a los 11 años de edad por densidad y tratamiento de poda aplicado.

Volume without bark (m^3/ha) of *Pinus taeda* at 11 years of age by pruning treatment and different densities.

De acuerdo a lo analizado, para la densidad de 245 plantas por hectárea, tratamientos de poda con 50 % de remoción de la copa viva en 3 realces producen una disminución de la producción en área basal del 23 % frente al testigo sin poda de su misma densidad, en tanto que para una remoción del 70 % de la copa viva en 3 realces, la disminución de la producción en área basal alcanzó un 32 %.

En cuanto a la producción en volumen, la disminución, alcanzó valores de 22% y 31% comparando podas del 50 y 70% de remoción de la copa viva en 3 realces, respectivamente, frente al testigo sin poda para la densidad de 245 pl/ha.

De acuerdo al objetivo de la producción, esta reducción en volumen puede considerarse significativa, pero el grado de calidad de madera que se logra es mayor que a densidades más elevadas y sin poda.

Con 30 % de poda la respuesta fue más errática, pudiendo aproximarse o superar los valores de su respectivo tratamiento testigo, con lo cual se reconfirma que la eliminación del tercio inferior de la copa tiene menor repercusión en el crecimiento que podas más intensas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis, por medio del modelo utilizado, surgirían dudas sobre la posibilidad de que tratamientos donde se redujo drásticamente la densidad alcancen áreas basales o volúmenes máximos similares a los de aquellos tratamientos donde los raleos tuvieron menor intensidad, por lo que en ciertos regímenes no podría basarse el estudio de su respuesta asumiendo principios como el segundo de la ley de Eichhorn, situación que se plantearía en los regímenes silvícolas directos y los silvopastoriles o agroforestales. Nuevas mediciones a futuro permitirán evaluar adecuadamente estos presupuestos.

Por otra parte fue posible observar, en los modelos ajustados, que para una misma intensidad e igual número de realces de poda, la disminución en G (m^2/ha) está dada por un gradiente que depende de la densidad del rodal.

De acuerdo a lo analizado, pudo determinarse que hasta los 11 años de edad se sigue manifestando una disminución de la producción en *Pinus taeda* como consecuencia de los tratamientos de poda aplicados.

Según los objetivos de la plantación, se deberá analizar si se asume la disminución de la producción como consecuencia de los tratamientos de poda y raleo a efectuar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Alto Paraná S.A y los Ings. A. Friedl y G. Maestri por la colaboración recibida desde la instalación del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

CLUTTER, J.L; Forston J.C.; Pienaar, L.V.; Brister, G.H.; Bailey, R.L. Timber Management. A Quantitative Approach. United States of America. 1983. 333 p.

CRECHI E., Friedl A., Fernández R. 1992. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Pinus taeda* L. Actas Jornadas Sobre Pinos Subtropicales (1):92-110. Eldorado, Misiones, Argentina. Agosto 1992.

FASSOLA H., Moscovich F., Ferrere P., Rodríguez A. 2002. Evolucão das principias variáveis de árvores de *Pinus taeda* L. origen Marion submetidos a diferentes tratamentos silvicolas no nordeste da provinca de Corrientes, Argentina. Revista Ciencia Florestal 12 (2):51-60. U.Fed. de Santa Maria. Brasil.

PATRONE, G. 1963. Lezioni di Dendrometria. pp 338-345, Firenze, Italy.

ANEXO I

Descripción de los tratamientos silvícolas aplicados a *Pinus taeda* en Pto Esperanza, Misiones.
Description of the silvicultural treatments applied to *Pinus taeda* en Pto. Esperanza, Misiones.

nº	Tratamiento	nº	Tratamiento	nº	Tratamiento	nº	Tratamiento
1	1960-0-0	11	980-0-0	21	490-0-0	33	245-0-0
2	1960-30-1	12	980-30-1	22	490-30-1	34	245-30-1
3	1960-30-2	13	980-30-2	23	490-30-2	35	245-30-2
4	1960-30-3	14	980-30-3	24	490-30-3	36	245-30-3
5	1960-50-1	15	980-50-1	25	490-30-4	37	245-30-4
6	1960-50-2	16	980-50-2	26	490-50-1	38	245-50-1
7	1960-50-3	17	980-50-3	27	490-50-2	39	245-50-2
8	1960-70-1	18	980-70-1	28	490-50-3	40	245-50-3
9	1960-70-2	19	980-70-2	29	490-50-4	41	245-50-4
10	1960-70-3	20	980-70-3	30	490-70-1	42	245-70-1
				31	490-70-2	43	245-70-2
				32	490-70-3	44	245-70-3
Tratamiento = densidad (nº pla/ha)-intensidad poda%- nº realces Treatment = density (nº pla/ha) - pruning intensity % – number of pruning lift							

CULTIVOS EN CALLEJONES CON *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Y *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub ASOCIADAS A *Zea mays* (Maíz), EN MISIONES, ARGENTINA"

ALLEY CROPPING WITH *Leucaena diversifolia* (Schlecht) AND *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub ASSOCIATED TO *Zea mays* (Corn), IN MISIONES, ARGENTINE

Juan Carlos Kozarik[1]
Lutz Pantaenius[2]
Alejandra Carvallo[3]
Orlando Alzamendia[4]
Rosana Méndez[5]
Eduardo Keller[6]

1. Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UnaM, Misiones. Bertoni 124. Eldorado. Misiones. Email: kozarik@facfor.unam.edu.ar
2. Ingeniero Forestal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Cuyo y San Juan. Eldorado. Misiones. Email: pantaenius@arnet.com.ar
3. Ingeniera Forestal. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Bernardo de Yrigoyen. Misiones.
4. Técnico agrónomo. Bernardo de Yrigoyen. Misiones.
5. Ingeniera Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UnaM, Misiones. Bertoni 124. Eldorado. Misiones. Email: rmendez@latinmail.com
6. Ingeniero Forestal. Eldorado. Misiones

1. SUMMARY

The study, novel for the County of Misiones, it combines to the cultivation of the corn among "alleys" aligned with leguminous trees (L. diversifolia and P. dubium), in the nascent of the Aº Urugua-í, in Misiones.

This way, is look for to promote this practices agroforestry like an alternative production model, to improve the nutritious conditions of the floor, to increase the yields of the annual cultivation and to incorporate to the forest component in atmospheres of hills of the high basin of the Aº Urugua-í.

A design of complete blocks was used at random with three repetitions.

It highlight, in the height half, the specie L. diversifolia over P. dubium in 60%; as for the green biomass, the values obtained with a pruning per year are among five to ten tons for hectare. Tendencies were observed to bigger growths in the associate populations.

The installation of rehearsals of this nature requires a period of experience smaller to the six years. There are preliminary results, after 2 years.

Key words

Alley cropping, ***Leucaena diversifolia, Peltophorum dubium,*** Misiones

2. RESUMEN

El estudio, novedoso para la Provincia de Misiones, combina al cultivo del maíz entre "callejones" alineados con árboles leguminosos (***L. diversifolia*** y ***P. dubium***), en la naciente del Aº Urugua-í, en la alta subcuenca del Aº Telina, en el departamento General Manuel Belgrano, Misiones. De esta manera, se busca promocionar esta practica agroforestal como un modelo de producción alternativo, mejorar las condiciones nutritivas del suelo, incrementar los rendimientos del cultivo anual e incorporar al componente forestal en ambientes de serranías de la Alta Cuenca del Aº Urugua-í.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

En altura media se destaca la especie ***L. diversifolia*** sobre ***P. dubium*** en un 60%; en cuanto a la biomasa verde, los valores obtenidos con una poda por año se encuentra entre cinco a diez toneladas por hectárea. Se observaron tendencias a crecimientos mayores en las poblaciones consociadas.

La instalación de ensayos de esta naturaleza requieren un período de experiencia no menor a los seis años. Por lo que estos son resultados preliminares luego de 2 años.

Palabras clave

Cultivo en callejones, *Leucaena diversifolia, Peltophorum dubium*, Misiones

3. INTRODUCCIÓN

El estudio, combina al cultivo del maíz entre "callejones" alineados con árboles leguminosos. Se busca promocionar esta practica agroforestal como un modelo de producción alternativo, mejorar las condiciones nutritivas del suelo, incrementar los rendimientos del cultivo anual e incorporar al componente forestal en ambientes de serranías de la Alta Cuenca del Aº Urugua-í.

Es bien sabido que las altas cuencas del noreste de Misiones han sido y están en estos momentos, en diversos estados de degradación por las acciones desarrolladas por el hombre, convirtiendo ambientes hidrológicamente estables en ambientes con características hidrológicas inestables. De continuar predominando este proceso, además de tener un "paisaje" modelado por el hombre, variará en diferentes dimensiones el funcionamiento hidrológico de la cuenca, con las consabidas y resultantes consecuencias negativas.

Esta contribución apunta a la introducción de estos modelos alternativos de uso de la tierra, sobre todo en áreas de serranías, cultivadas y de parcelas reducidas, a fin de que el productor pueda disponer de un sistema agroforestal que le brinde soluciones diversas para la mejora de la producción anual.

4. ANTECEDENTES GENERALES

El trabajo pionero se comenzó a practicar con la siembra de ***Leucaena leucocephala*** en surcos en contorno, en Indonesia y las Filipinas, a partir del año 1920 en adelante, ganando impulso en 1950; (JIMÉNEZ, 1998). Pero las investigaciones se iniciaron a partir del nacimiento del Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Experiencias de Costa Rica, (CATIE), diseminándose por Perú, Bolivia, Colombia, etc. Algo similar ocurrió cuando se crea a fines de la década de los '80 el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) en Nigeria, con una masiva adhesión en el propio continente como en Asia. No obstante, algunos autores indican que su empleo fue muy anterior, con intentos variados en la búsqueda de la combinaciones ideales de árbol + cultivo.

El principio científico fundamental en esta tecnología es que, podando continuamente árboles y arbustos de rápido crecimiento, preferiblemente fijadores de nitrógeno, sobre tierras de uso agrícola brinda una serie de beneficios al sistema. Para NAIR, (1997); estos beneficios son diferentes en cuanto a los rindes del cultivo como a la mejora que se puede alcanzar en la fertilidad del suelo y la producción de leña y forraje.

Según KANG, et all, (1994); la distancia de 4.5 metros entre hileras de árboles es satisfactoria para la producción continua de cultivos alimenticios. Además alturas de podas a las especies forestales, de 1.0 a 1.2 m han demostrado buen resultado en el sentido de que se logra un crecimiento adecuado de los rebrotes y biológicamente el árbol no pierde su capacidad productiva, cuando las podas no sobrepasan dos por año. Para ello, se necesita como mínimo 6 años para determinar con mayor seguridad los resultados producidos por la incorporación de biomasa y aporte de nutrientes (NAIR, 1997).

La ***Leucaena*** produce de 15 a 20 Tn de biomasa verde, o sea, 5 a 6.5 Tn de biomasa seca, con 5 podas al año (KANG, 1994).

A nivel local, no se ha detectado bibliografía alguna sobre el tema en nuestra provincia, existiendo más bien antecedentes de cultivos intercalares con árboles como una práctica clásica utilizada en el sistema "taungya"

A partir de 1986, KOZARIK y otros; ponen en marcha estudios tendientes a medir los impactos producidos por los trabajos de los productores en la subcuenca del Aº Telina, de la Alta Cuenca del Aº Urugua-í, analizando asimismo los factores incidentales en la disminución de los bosques nativos durante el período 1962 – 1985, por el empleo de las prácticas conocidas como "agricultura migratoria".

En el año 1988, el Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales preparó una revisión bibliográfica sobre el Área de Frontera Bernardo de Irigoyen, cuyo análisis y diagnóstico fue tratado con amplitud por especialistas en un taller realizado en la localidad de San Antonio, Misiones.

En el año 1999, a través de la Agencia de Extensión del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Bernardo de Irigoyen, se inician una serie de programas de extensión a pequeños y medianos productores sobre la base del Proyecto de Desarrollo Forestal. Muchos productores agrupados en los Programas de Adaptación Técnica tienen sus predios localizados justamente en subcuencas del Aº Urugua-í, sobresaliendo el área de influencia del Aº Gramado, Aº Norberto, Aº Telina, etc; sitios que ya habían sido observados y seleccionados para el establecimiento de áreas pilotos dos décadas atrás.

Según VOLKART, et all (1999); al evaluar los rendimientos al cabo de 4 años en 8 especies arbóreas y arbustivas exóticas, la ***Leucaena diversifolia*** (Schlechf, Bentham) presentó un IMA de 19.8 m^3, siendo superada por la ***Mimosa scabrella*** (Bentham); la ***Leucaena diversifolia*** es tolerante a una acidez elevada. y es enriquecedora del suelo en nitrógeno; presenta un comportamiento destacado en lomadas no pedregosas de pendiente suave.

5. OBJETIVOS

5.1. A nivel general

- Incorporación de árboles leguminosos (***L. diversifolia*** y ***P. dubium***) para la mejora de las condiciones de fertilidad de los suelos, en ambientes de serranía.
- Adaptación de un modelo agroforestal como un nuevo y posible uso de la tierra para la región.
- Creación de las condiciones necesarias en el ambito de la Alta Cuenca del Aº Urugua-í por la importancia de reordenar el manejo predial para asegurar la sustentabilidad ecológica-económica y social.
- Análisis de la posibilidad de instalar bancos de proteínas y energéticos para suministro de animales con las especies de leguminosas adaptables al sistema.

5.2. A nivel particular

- Análisis del comportamiento del sistema agroforestal en las relaciones e interrelaciones, entre sus componentes, en especial de las especies arbóreas seleccionadas en cuanto a la producción de biomasa.
- Utilización del ensayo como un área demostrativa para su difusión y aceptación en la región.
- Determinación de la posibilidad de mantener el rendimiento sostenido de la producción agrícola, reemplazando los fertilizantes por la incorporación de biomasa.

6. MATERIALES

6.1. Localización

El proyecto se ubica en la naciente del Aº Urugua-í, en la alta subcuenca del Aº Telina, a 20 Km de la localidad de Bernardo de Irigoyen (26º15' latitud sur, 53º39' longitud oeste y 815 msnm) , departamento General Manuel Belgrano, Provincia de Misiones. Catastralmente corresponde al Lote Nº 6, con una superficie de 40 hectáreas, Sector B, sección XV, Paraje Facundo Quiroga.

6.2. Clima

El clima es subtropical sin estación seca. Se halla en el cinturón subtropical meridional de altas presiones que originan movimientos de vientos del Este – Noreste, de tipo alisios.

Para la localidad de Bernardo de Irigoyen, se referencia una temperatura media anual de 19.6 ºC, con 23.6 ºC como temperatura media para el mes más cálido (enero) y 13.8 ºC como temperatura media para el mes más frío (julio), según EIBL, et all, (2000).

La distribución anual de heladas es entre los meses de julio, agosto y septiembre, tardía en octubre.

En cuanto a las precipitaciones, se referencia 1912 mm de precipitación media anual y promedios mensuales de 179 mm. EIBL, et all, (2000).

6.3. Suelo

El suelo en el área de estudio cubren cuatro órdenes del Soil Taxonomy: Alfisoles, Inceptisoles, Molisoles y Ultisoles, correspondiendo la mayor cantidad de unidades de perfil a los Inceptisoles.

Según la clasificación de C.A.R.T.A, los suelos predominantes del área de estudio, corresponden al complejo 6 A, que son tierras de relieve ondulado sobre basalto que incluye áreas de morfología casi plana, además, son suelos jóvenes, poco evolucionados, ligeramente ácidos, permeables y fértiles, son aptos para la producción de cultivos anuales, reforestación y pasturas perennes.

7. METODOLOGÍA

7.1. Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos responden a un arreglo factorial de 2 años, 2 especies arbóreas, 1 cultivo anual y 1 testigo monocultivo, como se puede ver en el siguiente esquema:

	TRATAMIENTO	ESPECIE ARBÓREA	CULTIVO ANUAL
AÑO	1	Leucaena (L)	Maíz
	2	Cañafistola (Cf)	Maíz
	3	Testigo Maíz	

El arreglo espacial utilizado en la parcela cultivada en un ancho de 4.5 m está conformada por 2 hileras de cada una de las especies distanciadas a 1 m entre plantas (2222 pl/ha). La unidad experimental es de 9 x 16 m, con una parcela útil de 4.5 x 16 m.

El maíz utiliza un arreglo espacial de 0.7 x 0.5 m (entre hileras y plantas, respectivamente); el surco de maíz más cercano al árbol está a 0.85 m, estableciéndose un total de 5 surcos de maíz entre callejones de árboles.

7.2. Manejo de suelo, del cultivo anual y de los árboles

La preparación del terreno se realizó en la época invernal con una macheteada previa y laboreo del suelo, bajo el sistema tradicional de la zona. Se cercó la parcela con alambre de

púa para evitar el ingreso de los animales. El manejo del cultivo anual quedó reducido a una macheteada liviana de las malezas competidoras a fines de primavera. Se realizó una única cosecha de maíz por año y el material sobrante de la misma pasó a formar parte de la materia orgánica del ensayo. El manejo de los árboles se apoyó en el control de hormigas, macheteada liviana y poda. La poda del primer año fue a 1.2 m de altura sin dejar ramas, o sea, un corte en bisel; la del segundo año fue a 1.3 m dejando entre 3 a 4 ramas principales. Ambas podas tuvieron lugar a fines del invierno. Se procedió a pesar todo el material extraído, luego fue incorporado como biomasa verde al suelo, a través del arado. Los restos de la poda provenientes de ambas hileras se esparcieron hacia el centro de la parcela.

Para la obtención de los datos de producción de biomasa, se tomó la altura de los árboles, se peso el material vegetal, 10 árboles por parcela. El material se secó en estufa a temperatura constante y así se obtuvieron los valores correspondientes a biomasa seca.

8. RESULTADOS

8.1. Análisis de suelo

De acuerdo al análisis realizado, al inicio, en el área del ensayo se puede decir, que el mismo posee un bajo tenor de materia orgánica y presenta un pH típico de suelos ácidos.

En cuanto a los macronutrientes, los valores de calcio (3.94 cmol/dm^3), potasio (0.43 cmol/dm^3) y fósforo (1.13 mg/dm^3) son medio, alto y bajo respectivamente. Los valores de los micronutrientes como el cobre (15.84 mg/dm^3) y zinc (2.66 mg/dm^3) son medios; mientras que los de hierro (68.8 mg/dm^3) y manganeso (157.94 mg/dm^3) son considerados altos.

8.2. Efecto de la altura media

El análisis de la varianza entre la altura de los árboles respecto a los años de medición, las especies arbóreas, el cultivo anual y sus interacciones, muestra que las diferencias significativas, con un α de 5% se dan entre los años y las especies como así también entre su interacción.

A los fines de identificar los tratamientos que difieren entre si se realizó el Test de Comparación de Medias según Tukey para un α = 0.05. Los resultados se presentan en la tabla Nº 1.

TABLA Nº 1: *Medias de altura (m) de especies arbóreas para 4 tratamientos*

TRATAMIENTOS	MEDIAS	N	Tukey
1 – CF + Maíz	1.033	3	a
1 – L + Maíz	1.683	3	b
2 – CF + Maíz	2.73	3	c
2 – L + Maíz	4.222	3	d

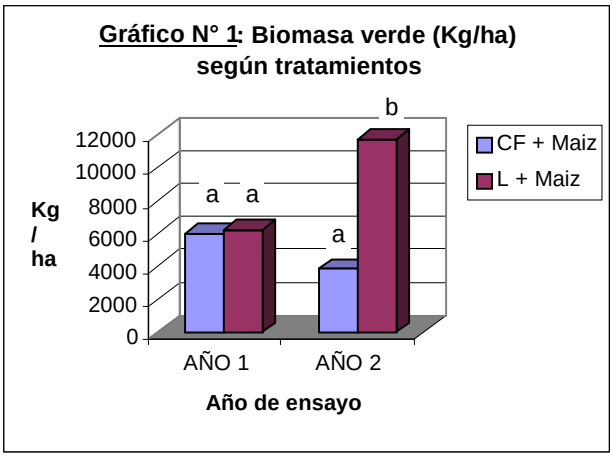
Medias con letras distintas difieren entre sí al nivel del 5%

Se puede observar que existen 4 grupos bien definidos por especies arbóreas; donde en el primer año la Leucaena presentó mayor crecimiento en altura que la Cañafístola y esto se repitió durante el segundo año.

8.3. Efecto de la biomasa

Según el análisis de la varianza se observa que existe diferencias significativas entre los años, las especies y su interacción.

Para lograr identificar los tratamientos que difieren entre sí se realizó el Test de Comparación de Medias según Tukey para un α = 0.05. Los resultados se presentan en el gráfico Nº 1.



Se puede ver claramente dos grupos significativamente diferentes. El primero donde la biomasa promedio oscila entre los 3.870 y 6.200 Kg/ha (grupo a) y el segundo donde la biomasa promedio es de aproximadamente 11.740 Kg/ha (grupo b).

Los valores obtenidos son importantes, ya que con solo una poda por año se obtuvo entre cinco a seis toneladas por hectárea en el primer año para ambas especies y en el segundo año, la ***Leucaena diversifolia*** presentó valores de 10 toneladas por hectárea

En la tabla Nº 2 se puede observar los valores correspondientes a biomasa seca según los porcentajes de disminución que sufre cada especie.

TABLA Nº 2: *Medias de biomasa verde y seca (Kg/ha) de especies arbóreas para 4 tratamientos*

TRATAMIENTOS	MEDIA BIOMASA VERDE	MEDIA BIOMASA SECA
2 – CF + Maíz	3866,66	2281,33
1 – CF + Maíz	6000,00	3540,00
1 – L + Maíz	6200,00	3410,00
2 – L + Maíz	11733,33	6453,33

8.4. Rendimiento del maíz

El análisis correspondiente al rendimiento del maíz se realizó en función al siguiente esquema:

	Tratamiento	Especie arbórea + Cultivo anual
AÑO	1	Leucaena (L) + Maíz
	2	Cañafistola (Cf) + Maíz
	3	Testigo Maíz

Para identificar los tratamientos que difieren entre sí se realizó el Test de Comparación de Medias según Tukey para un α = 0.05. Los resultados se presentan en la tabla Nº 3

TABLA Nº 3: *Medias del rendimiento de maíz (Kg/ha) de especies arbóreas para 6 tratamientos*

TRATAMIENTOS	MEDIAS	DESVIO ESTANDART	n	Tukey
1 – CF + Maíz	777.77	74.43	3	a
1 – L + Maíz	1071.76	96.87	3	b

2 – L + Maíz	1081.02	72.65	3	b
2 – CF + Maíz	1141.67	76.18	3	b
1 – Testigo (Maíz)	1200.19	173.20	3	b
2 – Testigo (Maíz)	1837.03	46.84	3	c
Medias con letras distintas difieren entre sí al nivel del 5%				

Se observa que tanto en el primer año como en el segundo los rindes del maíz son mayores cuando no se encuentran consociados a las especies arbóreas, es decir en las parcelas testigo siendo los valores cercanos a los que se registran en la zona.

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En altura media se destaca significativamente la especie ***Leucaena diversifolia*** sobre ***Peltophorum dubium*** en un 60%.

En cuanto a la biomasa verde, se observó que con solo una poda por año se obtuvo entre cinco a seis toneladas por hectárea en el primer año y en el segundo año, la ***Leucaena diversifolia*** presentó valores de diez toneladas por hectárea, este último cercano a los valores de referencia citados en los antecedentes.

Las especies forestales no fueron perjudicadas por las consociación, al contrario presentan tendencias a crecimientos mayores que en las poblaciones sin consociación.

En general tanto la ***Leucaena diversifolia*** (Leucaena) como ***Peltophorum dubium*** (Cañafistola) presentan buena capacidad de rebrote

El maíz en consociación disminuye hasta un 50% el rendimiento en relación a las parcelas testigo.

La implementación de este sistema agroforestal en el área elegida requirió escasas labores culturales.

No se evidenció erosión hídrica, dado que la masa remanente de las malezas como de los árboles se incorporaron al suelo como “mulch”, o capa de protección, no advirtiendo escurrimiento superficial alguno.

10. BIBLIOGRAFIA CITADA

EIBL, B. y otros. 2000. *Caracterización climática de la Provincia de Misiones y caracterización climática para cinco regiones en la provincia de Misiones*. Informe Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones.

JIMÉNEZ, J; KASS, D y JIMÉNEZ, F.1998. *El cultivo en callejones.* Apuntes sobre sistemas agroforestales CATIE/6 T2. Pág. 257-279. Turrialba. Costa Rica

KANG, B. T. 1994. *Cultivos en callejones: Logros y perspectivas.* Agroforestería en desarrollo. Pág. 61-82. Chapingo. México.

NAIR, R. 1997. *Agroforestería*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

VOLKART, C y otros. 1999. *Comportamiento de especies promisoria para la producción de leña en Eldorado, Misiones.* Revista Yvyraretá Nº 9. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA EL CULTIVO DEL *Pinus taeda L* y *Pinus elliottii Engelm* EN SUELOS HIDROMORFICOS. (a)

EVALUATION OF SOIL PREPARATION TECHNICHS FOR *Pinus taeda L* y *Pinus elliottii Engelm* CULTIVATION ON HYDROMORPHIC SOILS.

Lupi, A.M[1], Fernández, R.A[2-3], Pezutti, R[4], Pahr, N[2-3], Hernandez A[4], Martiarena, R[2]

RESUMEN

Se presentan los resultados al cuarto año de un ensayo de establecimiento de pinos en suelos hidromórficos del NE de Corrientes. Bajo un diseño factorial se evaluó en forma combinada 2 sistemas de preparación del suelo (rastra y camellones), 2 especies (*Pinus elliottii* y *P. taeda*) y 3 dosis de fertilizante (0, 100 y 200 g/planta de 15-30-12). Se observaron diferencias entre especies y formas preparación de terreno. No así respuesta a la fertilización. El *P. taeda* manifiestó mayor tolerancia y adaptabilidad que el *P. elliottii* a las condiciones de drenaje restringido, mientras que la construcción de camellones se asoció con mejores mayores tasas de crecimiento y sobrevivencia respecto del terreno bajo relieve natural.

SUMMARY

The results of a pine establishment trial on hydromorphic soils in North Eastern Corrientes are shown. The trial, that used factorial design, evaluated the combined effects of soil preparation (discs and ridges), two species (*Pinus elliottii* y *P. taeda*) and three fertilizer doses (0, 100 and 200 g/seedling of 15-30-12). The trial showed differences between soil preparations and species, detecting no response to fertilizer. *P. taeda* showed hier tolerance and adaptation capacity than *P. elliottii* to limited drainage conditions, and the ridges construction was associated to higher growth rates than the soils maintained the natural low land patterns.

INTRODUCCIÓN

La silvicultura intensiva contempla la manipulación de diferentes aspectos del rodal y del suelo con el fin de eliminar o disminuir los factores que limitan el crecimiento (Fox 2000). En áreas con drenaje restringido, la napa de agua próxima a la superficie del suelo representa una limitante para el crecimiento radical y para el desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo que se relacionan con el crecimiento del cultivo. Por lo tanto, para la habilitación de estas tierras se requiere de la sistematización del terreno mediante técnicas que modifiquen el microrelieve. Los camellones son una alternativa de preparación del terreno apropiada para estas condiciones y se construyen en el sentido de la pendiente con el objetivo de generar un ambiente aireado y libre de agua fluctuante para las mudas plantadas sobre su parte elevada.

(a) Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto Forestal de Desarrollo. SAGPyA.

[1] Instituto de Suelos INTA. Los Reseros y Las Cabañas. Castelar. Buenos Aires. amlupi@cirn.inta.gov.ar
[2] EEA Montecarlo INTA. Libertador 2472, Montecarlo, Misiones. rfernandez@montecarlo.inta.gov.ar
[3] Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoni 135 Eldorado.Misiones.
4 Bosques del Plata. Posadas. Misiones.

Varios estudios desarrollados sobre tierras bajas enfatizan sobre el efecto positivo de los camellones sobre las propiedades físicas, químicas del suelo y sobre el crecimiento y sobrevivencia del cultivo forestal (Pritchett y Gooding 1975, Haywood *et al*,1990, Lakel *et al*, 1999. McLaughlin *et al*, (2000) lo resume indicando que el aumento en la productividad del cultivo es el resultado de la mejora en las condiciones de aireación y un aumento en la disponibilidad de nutrientes por la mineralización de la materia orgánica al mezclar el mantillo con el suelo mineral.

En los años 90 los conocidos *tendidos bajos* del noreste de la Provincia de Corrientes (Arg.) comenzaron a visualizarse como áreas con potencial forestal. Sin embargo, una de las inquietudes fue conocer si el grado de hidromorfismo requeriría de la sistematización del terreno. En cuanto a las especies, un estudio realizado por Fernández y Pahr (1991) permitió observar que entre los varios tipos de suelos de Misiones los mayores crecimientos del *P. elliottii* se detectaron en suelos hidromórficos (Clase 3 de drenaje).

En este trabajo se discuten los resultados obtenidos hasta los 4 años en un experimento instalado a fin de evaluar el crecimiento y la sobrevivencia del *Pinus taeda* L y *Pinus elliottii* Engelm, implantados en sitios del NE de Corrientes con drenaje deficiente.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Características del sitio.

La experiencia se localiza en proximidades de Santo Tomé, NE de la provincia de Corrientes, Argentina. La temperatura media anual de la zona es de 21ºC con un régimen de lluvias isohigro que alcanza a los 1700 mm anuales. El relieve del sitio es subnormal, cuenta con drenaje restringido y escurrimiento lento. Según la clasificación de Etchevehere (1976) corresponde a las clases de drenaje 1 y 2. El suelo presenta una textura arcillosa a arcillo limosa y fue clasificado como Haplacuept. La vegetación es pajonal denso de 1 m de altura. Con anterioridad fue destinado a la producción de arroz.

Diseño experimental y tratamientos

El experimento se dispone bajo un diseño factorial (2x2x3) en bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos surgen de la combinación de los siguientes factores: 1) Especies (*Pinus taeda* y *P. elliottii*), 2) Técnicas de preparación del suelo (Rastra y Camellones) y 3) Dosis de fertilizante (0,100 y 200 g pl^{-1} de NPK 15-30-12).

Los camellones se construyeron en noviembre de 1996, nueve meses antes de la plantación, para permitir la estabilización del suelo removido. En agosto de 1997, la dimensión de los camellones fue de 1,8 m de ancho y 40 cm de altura respecto del nivel original del terreno. La preparación del terreno con rastra se llevó a cabo en mayo de 1997, luego de aplastar la vegetación herbácea y quemarla. La plantación se realizó en agosto de 1997 a un distanciamiento de 4 m entre líneas y 1,75 m en la línea (1428 pl ha^{-1}). La fertilización se realizó en forma manual, a cada lado de la planta, en forma de dos franjas o chorros paralelos a la línea de plantación, de 40 a 50 cm de longitud y 10 cm de profundidad aproximadamente. Cada parcela de medición tiene 51 plantas, cubre una superficie de 356 m^2 y cuenta con una línea de bordura. El lado mas largo de la parcela, coincidente con la línea de plantación, se dispone en el sentido de la pendiente del terreno hacia el curso de agua, favoreciendo el desagüe particularmente en las parcelas con camellones. Las parcelas se fertilizaron a dentro de los quince días de la plantación.

Crecimiento.
En agosto de 1998 y 1999 se midió el diámetro a la altura del cuello (DAC) y la altura total (H), mientras que en el 2001 se registró además el diámetro a la altura del pecho (DAP). En todas las oportunidades de relevaron las fallas.

Monitoreo de la napa de agua.
Se instalaron 6 freatímetros para monitorear mensualmente los cambios en la napa de agua. Se construyeron con tubos de PVC de 2 m de longitud, en el extremo inferior se realizaron orificios hasta una altura de 70 cm aprox. y fue cubierto con una malla tipo media sombra para filtrar el suelo. Dos freatímetros se instalaron en camellones y 4 en el terreno preparado con rastra.

Análisis estadístico.
Los datos fueron analizados mediante ANOVA y las diferencias entre los tratamientos se compararon mediante el test de LSD a un nivel de significancia del 0.01 y 0.05. Los valores de porcentajes de sobrevivencia fueron transformados mediante la aplicación del arco seno de la raíz cuadrada de la variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Crecimiento en altura y diámetro.
Los análisis estadísticos indican que el DAC y H medidos en agosto de 1998 y agosto de 1999 (a los 12 y 24 meses desde la plantación) fueron estadísticamente diferentes (*P: 0.000*) según la especie. El *P. taeda* mostró un mejor comportamiento (Figura 1a). Puede observarse que el *P. elliottii* presentó valores del orden del 30 al 40% inferiores al *P. taeda.*

A los 4 años de la plantación (agosto de 2001) la H y el DAP también fueron significativamente diferentes según la especie (*p: 0.0001*) tal puede verse en la Figura 2. En esta oportunidad el DAP del *P. elliottii* fue un 18 % inferior al del *P. taeda* (PT: 8,60 cm; PE: 7,02 cm).

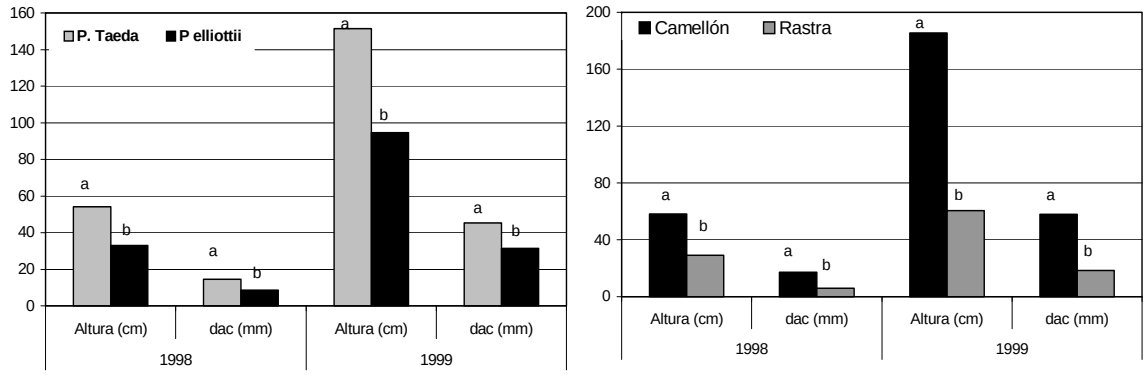


Figura 1: a- Crecimiento del *Pinus taeda* y del *P. elliottii* a los 12 y 24 meses desde la plantación en suelos anegables (Izqu.). b- Crecimiento de los *Pinus spp* según sistema de preparación del suelo a los 12 y 24 meses de la plantación (Der.).

En 1998 la diferencia de crecimiento entre especies fue de 21 cm (H) y 5,8 mm (DAC), en 1999 ascendieron a 57 cm (H) y 14 mm (DAC) mientras que en el 2001 las diferencias en altura alcanzaron a 1 m (PT: 448 cm, PE: 350 cm) y en DAC a 28 mm.

En el período agosto de 1998 – agosto de 1999 el *P. taeda* creció aprox. 1 m en altura (de 54 a 151 cm), mientras que desde agosto de 1999 a agosto de 2001 el crecimiento fue a razón de 1,5 m por año aprox. (de 151 m a 448 m). El *P. elliotti* creció a una tasa algo menor; entre agosto 1998 – agosto 1999 creció 61 cm (de 33 cm a 94 cm) mientras que en el periodo restante fue a razón de 1,2 m anuales aproximadamente.

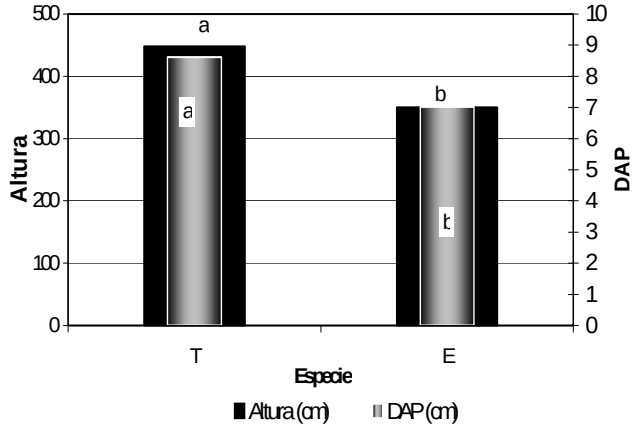


Figura 2: Crecimiento del *P. taeda* (T) y del *P. elliottii* (E) a los 4 años en suelos anegables.
Letras distintas indican diferentes significativas al 0.001 según el test de LSD

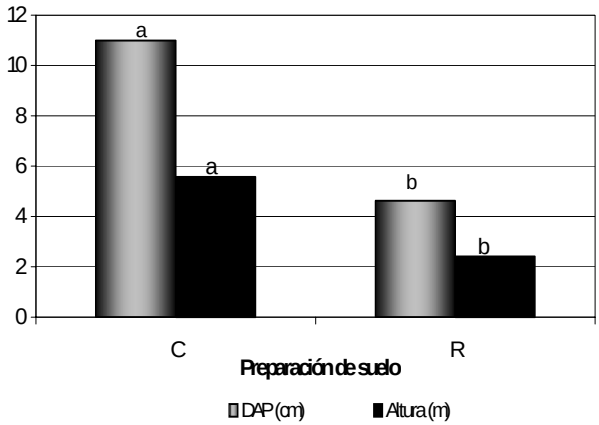


Figura 3: Crecimiento del *Pinus spp.* a los 4 años desde la plantación, según sistemas de preparación del terreno. Letras diferentes para cada parámetro indican diferencias estadísticas significativas a un nivel de significancia del 0.01 mediante el test del LSD**.**

Los sistemas de preparación del terreno (Figura 1b) generaron diferencias de crecimiento marcadamente superiores a las encontradas al comparar las especies *(p: 0,0001).* Los camellones crearon condiciones de crecimiento mas adecuadas. En 1998, la H en el tratamiento con rastra fue un 50 % inferior al de camellones, en tanto que las diferencias en DAC ascendieron al 65 %. En 1999 los cambios porcentuales fueron del 68 % y en valores absolutos las diferencias aumentaron a 125 cm en altura y 39 mm en DAC. En el 2001 (Figura 3), la H del tratamiento con rastra fue de 2,4 m y en camellones 5,5 m, lo que equivale a una diferencia de 3 m. En DAP las diferencias fueron de 6 cm.

La interacción entre los factores especie x preparación del terreno también fue altamente significativa (*p:0,0001*) para las mediciones de 1998 y 1999. Los mayores crecimientos se lograron con el *P. taeda* implantado en camellones mientras que los menores con el *P. elliottii* implantado en sitios preparados con rastra.

En 1998 (Figura 4), la H del *P. taeda* en camellones fue 2 veces mayor que la del *P. elliottii* en similar situación, mientras que las diferencias en DAC alcanzaron a 3,2 veces. No se rescatan diferencias al comparar el *P. taeda* en rastra y el *P. elliotti* en camellones. La comparación de la situaciones mas extremas (PT C vs PE R) muestran diferencias de 3 veces en H y 4,4 veces en DAC. En 1999 fueron mas marcadas las diferencias para cada especie entre preparación de sitio. Para ambas especies la plantación en camellones se tradujo en una diferencia de crecimiento en H y DAC 3 veces mayor al de rastra. Los tratamientos con camellones fueron estadísticamente diferentes entre si y respecto de la preparación con rastra. No se registran cambios significativos entre los tratamientos con rastra. La comparación de las situaciones extremas indicaría una ampliación de la brecha de crecimiento mostrando que el *P. taeda* en camellón creció 5 veces mas que el *P. elliotti* en rastra.

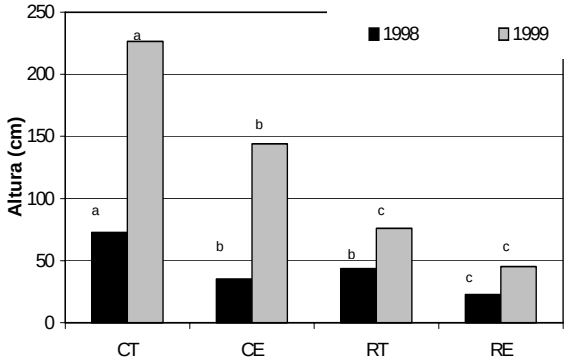


Figura 4: Crecimiento del *P. taeda* y del *P. elliottii* en terrenos anegables preparados con camellones y con rastra.

CT*: P. taeda* en camellón. CE: *P elliottii* en camellón. RT*: P. taeda* en rastra. RE: *P. elliottii* en rastra. Letras distintas para un mismo año indican diferencias estadísticas significativas a un nivel de significancia del 0,01 mediante LSD

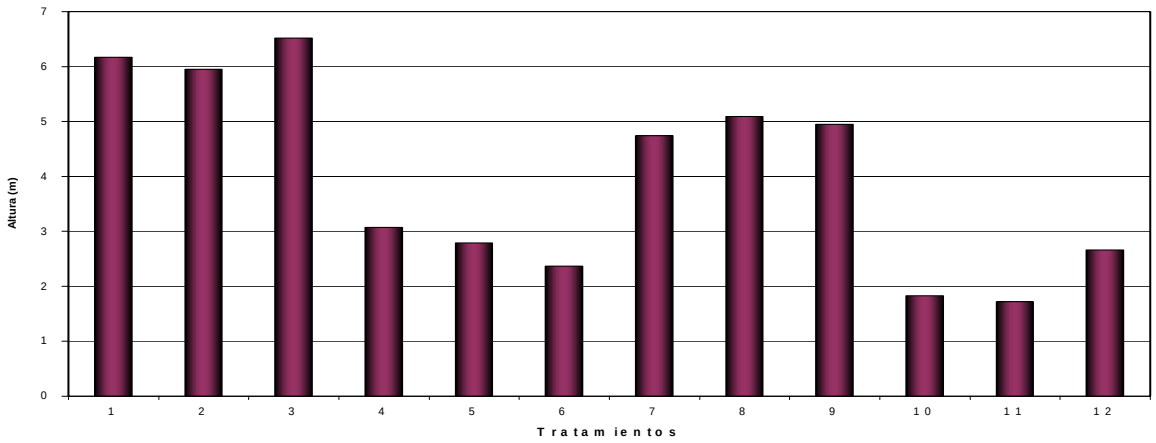
A los 4 años de la plantación (Tabla 2) se mantienen las diferencias de crecimiento aunque no fueron estadísticamente significativas. Esto puede estar relacionado a la elevada variabilidad en el crecimiento de las plantas en los sitios con rastra debido a diferencias de microrelieve. Las observaciones de campo muestran claramente contrastes en tamaño y coloración de las plantas en función de la posición que ocupan. Si bien estas diferencias de posición respecto de un plano horizontal son de apenas uno 5 a 15 centímetros, resultan suficientes para manifestar el impacto de la deficiencia de oxígeno. Las plantas en camellones se mostraron en todo momento más vigorosas. El *P. taeda* en camellón fue 3,5 m más alto y presentó 7,5 cm más de DAP que el implantado en rastra. Comparado con el *P. elliottii* en camellón, el primero presentó un 1m más de altura y 3 cm mas de DAP. En las parcelas sin camellones las diferencias son notablemente mas bajas. Los cambios mas importantes se plantearon en H cuando se comparó el *P. taeda* en camellones con el *P. elliottii* en rastra. El primero fue 4 m más alto que el segundo y las diferencias en DAP fueron de 8 cm, muy parecida a las que surgen de comparar el *P. taeda* entre los diferentes sistemas de preparación.

Tabla 2. Crecimiento medio en altura y DAP a los 48 meses de la plantación en función de la especie y el método de preparación del suelo.

		Altura (m)	cv (%)	DAP (cm)	cv (%)
P. taeda	**Camellón**	6.2 a (0.64)	10,4	12,4 a (1,5)	12,3
	Rastra	2.7 a (1.52)	55,3	4,15 a (3,33)	80,2
P. elliottii	**Camellón**	4.93 a (0.53)	10,7	9,6 a (0,95)	9,9
	Rastra	2.07 a (1.17)	56,8	4,4 a (3,42)	76,9

Los valores entre paréntesis representan los desvíos estándar de la muestra. CV: coeficiente de variación.

Similar a lo observado por Fernández et al (1999), en la evaluación de febrero de 1998, al cuarto año la fertilización tampoco se tradujo en diferencias en crecimiento ni en sobrevivencia (Figura 5). Una probable causa radica en que a los dos meses de instalado el ensayo se inició un semestre de lluvias abundantes y persistentes, que mantuvo anegadas todas las parcelas, lo cual pudo provocar un fuerte efecto de dilución del fertilizante. También bajo estas condiciones la pérdida del N por desnitrificación pudo verse favorecida.



T1: taeda+camellon+0g/pl; T2 : taeda+camellon+100g/pl ; T3 : taeda+camellon+200g/pl ; T4: taeda+rastra+0g/pl ; T5: taeda+rastra+100g/pl ; T6: taeda+rastra+200g/pl ; T7: elliottii+camellon+0g/pl; T8: elliottii+camellon+100g/pl; T9: elliottii+camellon+200g/pl; T10: elliottii+rastra+0g/pl; T11: elliottii+rastra+100g/pl ; T12: elliottii+rastra+200g/pl ;

Figura 5: Crecimiento en altura en suelos hidromórficos en función de la especie, preparación del suelo y fertilización. Edad 48 meses.

Sobrevivencia

Para el mismo ensayo Fernández et al (1999) reportan en los primeros 6 meses luego de la plantación se presentaron las mayores pérdidas ().

En todas las oportunidades de medición la sobrevivencia varió significativamente según la especie (*p: 0.000*) y el sistema de preparación del terreno (*p: 0.0001*), tal lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3: Sobrevivencia según especie y sistema de preparación del terreno.

	Ag- 97	**Ag-99**	**Ag-2001**
		Especie	
P. taeda	100	77.12 a	73.0 a
P. elliottii	100	54.6 b	53.3 b
		preparación del terreno	
Camellón	100	73,2 a	72,1 a
Rastra	100	59,1 b	54,3 b

Letras distintas indican diferencias altamente significativas mediante el LSD a un nivel de significancia del 0.001.

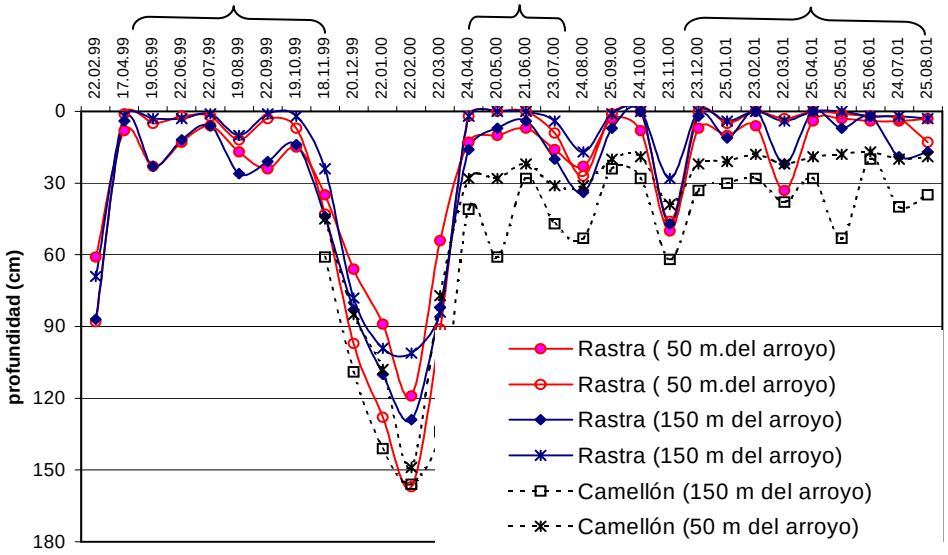
En las mediciones de 1999 y 2001 la mortalidad fue mas acentuada para el *P. elliottii* y para el tratamiento con rastra. A los 4 años el *P. taeda* mantuvo el 73 % de sobrevivencia, en cambio, el *P elliottii* solo cuenta con el 53 % de las plantas originales. La elevación de suelo mediante los camellones creó condiciones que permitieron a ambas especies mantener mayor densidad (70%).

La interacción entre los factores especie-preparación fue altamente significativa (*p<0.0012*). El *P. elliottii* implantado con rastra mostró las pérdidas mas importantes y llegó al 2001 con solo el 38 % de las plantas vivas. En el otro extremo, el *P. taeda* en camellones logró el 76% de sobrevivencia. Es interesante destacar la adaptabilidad del *P. taeda* en los terrenos que mantuvieron su relieve natural, ya que aún en estas condiciones su sobrevivencia (70%) fue

algo mayor a la del *P. elliottii* establecido en camellones (68%). Con estos resultados se descarta totalmente el empleo de esta especie en ambientes bajos en su condición de relieve natural.
En términos prácticos las pérdidas fueron importantes en ambas especies pero el *P. taeda* mostró mas resistencia a las condiciones de anegamiento

Evolución de la napa de agua
De marzo a octubre de 1999, de abril a junio del 2000 y de diciembre de 2000 a agosto de 2001, las áreas rastreadas mantuvieron el nivel de agua muy cerca de la superficie del suelo, disponiendo solamente de 10 a 20 cm, o menos, de suelo no anegado (Figura 6). Por otro lado, los registros freatimétricos en áreas de camellones indican que el agua siempre estuvo por debajo de los 20 cm de profundidad lo que representa entre 10 a 30 cm de espesor edáfico aireado adicional en relación a los sitios preparados con rastra. Estas diferencias de volumen de suelo explorable, libre de agua y accesible a las raíces son suficientes para explicar las grandes deferencias de crecimiento entre sistemas de preparación.

Figura 6: Evolución de la freática en sitios preparados con rastra y con camellones



CONCLUSIONES.
Los resultados obtenidos hasta los 4 años indican que en ambientes con drenaje restringido el *P. taeda* manifiesta mayor tolerancia que el *P. elliottii* y que la construcción de camellones es una técnica adecuada para garantizar el buen desarrollo de estas especies en condiciones de drenaje restringido.

Los terrenos localizados en posiciones topográficas de bajos hidromórficos, pertenecientes a la clase de drenaje 2 o menor, presentan fuertes restricciones para el cultivo de *P. elliotti* y *P. taeda* en su condición de relieve natural.

Ambas especies pueden establecerse y crecer, por lo menos hasta el cuarto año, mientras que cuenten con unos 40 centímetros de espesor edáfico con buenas condiciones de aireación, aún en períodos de precipitaciones abundantes.

BIBLIOGRAFIA

Etchevehere P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publicación 152 INTA Castelar 2da edición Buenos Aires Argentina, 211p.

Fernández R, Pahr N. 1991. Relaciones entre crecimiento de *Pinus elliottii* y tipos de suelo para la provincia de Misiones. 1º aproximación. Yvyraretá 2: 121-125.

Fernández R, Rodríguez F, Lupi AM, Hernández A, Reis H. 1999. Efectos de diferentes practicas de preparación del terreno y fertilización sobre el crecimiento inicial del Pinus spp. en el NE Argentino. Bosque 20(1) 47-55

Fox, T 2000. Sustained productivity in intensively managed forest plantations. Forest Ecology and Management 138: 187-202.

Haywood JD, Tiarks AE, Allan E**.** 1990. Eleventh-year results of fertilization, herbaceous, and woody plant control in a loblolly pine plantations. Southern J. Applied of For.14(4):173-177.

James W. McLaughlin JW, Gale MR, Jurgensen MS, Trettin CC.1998. Soil organic matter and nitrogen cycling in response to harvesting, mechanical site preparation, and fertilization in a wetland with a mineral substrate. Forest Ecology and Management 129 (2000) 7-23

Lakel WA, Aust WM, Carter EA, Stokes BJ, Buford MA, Sanchez FG .1999. Slash incorporation for amelioration of site, soil and hydrologic properties on pocosins and wet flats in North Carolina. Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Shrevepori. LA. February 16-18, 1999.

Pritchett WL, Gooding JW. 1975. Fertilizer recommendations for pines in the southeastern Coastal Plain of the United States. Agric. Exp. Stn., Inst. of Food and Agric. Sci. Bull. 774. Gainesville, FL: Univ. of Florida. 23 p.

"RELEVAMIENTO DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA DEL SOTOBOSQUE EN MONOCULTIVOS FORESTALES DEL PARAJE SOMBRERO CAÁ - MISIONES"

"FOREST INVENTORY SURVEY OF THE SPECIFIC DIVERSITY OF THE UNDERBRUSH IN FOREST MONOCULTURE IN THE SITE SOMBRERO CAA – MISIONES".

Domingo César Maiocco ([1])
Héctor Alejandro Keller ([1])
Alicia Mónica Stehr ([1])
Oscar Arturo Gauto ([1])
Andrea Ferreira ([2])

[1] Docentes – Investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales (UNaM)
[2] Becaria adscripta – estudiante Carrera Ingeniería Forestal

SUMMARY:

The following lines of action of this work define the primary objectives of the research: 1) Floristic parameters were determined to evaluate the relative aptitude of the forestry monocultures as biologic refuges. 2) The regeneration of native species for timber was surveyed as a potentially measure of planting management of *Pinus taeda, Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus* sp. located in Eldorado department, Sombrero Caa.
The dasonomic parameters in the implanted species were determined in plots of 650 m^2 selected at random in the plantation. Regeneration plots of 100 m^2 were established, and the native woody species from 2.5 to 10 cm of DAP were surveyed , were as the vegetal cover was measured using the method of line – interception.
The first results of the establishing of the natural regeneration of herbaceous and woods species in plantations of *Pinus taeda, Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus* sp. in the place Sombrero Caa were presented.

Key words: *Pinus taeda, Araucaria angustifolia, Eucalyptus sp.,* underbrush**,** specific diversity.

RESUMEN:

Las siguientes líneas de acción de este trabajo, definen los objetivos primarios de la investigación: 1) Se determinaron parámetros florísticos para evaluar la aptitud relativa de los monocultivos forestales como refugios biológicos; 2) Se relevó la regeneración de especies nativas maderables como medida de su potencialidad de manejo en plantaciones de *Pinus taeda, Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus sp.* localizadas en el Departamento Eldorado, paraje Sombrero Caá. Los parámetros dasométricos de las especies implantadas se determinaron en parcelas de 650 m^2 distribuidas aleatoriamente en los cuadros de plantación. Se establecieron parcelas de regeneración de 100 m^2 relevándose las especies nativas leñosas entre 2,5 y 10 cm de DAP y la cobertura vegetal herbácea se midió utilizando el método de la "línea - intercepción".

En este trabajo se presentan los primeros resultados del establecimiento de la regeneración natural de especies herbáceas y leñosas en plantaciones de *Pinus taeda, Araucaria angustifolia y Eucalyptus sp* del paraje Sombrero Caá.

El monocultivo forestal con mayor cantidad de representantes del estrato inferior corresponde al *Pinus taeda*., con 43 especies, 20 especies en el interior de plantación y 29

especies en borde; Las más abundantes son: *Trema micranta*, *Ctenitis submarginalis*, *Hidrocotyle xollicephama* y *Homolepis glutinosa*. En segundo lugar se encuentra la plantación de *Eucalyptus sp*. con 26 especies, 17 en interior e igual número en el borde, siendo las más abundantes: *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Clematis sp*. y *Paspalum sp*. Por último, se interceptaron 22 especies en la plantación de *Araucaria angustifolia*, 10 en el interior y 20 en el borde de plantación: *Cabralea canjerana*, *Ctenitis submarginalis* y *Piper aduncum*.

Palabras claves: *Pinus taeda, Araucaria angustifolia, Eucalyptus sp.,* diversidad específica, sotobosque.

INTRODUCCIÓN:

Las plantaciones forestales en la provincia de Misiones están compuestas habitualmente por especies exóticas, esto implica una transformación radical de la estructura y la composición de la vegetación del lugar. El primer efecto que produce la implantación es la eliminación de la vegetación original y la magnitud del impacto que provoca dependerá en gran medida de las especies vegetales que existían previamente en el área. Este trabajo analiza y compara la vegetación natural que se establece espontáneamente bajo el dosel de distintos monocultivos forestales.

El proceso de plantación comienza con la preparación del terreno con el fin de facilitar el establecimiento de las plantas. La intensidad de esta actividad comúnmente determina la cantidad de vegetación que se establecerá en la plantación durante los primeros años. Así, en sitios preparados ligeramente habrá una cobertura más alta que en sitios que fueron limpiados intensamente.

La densidad y diversidad del sotobosque en una plantación dependen de la especie de árbol utilizada y del manejo a que ésta es sometida. Por ejemplo, especies que producen sustancias alelopáticas reducen notablemente el desarrollo de otras plantas. De igual forma, árboles cuyas hojas tardan mucho en descomponerse como por ejemplo las acículas de pino, cubren el suelo dificultando la germinación de semillas. Finalmente, árboles que son fijadores de nitrógeno pueden estimular el desarrollo del sotobosque en terrenos con escasa fertilidad.

Una de las variables silviculturales que más influye en la calidad del sotobosque es la densidad de la plantación. En plantaciones densas, la escasa luz que atraviesa el dosel es insuficiente para el desarrollo de muchas plantas. Por el contrario, una baja densidad por hectárea, permite la presencia de un sotobosque denso compuesto por numerosas especies vegetales.

En el presente trabajo se evaluó la diversidad y composición vegetal que se establece en el sotobosque de las plantaciones forestales de *Pinus taeda, Araucaria angustifolia y Eucalyptus sp*., se determinaron los parámetros dasométricos de las plantaciones forestales monoespecíficas del sitio bajo estudio y los parámetros estructurales de la regeneración natural de especies leñosas.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El estudio se realizó en plantaciones monoespecíficas de *Pinus taeda*, *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus sp.* localizadas en el Departamento Eldorado, paraje Sombrero Caá, provincia de Misiones, con una superficie total de 220 ha, propiedad de la empresa Alto Paraná S.A

El lote se ubica a los 26º 23´ latitud sur, y 54º 40´ longitud oeste. Las características climáticas de la región se corresponden con las isotermas de 24 y 25ºC como temperatura media para el mes más cálido (enero) y la isoterma de 14ºC para las temperaturas medias del mes más frío (julio), registrándose ocurrencias de heladas meteorológicas en el 90% de los

años, con mínimas absolutas de -6ºC. La región se encuentra próxima a la isohieta de 1.800 mm como medias anuales de precipitación. Para la localidad de Eldorado, se referencian 1.723 mm y para la localidad de Esperanza 1.782 mm de precipitación media anual.

La propiedad presenta en su totalidad suelos del complejo 9, rojo profundo muy evolucionados, lixiviados, permeables, ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles (CARTA 1.963), de buenas características, con presencia de pequeñas piedras sueltas.

Las pendientes son leves y moderadas, no superando en ningún sector el 8 %; presentado una orientación predominante hacia el oeste. La altura promedio es de 175 m.s.n.m.

En parcelas de 650 m^2 distribuidas aleatoriamente en los cuadros de plantación se medieron los diámetros de todos los individuos y las alturas de los ejemplares dominantes con los cuáles se calcularon los parámetros dasométricos: número de individuos por hectárea, área basal y diámetro promedio de las especies implantadas

En parcelas de 100 m^2 se relevó la regeneración natural de especies leñosas entre 2,5 y 10 cm de DAP. Determinándose las características estructurales: distribución diamétrica, abundancia, dominancia, frecuencia e Indice de Valor de Importancia, como así también, indicadores de diversidad, composición florística y coeficientes de similitud

Los parámetros de la cobertura vegetal inferior ($\leq$ 1 m) se determinaron utilizando el método de la “línea - intercepción” (Canfield 1941, Denevan & Treacy 1987, Smith 1980). Esta técnica consiste en extender una cinta métrica a través de la vegetación; la cinta en cuestión marca un plano vertical que corta la vegetación hasta el nivel del suelo. Cada parte de la planta interceptada, que pasa a través de este plano vertical es registrada de acuerdo al número de centímetros que ocupa a lo largo de la cinta horizontal. Se registran solamente las plantas con partes interceptadas mayores a 10 cm de longitud.

Se consideró como componente de la cobertura vegetal inferior a todo vegetal con follaje por debajo de 1 metro de altura, esto incluye hierbas, arbustos y renovales de árboles o lianas leñosas.

En muchos casos la cobertura puede ser mayor del 100%, pues es común el solapamiento del follaje de las plantas. Esta cobertura adicional tan sólo se mide cuando el solapamiento corresponde a especies distintas (Fig. 1)

En cada plantación se determinó la dominancia relativa de especies particulares, dividiendo la suma de las intercepciones de una especie por la suma de todas las intercepciones de la transecta y multiplicando por 100. La dominancia relativa de grupos de especies (helechos, monocotiledóneas, dicotiledóneas, etc.) se evaluó sumando la dominancia relativa de las especies que lo componen.

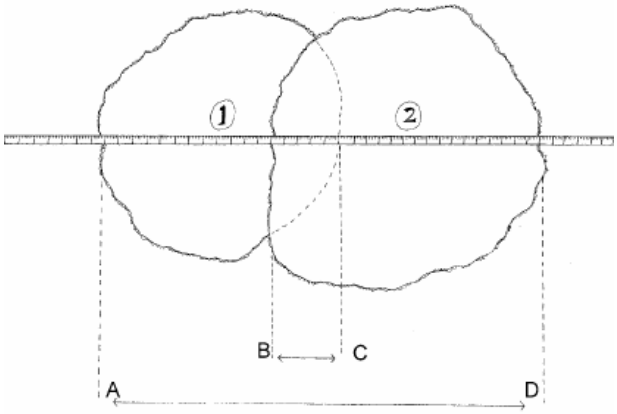


Figura 1: Solapamiento de canopias. Si los arbustos 1 y 2 son de la misma especie, debe registrarse la intercepción desde el punto A al punto D. Si los arbustos 1 y 2 pertenecen a especies diferentes debe registrarse la intercepción desde A hasta C para el arbusto 1 y desde B hasta D para el arbusto 2.

RESULTADOS:

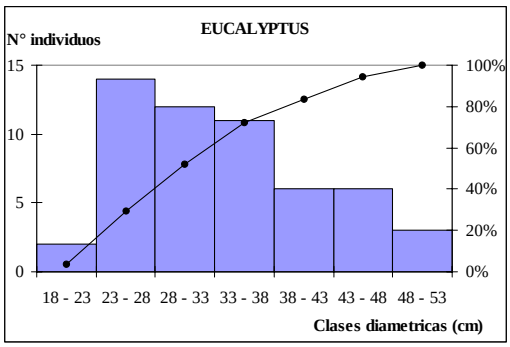
RESULTADOS PARCELA DE ÁRBOLES:

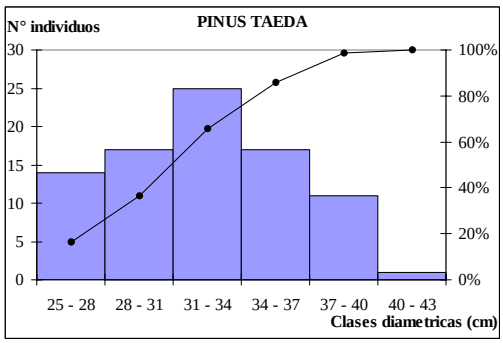
Se presentan en la tabla 1, los datos dasométricos obtenidos a partir del muestreo realizado en las tres plantaciones forestales:

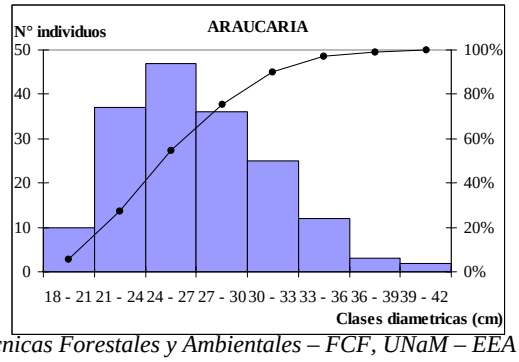
Tabla 1: Características del área bajo estudio

Plantación	Año	Altura Promedio (m)	Área basal (m^2/ha)	Número de individuos por ha	Superficie plantación (ha)	Intensidad de muestreo (%)	Número de árboles por ha
Araucaria angustifolia	1978	18	31,57	529,23	3,96	8,21	529,00
Pinus taeda	1988	21,95	21,81	261,53	3,7	8,78	261,00
Eucaliptus spp.	1988	22,9	15,92	166,15	5,4	6,02	166,00

Gráfico 1: Número de individuos por clases diamétricas en *Eucalyptus grandis, Pinus taeda y Araucaria angustifolia*







RESULTADOS ESPECIES LEÑOSAS

Gráfico 2: Abundancia de especies leñosas en interior (IP) y borde (BP) de plantación para cada una de las especies.

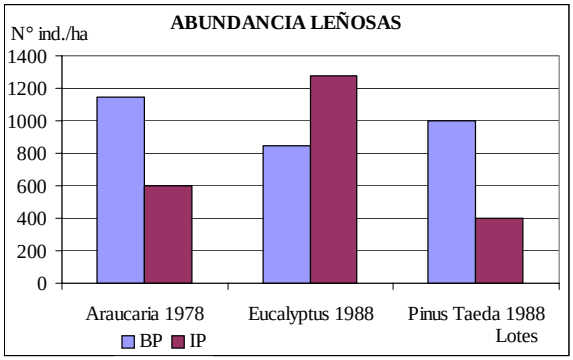


Gráfico 3: Riqueza de especies leñosas presente en interior y borde de plantación

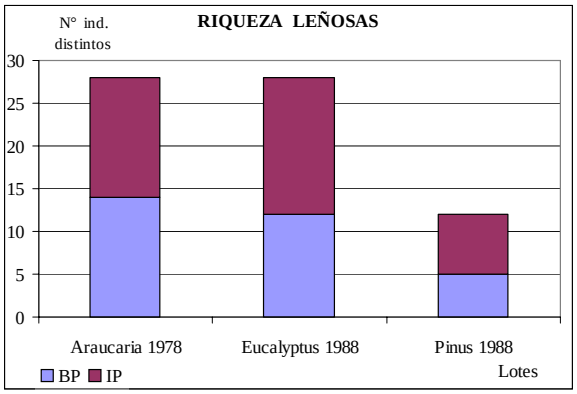


Gráfico 4: Diversidad leñosa según índice de Simpson

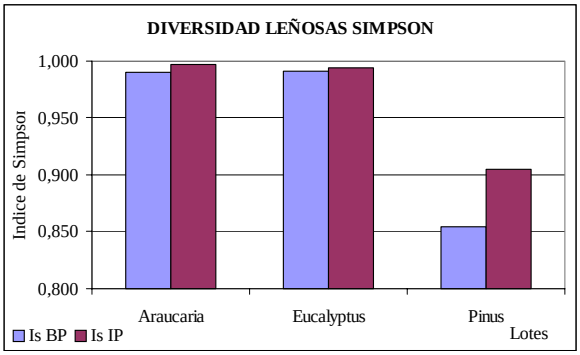
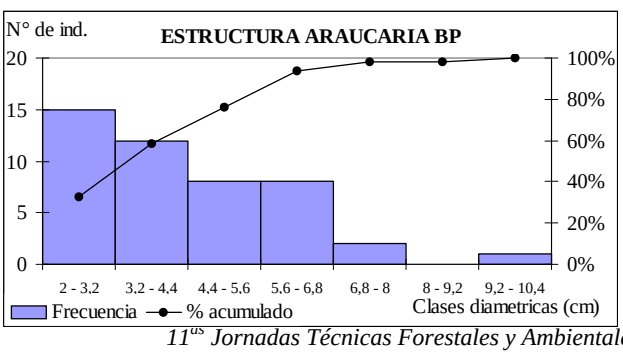
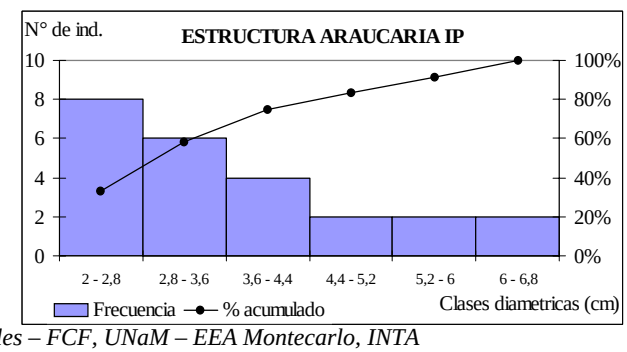
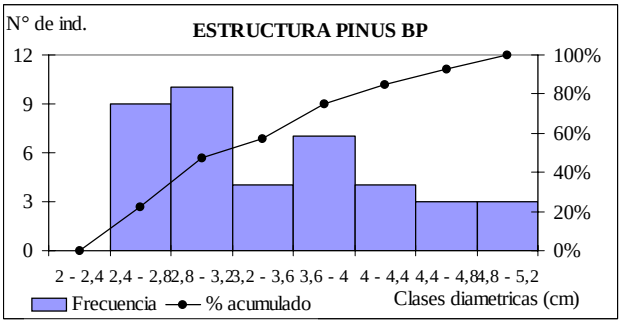
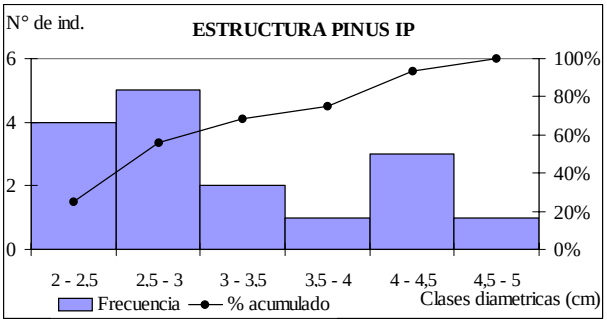


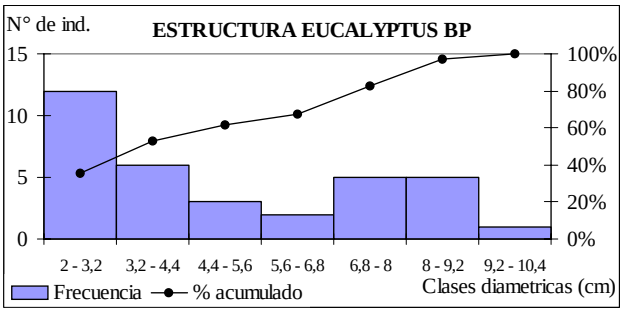
Gráfico 5: Frecuencia y distribución diamétrica par cada una de las plantaciones en interior y borde de la plantación

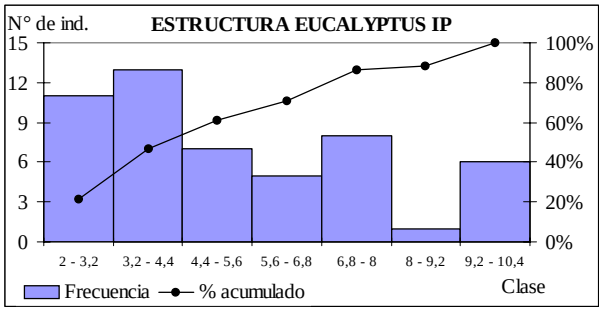




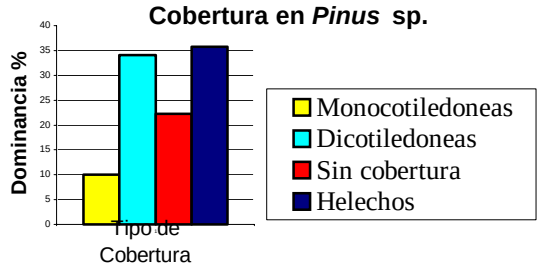


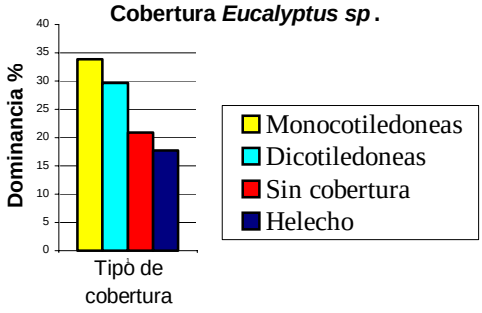


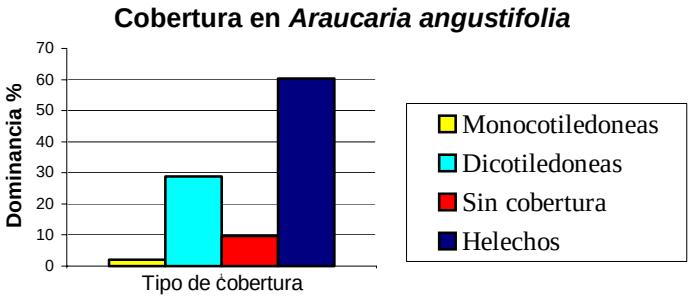




RESULTADO DE COBERTURA DE LAS ESPECIES HERBÁCEAS







El monocultivo forestal con mayor cantidad de representantes del estrato inferior corresponde al *Pinus sp*., con 43 especies, 20 especies en el interior de plantación y 29 especies en borde, siendo la especie leñosa más abundante *Trema micranta*, en helechos: *Ctenitis submarginalis* en dicotiledoneas: *Hidrocotyle xollicephama* y en monocotiledoneas: *Homolepis glutinosa*. En segundo lugar se encuentra la plantación de *Eucalyptus sp*. con 26

especies, 17 en interior e igual número en el borde, la especie leñosa más abundante *Lonchocarpus muehlbergianus*, en dicotiledoneas *Clematis sp*. y en monocotiledoneas: *Paspalum sp*. Por último, se interceptaron 22 especies en la plantación de *Araucaria angustifolia*, 10 en el interior y 20 en el borde de plantación, la especie leñosa más abundante es: *Cabralea canjerana*, en helechos: *Ctenitis submarginalis* y en dicotiledoneas: *Piper aduncum*. A excepción del *Eucalyptus* en todos los casos la mayor riqueza florística se presentó en bordes de plantación.

CONCLUSIONES:

- Se aprecian contrastes notables en cuanto a riqueza florística y ocupación del terreno en el estrato inferior de los distintos tipos de monocultivos forestales.
- La disponibilidad lumínica, regulada por la densidad del follaje y las condiciones de manejo, parece ser un importante factor que determina la riqueza florística en cada situación. Puesto que las especies vegetales son diferentes en cuanto a requerimientos ambientales, podemos asumir aquella situación que ofrezca la máxima combinación de ambientes (como el bosque nativo), o que reúna condiciones intermedias (como las plantaciones de *Pinus* sp. respecto de la iluminación) es la que tendrá la mayor riqueza florística.
- Grandes proporciones de espacios sin cobertura vegetal se presentan en *Pinus* y *Eucalyptus*, el grueso mantillo de acículas que se establece bajo las plantaciones de los primeros, impide la llegada de las semillas o de las radículas al sustrato. Si bien el manto de hojas de *Eucalyptus* es más somero, la presencia de sustancias alelopáticas tornaría difícil el establecimiento de una cobertura herbácea cerrada y completa.
- Por otro lado, y como se pone de manifiesto en el gráfico 2, el estrato inferior en *Araucaria angustifolia* deja muy pocos espacios desprovistos de vegetación. El mantillo inferior no forma capas densas, gruesas y uniformes como en *Pinus*, pues el follaje de esta especie cae lentamente, aún en los troncos de gran diámetro se hallan hojas adheridas, secas y muchas veces en alto grado de descomposición, sin haberse desprendido aún. Muchas ramas se rompen y caen al suelo, pero no representan un impedimento importante para la cobertura herbácea, compuesta esencialmente de helechos.

AGRADECIMIENTOS:

El equipo de trabajo agradece a la Empresa Alto Paraná S.A. por permitir el ingreso a las plantaciones que se utilizaron para el relevamiento de los datos.

BIBLIOGRAFÍA:

BARRET W**.,** Tressens S. G. 1996. Estudio de la vegetación nativa en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el norte de la provincia de Corrientes, República Argentina. Bonplandia 9 (1-2): 1-18

CANFIELD, R. 1941. Application of the line-intercept method in sampling range vegetation. J. Forest. 39: 388-394.

DENEVAN, W. M.; Treacy J. M.. 1987. Young managed fallows at Brillo Nuevo. In Denevan M. & C. Padoch: Swidden-Fallow Agroforestry in the Peruvian Amazon. Advances in Economic Botany 5: 8-46.

MOSCOVICH, F. R. Martiarena; H.; Keller; R.; Fernández; Borhen A.; Aguilar M. I.. 2001. Indicadores de Sustentabilidad: Componente Vegetal. IX Jornadas Técnicas Forestales. Eldorado

SMITH, R. L. 1980. Ecology and field biology. Harper and Row. New York.

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DISTINTOS SISTEMAS DE PREPARACION DEL TERRENO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL *Pinus taeda* Y LA CONSERVACIÓN DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO (a)

EFFECT OF THE APPLICATION OF SEVERAL SOILS PREPARATION SYSTEMS ON THE *Pinus taeda* GROWTH AND ON THE SOIL PRODUCTION CAPACITY CONSERVATION

Martiarena R.[1]; Fernández R.[1-2]; Aguilar M[3], Falher J.[3]

[1.] INTA. EEA Montecarlo. Libertador 2472, Montecarlo, Misiones. Argentina. Email: ramartiarena@ceel.com.ar
[2.] UNaM. Facultad de Ciencias Forestales. CC295 (3380). Eldorado, Misiones
[3.] LIPSIA SA. Pto. Esperanza. Misiones.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes prácticas de preparación del terreno sobre el crecimiento inicial de *Pinus taeda*. La experiencia se desarrolla en un campo de LIPSIA SA situado en el Depto de Puerto Iguazú, Misiones. El ensayo fue instalado en el año 2002 sobre un suelo kandiudult, en un sitio proveniente de la tala rasa de una primera rotación de *Pinus hondurensis* de 19 años. El diseño utilizado corresponde a bloques completos al azar de 4 tratamientos y 5 repeticiones. Se trata de los siguientes tratamientos: 1) Mantenimiento de residuos en superficie. Roturación del suelo mediante subsolado hasta 30 cm de profundidad, 2) Mantenimiento de residuos en superficie. Sin roturación del suelo, 3) Quema de residuos en escolleras. Roturación con rastra pesada y, 4) Igual al tratamiento 2 pero se dejó sin plantar. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas en crecimiento luego de 24 meses de haberse instalado el ensayo. Respecto de las variables edáficas se detectaron diferencias en CO, P y pH.

SUMMARY

To studied the effect of different techniques for soil preparation system was evaluated on the initial growth of *Pinus taeda* Columbia, a field experiment was set in LIPSIA S.A. at the Puerto Esperanza location, Puerto Iguazu Department, Misiones. The trial was set in 2002 on a kandiudult soil, in a location with a previous final cutting of *Pinus hondurensis* of 19 year old. The trial was set under a randomized blocks of four treatments with five replications. The treatment were: 1) Keep the final cutting residual on the soil surface; but the soil was digged through 30 cm deep; 2) Keep the final cutting residual on the soil surface, without soil roturation; 3) The final cutting residual burned after they were line up, and later soil roturation; and 4) Idem treatment 2, but soil without planted. Not significant differences were detected in pine trees growth after 24 months from plantation. In the soil variables CO, P and pH were found significant differences.

(a) Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA).

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales en su etapa de madurez adquieren cierta estabilidad nutricional y, mientras no sufran fuertes perturbaciones, se mantiene en equilibrio. Esta estabilidad es posible debido a que se genera una transferencia de minerales entre el interior y el exterior del ecosistema, donde las pérdidas generadas por lixiviación, escurrimiento, etc, son compensadas por las ganancias ocurridas por deposición atmosférica, meteorización, fijación biológica, entre otras. En una plantación se dificulta determinar esta estabilidad, pero se asume el equilibrio cuando la plantación es adulta, volviéndose a desestabilizar cuando se realiza la tala rasa, de ahí la oportunidad de conservar la mayor cantidad de residuos para retener en el sitio la mayor cantidad de nutrientes posible. Gonçalves (1995) hace mención de que las cantidades de nutrientes contenidas en la copa, principales componentes de los residuos de la explotación, representan un porcentaje significativo del almacenaje de nutrientes de una plantación forestal.

Este mismo autor verificó que entre el 51 al 82 % de los nutrientes de la biomasa vegetal presente encima de la superficie del suelo, estaban presentes en los residuos de la explotación en conjunto con el mantillo. También hace mención a que la pérdida de nutrientes por erosión y lixiviación es mayor cuando los nutrientes contenidos en los residuos son mineralizados por la quema y dejados sobre la superficie del suelo.

Durante la preparación del terreno la quema de los residuos y el laboreo son dos prácticas que en conjunto facilitan notablemente las tareas de implantación del cultivo forestal. El laboreo puede crear condiciones físicas óptimas por eliminar los disturbios causados por la cosecha, pero la eliminación de los aportes de residuos puede afectar negativamente la calidad del suelo (Fernández et al 2000; Fox 2000). Se ha observado que mediante las quemas y el consecuente incremento temporal en la disponibilidad de nutrientes se puede lograr un efecto positivo sobre el crecimiento inicial (Raison 1979; Fernández et al 1998), a pesar de ello, está documentado que esta práctica puede causar cambios importantes en la solución del suelo, pérdidas directas de MO y de los nutrientes contenidos en los residuos y en los horizontes superficiales, llevando a una disminución en la oferta nutricional en el mediano y largo plazo (Khanna y Raison, 1986).

Harvey (1989), hace referencia a que las pérdidas excesivas de reservas orgánicas y nitrógeno tienen un potencial efecto negativo sobre la productividad del suelo en el largo plazo, afectando mas pronunciadamente a la primera rotación post-fuego. Concluye diciendo que la liberación de nutrientes ocasionada por la quema no es capaz de garantizar una agricultura tropical a largo plazo.

Pritchett (1986) indica que las pérdidas de nitrógeno debido a quemas de limpieza pueden ser significativas, pudiendo llegar a ser superiores a 20 kg por hectárea. La quema interrumpe la recirculación de nutrientes y aumenta la probabilidad de pérdida por erosión y lixiviación. La quema, por otro lado, en determinados ecosistemas puede compensarse en gran parte por una mayor fijación biológica de nitrógeno como consecuencia de la menor acidez del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se desarrolla en un campo situado en el municipio de Puerto Esperanza en el departamento de Puerto Iguazú, provincia de Misiones, en un predio de la empresa LIPSIA SA. El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 21º C y precipitaciones que varían alrededor de 2000 mm anuales. El suelo pertenece al gran grupo de los Kandiudultes. El sitio

provino de la tala rasa de una primera rotación de *Pinus hondurensis* de 19 años de edad. Luego de la cosecha y previo a la aplicación de los tratamientos, se procedió a abandonar el sitio durante aproximadamente 5 meses a efectos del desecamiento de los residuos. A continuación se aplicó una doble pasada de rolo de 2 Mg a los fines de quebrar y aplastar los residuos y facilitar las tareas de siembra y control de malezas y hormigas.

La plantación se realizó durante el mes de julio del año 2002 con plantas de *Pinus taeda* producidas a raíz desnuda y realizada en macizo, con un distanciamiento entre plantas de 2,40 m en la línea y la misma distancia en la entre línea. Cada parcela de medición posee 64 plantas. Se suma a esta superficie la bordura triple entre parcelas y perimetral doble, totalizando entre parcela de medición y bordura 697 m^2. La superficie total del ensayo es de 13939 m^2.

El diseño utilizado corresponde a bloques completos al azar de 4 tratamientos y 5 repeticiones, a saber: 1) Mantenimiento de residuos en superficie. Roturación del suelo mediante subsolado hasta 30 cm de profundidad, 2) Mantenimiento de residuos en superficie. Sin roturación, 3) Quema de residuos en escolleras. Roturación con rastra pesada y, 4) Igual al tratamiento 2 pero sin plantar.

Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un muestreo de residuos y mantillo para estimar la masa remanente sobre el terreno. Para ello, se clasificó el material en cuatro categorías, 1) Mantillo y ramas menores a 1 cm de diámetro, 2) ramas con diámetro comprendido entre 1 y 5 cm, 3) ramas mayores a 5 cm de diámetro y, 4) frutos. El muestreo de los mismos se realizó en forma sistemática, tomando 7 muestras de 0,25 m^2. Submuestras del material pesado a campo fueron llevadas a estufa a 70º C hasta peso constante para determinar peso seco. Alícuotas de estas últimas fueron objeto de determinaciones de N, P, K, Na, Ca y Mg, El nitrógeno se determinó por el método semi-micro Kjeldahl, mientras que el fósforo, calcio, magnesio, y el potasio por digestión ácida.

El muestreo de suelo se realizó en el mes de Junio de 2003, obteniéndose una muestra compuesta por siete muestras simples, a nivel cada parcela, y para cada una de las siguientes profundidades: 0-10 cm y 10-30 cm. En el tratamiento 3 se tomaron muestras separadas en las áreas que soportaran la quema de escolleras y las que nó.

Durante el invierno de 2003 se realizó el muestreo de tejidos vegetales, donde se extrajeron hojas de las 6 plantas dominantes de cada uno de los tratamientos. En el tratamiento 3 se sub-muestreó por separado las plantas dentro y fuera de la influencia de la escollera.

A los 24 meses de haberse plantado se procedió a registrar la altura total (Ht) de todos los individuos y el DAC (Diámetro a la altura del cuello) de una muestra balanceada. Luego, mediante métodos de regresión se ajustó una función a efectos de estimar el DAC para realizar la reconstrucción de todo el ensayo.

A efectos de determinar diferencias de crecimiento y concentración de nutrientes entre los tratamientos se utilizó el análisis de variancia.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los resultados de la necromasa de residuos y mantillo y los contenidos de nutrientes en los diferentes compartimentos. El total de material remanente recolectado alcanzó a 17,4 $Mg.ha^{-1}$, valor que resulta comparativamente bajo debido a que pudo ser comercializado

material fino. Martiarena et al (2004) registraron 29,1 Mg.ha^{-1} en un muestreo similar pero en un sitio distante de la planta celulósica de la zona, con menor aprovechamiento del material fino.

TABLA 1: Materia seca y nutrientes (kg.ha^{-1}) de los residuos de tala rasa y mantillo.

	Residuos	**N**	**P**	**Ca**	**Mg**	**K**
Acículas	2252	29,61	3,26	8,58	2,36	6,59
Conos	924	7,44	4,99	2,22	0,97	2,53
> 1cm	9556	43,77	2,10	21,02	10,03	9,36
< 1cm	4652	29,54	2,79	15,86	4,33	8,19

El análisis estadístico correspondiente para los datos de crecimiento obtenidos al segundo año de instalado el ensayo no detectó diferencias estadísticas significativas para ninguno de los tres tratamientos en evaluación. Resultados similares fueron encontrados por Fernández et al (2000) en un ensayo con similares características sobre el mismo tipo de suelo. Respecto del crecimiento absoluto podemos decir que donde se mantuvieron los residuos en superficie se diferenció por sobre los demás creciendo un 7% mas que en los sitios donde se realizó roturación del suelo mediante subsolado y un 3% mas que donde se realizó la quema de los residuos, como se observa en la Figura 1.

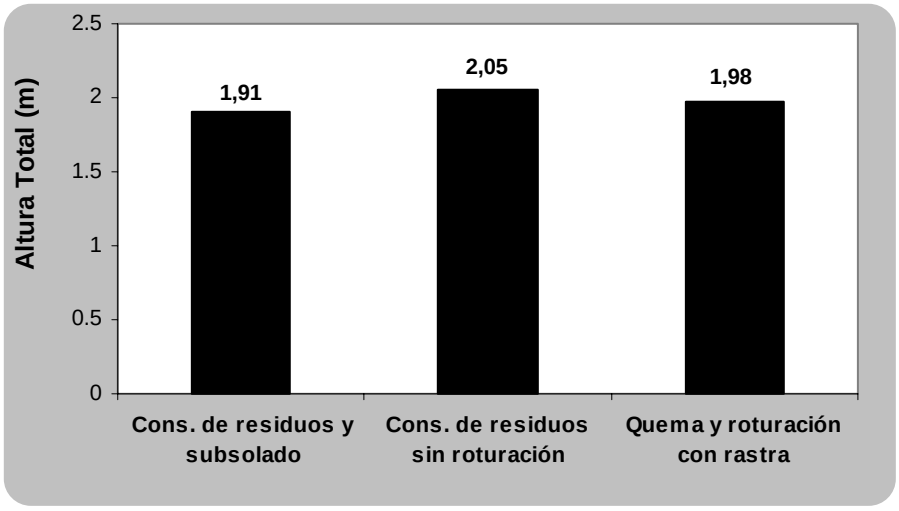


FIGURA 1: Crecimiento en Altura Total (m) del *Pinus taeda* luego de 24 meses de la aplicación de los tratamientos

En lo que respecta a los datos obtenidos a los 12 meses de instalado el ensayo para las diferentes variables de suelo correspondientes a 0-10 cm de espesor pudo observarse que el pH en la zona donde se realizó la quema de escollera presentó vañlotres significativamente mayores que en el resto de los tratamientos. Por su lado la concentración del CO mostró diferencias significativas, resultando levemente superior en las áreas con residuos. El P presentó las mayores concentraciones en las áreas quemadas. El Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Potasio no presentaron diferencia en este espesor. En el espesor 10-30 cm ninguna de las variables se diferenció estadísticamente de las demás. Sólo se debe destacar que en valor absoluto la concentración del fósforo fue mayor en el tratamiento que se aplicó quema.

La Tabla 2 muestra las concentraciones de nutrientes en acículas detectadas en los diferentes tratamientos a los 12 meses de edad.

TABLA 2: Contenido de nutrientes ($g.kg^{-1}$) en acículas del *Pinus taeda* de 12 meses de edad.

Tratamiento	N	P	Ca	Mg	K
Conservación de residuos (Tratamientos 1 y 2)	15,9	1,3	6,0	1,5	5,7
Quema de residuos (Trat. 3 área de quema de escollera)	20,8	1,4	6,4	2,1	5,3
Extracción de residuos. (Trat. 3 área extracción manual de residuos)	21,9	1,5	4,6	1,8	5,5

CONCLUSIONES

- No se detectaron diferencias significativas en crecimiento a los 24 meses de implantado el P. taeda en condiciones de mantenimiento y de quema de residuos.
- Se detectaron diferencias significativas en las variables edáficas pH, CO y P.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández R; A. Lupi; N. Pahr; H. Reis; H. O'lery; M. Gelid; M. Martínez. 2000. Técnicas de manejo de residuos de cosecha para el establecimiento forestal y su impacto sobre la condición química de los suelos rojos del Noreste de Argentina. Avances en Ingeniería Agrícola. Editorial Facultad Agronomía. Pg 243-248.

Fernández, R.; A. Lupi; H. Reis; J. Elizaul. 1998. Silvicultura sostenible. Efectos de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis* hill. ex Maiden en el noreste Argentino. Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile.

Fox, T. 2000. Sustained productivity en intensively managed forest plantation. For. Ecol. And Manag. 138:187-202.

Goncálves J. 1995. Efeito de cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. 1º Seminario sobre cultivo mínimo do solo em florestas. Curitiba.

Harvey A.; Jurgensen M.; Graham R.; 1989. Fire- Soil Interactions Governing Site Productivity In The Northern Rocky Mountains. In: Prescribed Fire in the Intermountain Region Symposium Proccedings 1989. Cooperative Extension Washington State University.

Khana, P.; J. Raison. 1986. Effect of fire intensity on solution chemistry of surface soil under a Eucalyptus pauciflora forest. Aust. J. Soil res. 24: 423-434.

Martiarena R.; R. Fernández; A. Lupi; D. Alegranza; D. Bischoff; D. Muñoz. 2004. Efecto de la preparación de terreno sobre el crecimiento de *Araucaria angustifolia*. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Simposio Nacional sobre suelos Vertisólicos. Paraná, Entre Ríos. 22 al 25 de Junio de 2004.

Pritchett W. 1986. Suelos Forestales. Propiedades, Conservación y Mejoramiento. Editorial Limusa. 634 pg.

ORDENACIÓN DE UNA FINCA EN LA CUENCA DEL ARROYO SCHWELM

ORDINATION OF A PROPERTY IN THE BASIN OF THE STREAM SCHWELM

Juan Antonio Martinez Duarte [1]
Fosco, Ignacio Raúl[2]
Gomez, Claudio A. [2]
Ortigoza, N. Dario[2]

[1] Ing. Ftal. Docente de Ordenación de Cuencas Hidrográficas. Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380)Eldorado-Misiones. email: martduar@facfor.unam.edu.ar
[2] Alumnos de la carrera de Ingeniería Forestal de la Fac. C. Ftales. InaM. Bertoni 124-(3380)Eldorado-Misiones. email: ifosco@hotmail.com; claudio-samojwk@universia.com.ar; extensión@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo planificar e implementar en forma conjunta con el propietario, la ordenación territorial, el uso y la protección de su finca de aproximadamente 41 hectáreas, ubicada en la zona inferior de la cuenca del arroyo Schwelm, que se pretende restaurar.

El proyecto contiene los aspectos técnicos, económicos, financieros y ambientales para la toma de decisiones, de acuerdo al interés, recursos y capacidad del productor.

El plan presenta las características físicas e la finca, las condiciones de uso, el cronograma para su desarrollo y protección, junto con los costos y beneficios del proyecto.

Algunas de las actividades a desarrollar se detallan a continuación:

- Restauración y establecimiento de bosques protectores de cursos de agua.
- Aprovechamiento racional de los recursos para que no se produzca un desequilibrio hidrológico y que la degradación especifica que se genere no supere la dinámica de regeneración del ecosistema.
- Identificación de los sectores donde existen problemas y zonas frágiles al proceso de erosión.
- Determinación de la rentabilidad económica de las líneas de acción.
- Mejoramiento del bienestar y la calidad de vida del productor, conllevando a un interés por parte de los propietarios aledaños a implementar dichas acciones.

Palabras claves: Ordenación de finca, restauración, desequilibrio hidrológico.

SUMMARY

The present project has as objective to plan and to implement in combined form with the proprietor, the territorial ordination, the use and the protection of its property of approximately 41 hectares, located in the inferior area of the basin of the stream Schwelm that is sought to restore.

The project contains the technical, economic, financial and environmental aspects for the taking of decisions, according to the interest, resources and capacity of the producer.

The plan presents the physical characteristics and the property, the use conditions, the chronogram for its development and protection, together with the costs and benefits of the project.

Some of the activities to be developed detail next:
· Restoration and establishment of protective forests of courses of water.
· Rational use of the resources so that a hydrological imbalance doesn't take place and that the degradation specifies that it is generated it doesn't overcome the dynamics of regeneration of the ecosystem.
· Identification of the sectors where problems and fragile areas exist to the erosion process.
· Determination of the economic profitability of the action lines.
· Improvement of the well-being and the quality of life of the producer, bearing to an interest on the part of the proprietors bordering to implement this actions.

Key words: Property ordination, restoration, hydrological imbalance.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio propone diferentes pautas de manejo de la finca, a fin de generar una mejor organización de los recursos naturales logrando de esta manera un uso sostenido en el tiempo. La organización que tendrá en cuenta la redistribución e implementación de usos, contempla la utilización del recurso suelo en forma equilibrada con el medio ambiente (KOZARIK, 2003).

Formulamos una secuencia de acciones de rehabilitación, protección y mejora de la finca y se identifican y diagnostican las actuales problemáticas de los recursos del predio, proponiendo alternativas factibles que se posibiliten a través de un análisis el equilibrio socio-económico y ambiental (SHENG, 1999).

El trabajo fue realizado en el lote *J* situado dentro de la cuenca del Arroyo Schwelm de la ciudad de Eldorado, Provincia de Misiones, República Argentina. Geográficamente el punto central del lote se ubica en la Latitud S -26º 24’ 6.1” y Longitud W -54º 41’ 14.5’.

El productor se dedica a la producción ganadera, apuntando preferentemente a la producción de leche. Posee 36 ganado vacuno de la raza Holando Argentino, de las cuales 7 por día entran a ordeñe, produciendo 10 litros de leche por vaca. Dicho ordeñe se realiza 26 días al mes, totalizando en el año 21.840 litros de leche, lo que a un precio de $0.70/litro, totalizaría un importe de 15288 pesos anuales.

La superficie que utiliza como potrero es de 15 hectáreas, el método de rodeo es de cría y el sistema de pastoreo es continuo. No posee sincronización de celo. La mortalidad por año es de 1 animal, y los nacimientos anual promedio es de 10.

Considerando el promedio de los pesos vivos estimados según su raza y la cantidad de animales, resulta en una carga animal total de 11.275 kilogramos. Considerando que el consumo promedio de un animal por día es de 1.5% de materia seca (MS) de su peso vivo total, se obtuvo por producto que se necesitan como mínimo 170 Kg de MS por día para todos los animales, llevando este valor al año significa 61.730.6 Kg de MS.

La especie de pasturas que utiliza es el Pasto estrella (Axonopus sp, Elefante (Pennisetum purpureum), Cola de zorro (Andropogum bicornis y Schyzachyrium microstachyum), Jesuita (Axonopus sp.) , Jacaré (Paspalum sp.).

La calidad de la pastura es baja ya que se observa mucha presencia de malezas, algunas son, por orden de importancia: Croton sp, (Euforbiaceae) cubriendo aproximadamente el 80 %, Matacampo (Vernonia tweediana, Compositae), Stachytarpeta cayennensis (Labiaceae), Sida rombifolia (Malvaceae) y Escobadura (Sida speciosa, Malvaceae).

El suplemento que utiliza es Mandioca, Maíz (quebrado) y afrecho. Las medidas sanitarias que utiliza son: vacunas del SENASA cada 6 meses (Aftosa, Brucelosis, Carbunclos), con un costo de 2 pesos por animal, antiparasitario Ivomec Ivermectina, con un precio de 30 pesos por 500 centímetros cúbicos, el cual utiliza 1 centímetro cúbico por cada 50 kg. de peso vivo. Además posee otro lote en el cual dispone de 4 has de Pasto Elefante.

Analizada desde el punto de vista económico, se recomienda Pinus taeda de alta calidad genética, por su rusticidad y alta taza de crecimiento, raleos selectivos por lo bajo para lograr una masa con la cantidad y calidad de árboles adecuados al turno de corta y de acuerdo a las modernas pautas silviculturales y con vista a un mercado forestal exigente.

Considerando a la especie forestal Pinus taeda la densidad inicial mínima de 1250 árboles por hectárea.

Realizando un trabajo de minuciosa observación con la ayuda de técnicos veterinarios, se determinó que las vaquillas entran precozmente al primer servicio, mediante la apreciación de la forma de la pelvis, la cual no estaba ubicada en forma horizontal. Esto por utilizar el sistema de pastoreo continuo y al no separar el toro del rodeo, este se encuentra siempre en contacto las vacas y vaquillas.

De esto surge la necesidad de planificar el método del apareamiento por medio de la sincronización del celo, dejando en convivencia al toro conjuntamente con las vaquillas (que presenten la aptitud física adecuada), solamente 3 meses al año Noviembre, Diciembre y Enero u Octubre, Noviembre y Diciembre. Con ello a los 9 meses del apareamiento se producirán los nacimientos durante la estación primaveral, donde coincide con una buena abundancia de pasturas disponibles para enfrentar esta época crítica para el desarrollo de los ejemplares vacunos.

Teniendo en cuenta la resistencia a la sombra, la alta palatabilidad, digestibilidad del 90%, resistencia a heladas y la disponibilidad del material de propagación para el productor por parte nuestra, se recomienda el pasto Jesuita Gigante (Axonopus gigantea), híbrido natural del Sur del Brasil. Dicha pastura posee un rendimiento de 6000 Kg. MS/ha./año (considerado un factor de seguridad del 85% y bajo Sistema Silvopastoril), se desprende por relación entre el consumo anual del ganado y el rendimiento anual de las pasturas que se necesitan para dicha cantidad de animales 10.3 hectáreas.

Hay sitios subutilizados en cuanto a la producción de pastura, dado que presentan una alta densidad de malezas, las que ya se describieron anteriormente y que estas áreas totalizan 16.8 hectáreas, esto permitiría aumentar la existencia actual de ganado a la cifra de 59 cabezas.

El método de pastoreo que se recomienda para maximizar el aprovechamiento de la pastura disponible es el Sistema PRI (Pastoreo Rotativo Intensivo) instalando 7 unidades de manejo para pastoreo, las cuales coinciden con los límites actuales de los usos. La duración del pastoreo en cada unidad estará en función de la superficie de cada una de ellas. El propietario decidirá cuando realizara la rotación en función de la altura del forraje. Se sugiere como método práctico que la altura mínima no se encuentre por debajo de los 10 cm (4 dedos al nivel del suelo como indicador).

Las subdivisiones internas se recomienda realizar con cercos vivos, en este caso se sugiere la especie conocida como T*rifoliata*, dadas su característica de agresividad por presencia de abundantes espinas. El método de repoblación será por siembra directa por fajas dentro de surcos. La longitud total a sembrar es de 3.262 metros.

El cambio de manejo lo debe ir haciendo por etapas, considerando las necesidades económicas del productor.

Se observo que actualmente el curso de agua esta afectado por la presencia de los animales, que defecan cerca de los cursos de agua, lo cual propicia la presencia de coliformes ocasionando un foco de contaminación.

Buscando mitigar la problemática actual, se sugiere mejorar la provisión de agua evitando que los animales ingresen directamente a los cursos de agua mediante la construcción de 2 canales para suministrar de agua a un estanque de aproximadamente 25 metros cúbicos de capacidad. Otra alternativa a tener en cuenta es reemplazar la construcción del canal por una pileta de rocas, ya que la pendiente es una restricción.

Teniendo en cuenta que todas las unidades tienen que estar conectadas a las fuentes de agua se recomienda usar el camino como pasillo principal del ganado (manga) y unir todos las parcelas atraes de portones o tranqueras y pasillos secundarios.

Es posible la obtención de recursos económicos la implementación de senderos de interpretación con cartelería y visitas guiadas concluyendo en un balcón mirador con vista al Rió Paraná.

Se halla una cárcava muy activa, la cual pareciera haber comenzado su desarrollo por la eliminación de la cubierta vegetal para posterior transformación de su uso en potrero.

Con la cinta métrica se midió la longitud arrojando un valor de 140 metros. Se registro la profundidad y el ancho en 7 puntos equidistantes a 20 metros a favor de la pendiente. Promediando las secciones se halla un valor de 0.79 metros cuadrados, el cual fue multiplicado por un factor de corrección de 0.7 ya que la sección de la cárcava no era un cuadrilátero perfecto, de manera que el nuevo valor calculado es de 0.56 metros cuadrados. Seguidamente multiplicando por la longitud total se halla el volumen de la cárcava en 78.4 metros cúbicos, el cual si se multiplica por la densidad de suelo promedio en 1.3 Tn/m3 arroja un valor de 101.92 toneladas de sedimentos.

La corrección de la cárcava se realizara por medio de la construcción de pequeños diques utilizando rocas y Tacuaras, las cuales abundan en algunas zonas. La problemática de la cabecera de la cárcava será mitigada por el sistema silvopastoril aumentando la infiltración y disminuyendo la escorrentía, con lo cual se lograra un régimen hidrológico mas equilibrado.

Para el análisis sobre la base del plan de manejo de la plantación forestal, se utilizo el Sofware Simulador Forestal 1.0 con lo cual se obtuvo datos para realizar el Flujo Neto de Fondos (FNF) Silvícola.

Desde el punto de vista costos, se consideran la tecnología que el productor ya posee a saber: Tractor Fiat 600, 3 cilindros 55 HP, Subsolador (0.7m), Arado, Ahoyador helicoidal, Camioneta Nissan 4x4 y Rastra de discos (14 discos). Para lo cual se realizo una tabla con costos reales cedidos por el productor y apuntes de la Cátedra de Economía Forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como actividad inicial para llevar a cabo este trabajo, se realizó un trabajo de diagnostico sobre la situación actual de la finca como también a cerca de los objetivos del productor y del contexto general donde está inserta la finca. Para ello se recurrió a realizar una entrevista al propietario, como también

se realizaron estudios sobre material cartográfico ejecutado por C.A.R.T.A., 1962-1963 (hojas planialtimétricas 2754-8-2 a escala 1:50.000) e imágenes satelitales del año 2000 (Imagen satelital Landsat 7, bandas 4,5,3 de 15 metros en resolución espacial), efectuándose interpretación de aerofotografías monocromáticas 1:20000, 1997 (C40 - 09) y cromáticas 2003.

También se recopiló información geomorfológica y edafológica, así como hidrológica y meteorológica de la Tesis "Evaluación económica - ambiental de alternativas de acción en la cuenca del arroyo Schwelm (MARTÍNEZ DUARTE, 2003).

Posteriormente se realizó un análisis de los mapas mediante superposición de capas (Layers), utilizando SIG (Sistema de Iinformación Geográfica) Arc View GIS 3.2. Se calculo la superficie de cada uso, a través de la extensión X- Tools. Para la realización de un perfil se midieron pendientes porcentuales con la ayuda de un clinómetro Suunto con una precisión de +/ - 1%.

Para el estudio económico del Sistema Silvopastoril se utilizó información de la Jornada Técnica *"Presentación Jesuita Gigante"*del I.N.T.A realizada en Jardín América (Agosto 2003).

Los costos de preparación de terreno y plantación fueron extraídos de tablas suministradas por el Ing. Luis Dalprá, Cátedra de Economía Forestal, Noviembre 2.003.

También se realizo una encuesta al propietario sobre la situación actual de su producción ganadera.
Para obtener los datos de producción de la plantación de Pinus taeda, se utilizo el Simulador Forestal 1.0.

En lo que respecta a la descripción de actividades tendientes a corregir la Erosión, se siguieron las pautas más convenientes del documento "Control de Cárcavas", CONAF- Sexta edición del autor Moder Zambrano. Se midió la magnitud de la cárcava como también se determinó el estado.

Con respecto a los antecedentes de usos, se efectúo una *resolución temporal* entre: Altimétrico Mancini et al ('63), fotografía aérea ('97) y aerofoto ('03), además se corroboró con el propietario.

Sobre la caracterización climática se utilizaron Mapas y Referencias de los sistemas de clasificación de Köppen y Thornthwaithe (Apuntes Cátedra de Agrometereología 2.000).

Finalmente, haciendo referencia a la geomorfología- relieve y suelos de la región de estudio, se recopilo material del Atlas de suelo de la provincia de Misiones Escala 1:500000, realizado por la SAGPyA e INTA (1985).

RESULTADOS

Los indicadores económicos arrojaron un valor de Tasa Interna de Retorno (TIR) de 24 % para el sistema silvopastoril, siendo el Valor Actual Neto (VAN) de 29.433,4 pesos al cabo de 18 años con el manejo propuesto y considerando un factor de seguridad del 85%.

Es conveniente la implementación del proyecto Silvopastoril en etapas dado que siempre se debe disponer de una superficie de pastoreo para los animales que existen actualmente, no pudiéndose realizar la conversión de toda la superficie simultáneamente.

El estudio realizado revela que el proyecto se puede implementar en tres etapas de cuatro años, necesitándose doce años para lograr completar el proyecto en toda la extensión de la superficie.

Durante estos años el productor deberá incurrir en mayores costos de suplementos alimenticios que los actuales, para lograr el ciclo propuesto.

La corrección de la cárcava se logrará a través del método propuesto en aproximadamente dos años, posteriormente con el cierre de canopia de la plantación de pinos y la periferia de con barreras vivas de Trifoliata se logrará aumentar mas aun la superficie cubierta con vegetales y por ende disminuir la escorrentía superficial productora de cárcavas.

CONCLUSIONES

Es factible y conveniente planificar e implementar en forma conjunta con el propietario, el uso y la protección de su finca. Los aspectos técnicos, económicos, financieros y ambientales que contiene el proyecto ayuda al productor en la toma de decisiones, de acuerdo a sus intereses, recursos y capacidades.

El plan presenta las parcelas de la finca, sus características físicas, las condiciones de uso, el cronograma para su desarrollo y protección, junto con los costos y beneficios.

Es necesaria la conservación, restauración y establecimiento de bosques protectores de cursos de agua. Se identificaron los sectores donde existen problemas de erosión y también zonas frágiles al proceso de erosión.

Los indicadores económicos utilizados confirman la rentabilidad del sistema silvopastoril propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

KOZARIK, J. C. y otros. 2003. ”Ordenación de la cuenca del arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 15 pag.

MARTÍNEZ DUARTE, J. A. 2003. “Evaluación económica ambiental de alternativas de acción en la cuenca del arroyo schwelm, Eldorado, Misiones, Argentina”. Acta de las décimas jornadas técnicas forestales y ambientales, Eldorado, Misiones, Argentina. 5 pag.

SHENG, T.C..1992.”Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas”, editado por FAO, Roma. 183 pag.

FUNCIONES DE VOLÚMEN Y FORMA PARA *Grevillea robusta* A. EN MISIONES, ARGENTINA

VOLUMETRIC AND FORMS FUNCTIONS OF *Grevillea robusta* A. IN MISIONES, ARGENTINA

F. Moscovich[1], **E. Crechi**[1], **H. Fassola**[1], **A. Hennig**[2], **H. Hampel**[2], **C. Domecq**[2], **C. Maletti**[2]

[1] *Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: fmoscovich@montecarlo.inta.gov.ar*
[2] *Técnicos. Danzer Forestación S.A. Posadas, Misiones, Argentina. Casilla Correo 449 (3300) Posadas – Misiones. TE-FAX: 54-03752-480295/480557. E-mail: danzfor@arnet.com.ar*

RESUMEN

A partir de plantaciones de *Grevillea robusta* distribuidas en la provincia de Misiones, se seleccionaron 95 árboles correspondientes a diferentes sitios y edades. Los árboles fueron elegidos en forma aleatoria dentro de cada clase diamétrica, procurando disponer de al menos un individuo por clase. Sobre el fuste de los árboles apeados, se midieron los diámetros con y sin corteza a las alturas de 0,1; 0,3; 0,7; 1,3; 2,0 y luego cada 2 metros hasta el ápice del árbol. Distintos modelos matemáticos fueron probados a través de la técnica de regresión, que incluyeron como variables independientes el diámetro a 1,3 metros, los diámetros parciales, la altura total del árbol y las alturas parciales. Las ecuaciones aquí presentadas pueden ser usadas para predecir volumen total y comercial para cualquier altura y diámetro en punta fina. Una función de forma implícita en la ecuación de volumen comercial permite predecir diámetros y alturas a lo largo del fuste.

Palabras claves: ecuaciones de volúmenes, forma, *Grevillea robusta* A., Misiones, Argentina.

ABSTRACT

Starting from *Grevillea robusta* plantations distributed in Misiones Province, 95 trees corresponding to different places and ages were selected. The trees were chosen in random form inside each class diametric, trying to prepare of at least an individual for class. On the stem of the gotten off trees, the diameters were measured with and without bark to the heights to 0,1; 0,3; 0,7; 1,3; 2,0 and then each 2 meters until the apex of the tree. Different mathematical models were used through the regression technique that included as independent variables the diameter to 1,3 meters, the partial diameters, the total height of the tree and the partial heights. The equations here presented they can be used to predict total and commercial volume for any height and diameter in fine tip. A function in an implicit way in the equation of commercial volume allows to predict diameters and heights along the stem.

Keys word: volumes equations, forms, *Grevillea robusta* A.¸ Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La estimación del volumen del árbol individual es un problema relevante en dendrometría e inventarios forestales. La dificultad en la determinación directa del volumen mediante la cubicación de secciones hace conveniente contar con expresiones matemáticas que, basadas en una muestra objetivamente seleccionada y cuidadosamente medida, permitan estimar el volumen de los árboles sobre la base de mediciones simples.

Existen antecedentes en la región de tablas de volúmenes construidas con árboles a partir de diferentes especies implantadas, entre ellos podemos citar a Mavrex (1969) construyó una tabla de volumen de doble entrada para *Araucaria angustifolia*, Mariot & De Dio (1982a, 1982b) construyeron tablas de simple entrada para *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii*, Glade & Friedl (1988) ajustaron 11 modelos para la construcción de tablas de volumen de doble entrada para *Eucalyptus* gr*a*ndis, Kolln & Viola (1987, 1988) construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*, Friedl *et al.* (1991a, 1991b) construyeron tablas de simple y doble entrada para *Pinus caribaea* var *caribaea* y *Araucaria angustifolia* respectivamente, mientras que Bunse & Hennig construyeron una tabla de doble entrada para *Pinus caribaea* var *caribaea*.

Los modelos fustales, de conicidad o ahusamiento, son funciones de forma que representan la variación diamétrica a lo largo del fuste como función del diámetro a la altura del pecho (diámetro a 1,3 m) y la altura total (h). Constituyen una importante herramienta en la determinación de volúmenes de árboles y trozas y permiten al usuario estimar 3 características básicas de los árboles: diámetros en cualquier punto del fuste, altura del fuste en que se encuentra un diámetro específico y volumen entre dos puntos cualquiera del fuste o volumen hasta cualquier índice de utilización (Prodan *et al.*, 1997). Como antecedentes en la zona, podemos citar los trabajos presentados en *Araucaria angustifolia* por Weber *et al.* (1991) y Friedl *et al.* (1992), en *Pinus taeda* por Costas *et al.* (2003), entre otros.

El objetivo de este trabajo fue construir un conjunto de ecuaciones de volúmenes y forma para que pueda ser utilizada en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales de *Grevillea robusta* en Misiones.

MATERIALES Y METODOS

Datos de perfil de fuste fueron obtenidos con información proveniente de 95 árboles dominantes, codominantes e intermedios, de diferentes edades y sitios de plantaciones de *Grevillea robusta* en Misiones, cuyas edades oscilaron entre 3 y 31 año. Seleccionado el árbol fue medido el diámetro a 1,3 metros (dap) con forcípula, luego de apeado con motosierra fue medido con cinta la altura total (h) sumada a la del tocón, a continuación fueron medidos los diámetros a diferentes alturas comenzando a partir del tocón (entre 10-30 cm), continuando a 0,7 m; 1,3 m; 2,0 m; y a partir de este punto a cada 2,0 m hasta el ápice. Dos mediciones de diámetros fueron realizadas, con y sin corteza. La fórmula de Smalian fue utilizada para computar el volumen de cada sección desde el tocón hasta el diámetro en punta fina considerado. El volumen de un cono fue utilizado para determinar el volumen desde el último corte hasta el ápice. Los volúmenes de dichas secciones fueron acumulados para cada árbol para obtener el volumen total (con y sin corteza).

Varias ecuaciones de volumen fueron examinadas y analizadas. Se consideró como variable dependiente el volumen total (V) y como variables independientes el diámetro a 1,3 metros (dap) y la altura total (h). En la Tabla 1, se describen los modelos empleados en el ajuste.

La evaluación de los modelos se realizó a través de las estadísticas de ajuste, coeficiente de determinación ajustado (R^2aj), coeficientes de variación de los residuos, valor F de Snedecor, evaluación gráfica de las curvas ajustadas frente a los datos observados, análisis gráfico de los residuos expresados en porcentaje y coeficiente de Darwin-Watson (D-W). A

los efectos de comparar ecuaciones en que la variable dependiente de una es logaritmo respecto de otra dependiente sin logaritmo, o al comparar ecuaciones con diferente número de parámetros, se utilizó el Índice de Furnival (Silva *et al.*, 1991).

Para estimar los valores a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de la discrepancia logarítmica propuesto por Meyer (1941). Dicho factor de corrección fue aplicado en la determinación de los volúmenes estimados en el caso de las ecuaciones logarítmicas.

Tabla 1. Modelos ajustados para predecir volumen total del fuste.
Table 1.- Adjusted models to predict total volume of the shaft.

Modelo	Autor/es	Ecuación
1	Brenac	$ln(V) = b_0 + b_1 \cdot ln(dap) + b_2 / dap$
2	Prodan	$ln(V) = b_0 + b_1 \cdot ln(dap) + b_2 \cdot ln^2(dap) + b_3 \cdot ln(h) + b_4 \cdot ln^2(h)$
3	Schumacher - Hall	$ln(V) = b_0 + b_1 \cdot ln(dap) + b_2 \cdot ln(h)$
4	Spurr	$V = b_0 + b_1 \cdot dap^2 \cdot h$
5	Stoate	$V = b_0 + b_1 \cdot dap^2 + b_2 \cdot dap^2 \cdot h + b_3 \cdot h$

Donde: V = volumen del fuste (m³), dap = diámetro a la altura del pecho con corteza (cm), h = altura total (m), b_i = coeficientes de los modelos, ln = logaritmo natural

El volumen de corteza de los árboles expresados en porcentaje, se obtuvo de las ecuaciones de volúmenes totales con y sin corteza, a través de la siguiente fórmula:

$$vc\% = \frac{(Vcc - Vsc)}{Vcc} \cdot 100$$

donde: vc% = volumen relativo porcentual de corteza; Vcc = volumen total estimado con corteza; y Vsc = volumen total estimado sin corteza

El factor de forma artificial del árbol, se obtuvo como la razón entre el volumen con corteza estimado y el volumen de un cilindro con igual dap y h a la del árbol estimado.

Volumen comercial a diferentes diámetros en punta fina

Las ecuaciones utilizadas, Amateis & Burkhart (1987), proveen un sistema de ecuaciones para predecir volumen comercial para cualquier diámetro en punta fina y altura de fuste. Dichas ecuaciones son:

$$vd = V \cdot (1 + b_1 \cdot (d^{b_2} / dap^{b_3})) \quad (1)$$

donde: V (m³) = volumen total; vd (m³) = volumen hasta un diámetro en punta fina d; d (cm) = diámetro en punta fina; y b_1-b_3 = coeficientes a ser estimados por regresión no lineal

$$vh = V \cdot (1 + c_1 \cdot (P^{c_2} / h^{c_3})) \quad (2)$$

donde: vh (m³) = volumen hasta una altura h; P (m) = h-hi, distancia entre la altura total h hasta la altura parcial hi; y c1-c3 = coeficientes a ser estimados por regresión no lineal.

Función de forma implícita:

Las ecuaciones (1) y (2) pueden ser utilizadas para predecir altura (h_i) para un determinado diámetro en punta fina (d) y viceversa.

A partir de las ecuaciones (1) y (2) y resolviendo para d y h_i, obtenemos:

$$d = \left[\frac{c_1 \cdot (P^{c_2} / h^{c_3}) \cdot dap^{b_3}}{b_1} \right]^{1/b_2} \quad (3)$$

$$hi = h - \left[\frac{b_1 \cdot (d^{b_2} / dap^{b_3}) \cdot h^{c_3}}{c_1} \right]^{1/c_2} \quad (4)$$

Para un determinado dap y h, las ecuaciones (3) y (4) pueden ser utilizadas para predecir diámetro en punta fina con corteza (dcc) o diámetro en punta fina sin corteza (dsc) para una altura (h_i) predeterminada, y predecir una altura (h_i) para un determinado diámetro en punta fina con corteza (dcc) o para un determinado diámetro en punta fina sin corteza (dsc).

RESULTADOS

De las ecuaciones testadas la de Prodan fue la que presentó mejor ajuste paa estimar los volúmenes; estas ecuaciones con sus parámetros y estadísticas son presentadas a continuación:

Volumen total con y sin corteza (m³):

$$\ln(Vcc) = -8.03857 + 1.62345 \cdot \ln(dap) + 0.040050 \cdot \ln^2(dap) - 0.138165 \cdot \ln(h) + 0.221404 \cdot \ln^2(h)$$

$$\ln(\text{Vsc}) = -8.20678 + 1.6669 \cdot \ln(\text{dap}) + 0.0400854 \cdot \ln^2(\text{dap}) - 0.218118 \cdot \ln(\text{h}) + 0.231692 \cdot \ln^2(\text{h})$$

Ecuac.	R^2aj (%)	F	D-W	s_{yx} (%)	n	Fc
Vcc	99,70	0,7977	2,09	7,34	95	1,00251
Vsc	99,75	0,9399	1,99	6,79	95	1,00216

s_{yx} (%) = error experimental expresado en porcentaje.

La estadística F fue altamente significativa para todas las ecuaciones, los coeficientes de determinación ajustado resultaron todos arriba de 0.99, indicando esto que más del 99% de la variación del volumen es explicada por la variación del diámetro y de la altura. En el análisis de los gráficos de las curvas ajustadas frente a los datos observados, las curvas pasaron por el centro del diagrama de dispersión. También en el análisis gráfico expresado en porcentaje fue posible observar una distribución aleatoria de los residuos sin presencia de tendencias.

Estos resultados evidencian la ventaja estadística de la estimación del volumen a partir del diámetro y la altura, lo que fue posible observar por los valores obtenidos a través del coeficiente de variación (cv) que no superó el 8%.

Para los diferentes volúmenes, las Figuras 1, 2, 3 y 4, muestran los datos observados con los estimados y sus respectivos residuos expresados en porcentaje.

Figura 1.- Volúmenes totales con corteza observados y estimados.
Figure 1.- Total volumes with bark observed and estimated.

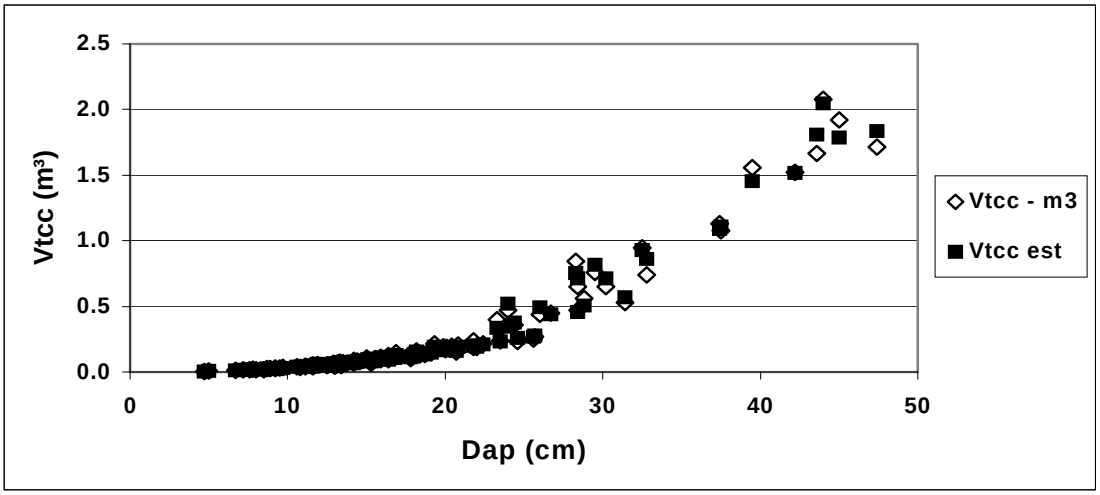


Figura 2.- Diferencias expresadas en porcentaje entre valores observados y estimados del volumen total con corteza.
Figure 2.- Difference expressed in percentage among observed and estimated values of the total volume with bark.

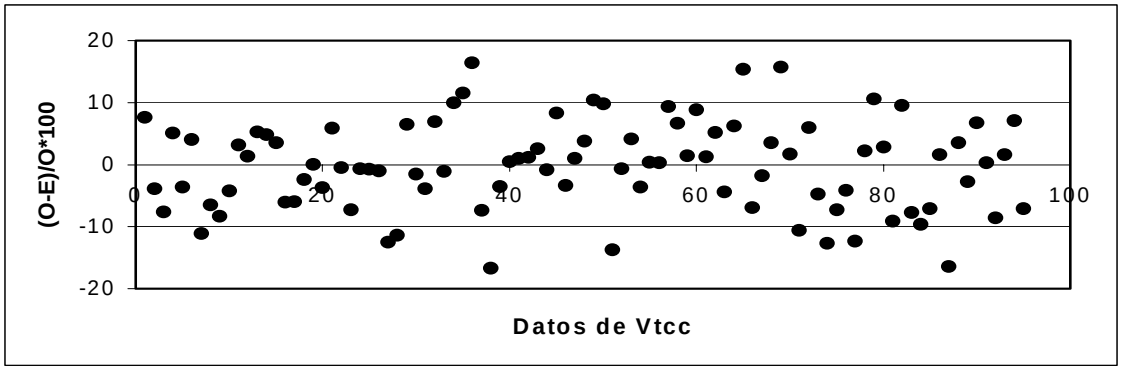


Figura 3.- Volúmenes totales sin corteza observados y estimados.
Figure 3.- Total volumes without bark observed and estimated.

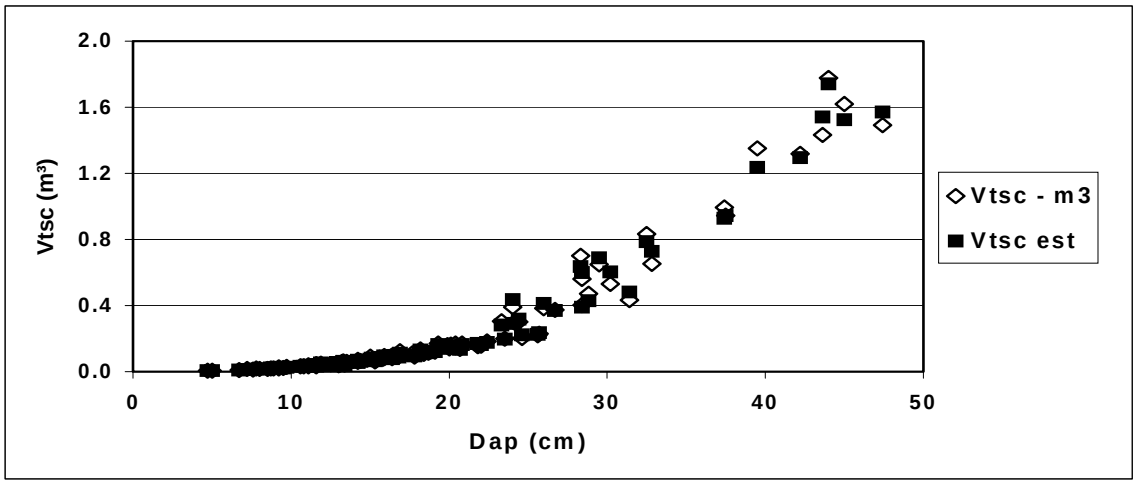
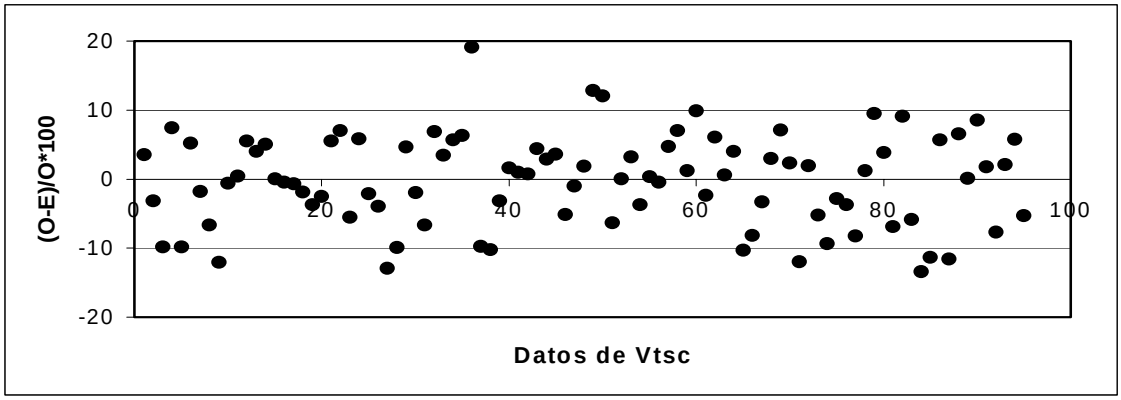


Figura 4.- Diferencias expresadas en porcentaje entre valores observados y estimados del volumen total sin corteza.

Figure 4.- different expressed in percentage among observed and estimated values of the total volume without bark.



Las ecuaciones seleccionadas para estimar los distintos volúmenes comerciales, son las que siguen:

a) Función de volúmenes parciales o comerciales

a-1) Función de volúmenes comerciales, con y sin corteza, a distintos diámetros en punta fina.

$$vdcc = Vcc \cdot \left(1 - 0{,}743758 \cdot dcc^{3{,}60602} \cdot dap^{-3{,}56761}\right)$$
$$vdsc = Vsc \cdot \left(1 - 1{,}14794 \cdot dsc^{3{,}45079} \cdot dap^{-3{,}47481}\right)$$

Ecuaciones	R^2aj (%)	F	D-W	n	ES
vdcc	99,48	46,6	1,77	607	0,0285
vdsc	99,55	34,8	1,80	607	0,0228

ES = error estándar

a-2) Función de volúmenes comerciales, con y sin corteza, a distintas alturas comerciales.

$$vhcc = Vcc \cdot \left(1 - 0{,}444506 \cdot (h - hi)^{2{,}43691} \cdot h^{-2{,}18298}\right)$$
$$vhsc = Vsc \cdot \left(1 - 0{,}492325 \cdot (h - hi)^{2{,}53343} \cdot h^{-2{,}31237}\right)$$

Ecuaciones	R^2aj (%)	F	D-W	n	ES
vhcc	99,92	46,7	1,77	607	0,0109
vhsc	99,94	34,9	1,85	607	0,0078

b) Funciones para estimar diámetros a diferentes alturas, con y sin corteza

$$dcc = 0{,}866972514 \cdot dap^{0{,}989348367} \cdot h^{-0{,}605371018} \cdot (h - hi)^{0{,}675789374}$$
$$dsc = 0{,}78244562 \cdot dap^{1{,}00696072} h^{-0{,}67009873} \cdot (h - hi)^{0{,}73415942}$$

c) Funciones para estimar alturas parciales a diferentes diámetros comerciales, con y sin corteza

$$hcc = h - 1{,}235198273 \cdot dap^{-1{,}463989232} \cdot h^{0{,}895798368} \cdot dcc^{1{,}479750996}$$
$$hsc = h - 1{,}39677448 \cdot dap^{-1{,}37158319} \cdot h^{0{,}9127428} \cdot dsc^{1{,}36210197}$$

CONCLUSIONES

Las ecuaciones seleccionadas han resultado en ajustes sin tendencias con respecto a los datos originales; recomendándose su uso en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales de *Grevillea robusta* A.

Para aplicar una ecuación a una plantación en particular, se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica.

Para su aplicación fuera de la zona y rangos de diámetros y alturas para la cual fue construida debe ser evaluado previamente.

Las funciones presentadas aquí, pueden ser usadas para predecir volúmenes totales y comerciales para *Grevillea robusta* A. en Misiones.

Las ecuaciones desarrolladas son flexibles, es decir ante cambios en los estándares de utilización de la madera, las mismas pueden ser usadas, ya que llevan implícito una función de forma que les permite predecir productos de diferentes largos y diámetros en punta fina.

AGRADECIMIENTO

El equipo agradece a empresas y productores que han puesto a disposición sus plantaciones para la obtención de los datos, entre ellos a Danzer Forestaciones S.A. con sus plantaciones en Posadas; al señor Adolfo Bulmann con su plantación en Delicia, (Departamento Eldorado); y al Ing. Luis Colcombet con sus plantaciones en la localidad de Wanda (Departamento Iguazú).

BIBLIOGRAFIA

AMATEIS, R. L.; Burkhart H. E. 1987. Cubic-foot volume equations for Loblolly Pine trees in Cutover, Site-Prepared Plantations. SJAF 11 (4), p190-192.

BUNSE, G.; Hennig, A. 1991. Tabla de volumen para *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Corrientes. En: Jornadas sobre *Pinus Caribaea*. Eldorado. Actas, p.164-173.

FINGER, C.A.G. 1992. Fundamentos de biometria florestal. UFSM. CEPEF-FATEC. Santa Maria, RS, Brasil. 269 p.

COSTAS R.; de Oliveira A.; Teresczuch M.; Weber E. 2003. Funciones de forma para *Pinus taeda* L. en el Norte de Misiones. En: 10º Jornadas Técnicas Forestales y ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 7 p.

FRIEDL, R.A.; Muñoz, D.A.; Morales, A. 1991a. Tabla de volumen local para *Pinus caribaea* Mor. var. *Caribaea* en Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. En: Jornadas sobre Pinus Caribaea. Eldorado. Actas, p.174-183.

FRIEDL, R.A.; Costas, R.A.; Maiocco, D.C.; Grance, L.A.; Palavecino, J.A. 1991b. Construcción de tablas de volúmenes estándares para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. En: VI Jornadas Técnicas Inventarios-Modelos de crecimiento y producción forestales. Eldorado. Actas, p.57-68.

FRIEDL, R.A.; Costas, R.A.; Orué E.; Amarilla A., D.C.; Cinto J.P. 1992. Funciones de forma relativa polinomiales en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Revista Yvyraretá. Nº 3, p.63-69.

FURNIVAL, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Sci. 7: p.337-341.

GLADE, J.E. ; Friedl, R.A. 1988. Ecuaciones de volumen para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en el Noreste de Entre Ríos. En: VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Actas. Tomo II, p.416-420.

KOLLN, R.F.; Viola, J. 1987. Tabla de volumen para *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* en el Norte de Misiones. En: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires. Actas. Tomo IV, p.134-152.

KOLLN, R.F.; Viola, J. 1988. Tablas de volumen con corteza para *Araucaria angustifolia* en el Norte de Misiones. En: VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Actas. Tomo II, p.316-328.

MARIOTT, V.; De Dio, A. 1982 a. Tabla local de volumen para *Pinus elliottii* en montes implantados de la Provincia de Misiones. En: Primeras Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Actas, p.181-194.

MARIOTT, V.; De Dio, A. 1982 b. Tabla local de volumen para *Araucaria angustifolia* en montes implantados de la Provincia de Misiones. En: Primeras Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Actas, p.195-209.

MAVREX, V. 1969. Metodología para la construcción de tablas de cubicación. IOVIF y Escuela Superior de Bosques. Ingeniería Forestal. Año 1. Nº 3, p.9-19.

MEYER, H.A. 1941. Correction for a systematic error ocurring in the aplication of the logaritmic volume equation. Pensylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.

PRODAN M.; Peters R.; Cox F.; Real P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ-GTZ. San José. 561 p.

SCHNEIDER, P.R. 1998. Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal. UFSM. CEPEF. Santa Maria, RS, Brasil. 236 p.

SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Consideraçoes teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equaçoes volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.

WEBER E.; Friedl R. 1991. Funciones de forma simple para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en la Estación Forestal General Manuel Belgrano. En: VI Jornadas Técnicas Inventarios-Modelos de crecimiento y producción forestales. Eldorado. Actas, p.69-80.

PRODUCCIÓN, MORFOLOGÍA Y CALIDAD NUTRITIVA DE *Axonopus catarinensis* Valls BAJO DIFERENTES CONDICIONES LUMÍNICAS E HÍDRICAS[1].

PRODUCTION, MORPOHOLGY AND NUTRITIVE QUALITY OF *Axonopus catarinensis* Valls UNDER DIFERENT CONDITION OF SHADE AND WATER

Pachas, Nahuel [1]
Keller, Aldo [2]
Fassola, Hugo Enrique [3]
Lacorte, Santiago María [4]
Pinazo, Martín [5]

1. Ing. Agr. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: npachas@montecarlo.inta.gov.ar
2. Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. . El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: aldokeller@yahoo.com.ar
3. Ing. Ftal. MBA. INTA EEA. . El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: hfasola@ceel.com.ar
4. Ing. Agr. MSc. INTA CA Zaimán. Ruta 12 Km 7,5. (3300) Posadas. TE y FA ++54 3752 480 640. email: intasml@arnet.com.ar
5. Ing. Ftal. MSc INTA EEA Montecarlo. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: martinpinazo@gmx.net

SUMMARY

Response to shadow and soil water availability on the production, morphology and nutrient quality of Pasto Jesuita Gigante (*Axonopus catarinensis* Valls) was evaluated during 70 days under controlled environment conditions. Shadow and soil water availability, controlled by mean of plastic and riego, follows a split plot design were the main factor was shadow, 0 %, 30 %, 50 % y 75 %, and the secondary factor was soil water, as percentage of field capacity, 100 %, 90 %, 80% y 70 %. It was determined significative differences between treatments, production in open field conditions were higher than under 30 % and 50 % of shadow, but these one has major proportion of leaf area. High levels of water availability, 100 % of field capacity, diminished forage production.

Key words: light regimes, soil water, production, nutritive quality, *Axonopus catarinensis*.

RESUMEN

La respuesta a la sombra y la disponibilidad hídrica sobre la producción, morfología y calidad nutritiva de Pasto Jesuita Gigante (*Axonopus catarinensis* Valls) fue evaluado durante 70 días bajo condiciones ambientales controladas. Las condiciones de sombra y humedad del suelo se dispusieron en un diseño de parcelas divididas donde el Factor Principal fue la Sombra, 0 %, 30 %, 50 % y 75 % y el Factor Secundario fue la disponibilidad hídrica referida como porcentaje a capacidad de campo – 100 %, 90 %, 80% y 70 %. Se determinaron diferencias significativas, habiendo tenido mayor producción los tratamientos a cielo abierto, aunque los tratamientos al 30 y 50 % de sombra tuvieron una mayor proporción de hoja. Una alta disponibilidad de humedad, cercana al 100% de la capacidad de campo, provocó una disminución de la producción forrajera.

Palabras clave: luz, humedad del suelo, producción, calidad nutritiva, ecofisiología, *Axonopus catarinensis*

[1] Trabajo parcialmente financiado por el PAN 437 “Sistemas silvopastoriles en la República Argentina”.

INTRODUCCIÓN

El microclima que se genera sobre las plantas herbáceas que se encuentran creciendo bajo árboles es diferente a las condiciones dadas en las pasturas a campo abierto. La radiación, temperatura, humedad, viento son el complejo de variables ambientales a la que esta expuesta la planta y la interacción de estos componentes influirá en la productividad de las pasturas. Los principales factores en la reducción de la producción de pasturas bajo árboles son usualmente la competencia por radiación solar, agua y nutrientes (Peri, 2002).

El ambiente lumínico afecta los procesos en mayor o menor medida según la capacidad de adaptación de la especie. La tolerancia de las especies puede ser definida como su capacidad de seguir manteniendo su producción y persistencia en condiciones de baja luminosidad. Identificar especies forrajeras que sean tolerantes a condiciones ambientales de baja luminosidad generadas por el crecimiento de un estrato arbóreo es de fundamental importancia al momento de implementar un sistema silvopastoril. Las pasturas tropicales son altamente productivas en condiciones de alta luminosidad y en su mayoría presentan un comportamiento poco tolerante en ambientes sombreados. Sin embargo existen especies que incrementaron su producción en el orden del 50 % cuando crecen en condiciones de sombra como *Axonopus compressus, Stenotaphrum secundatum, Pennisetum clandestinum* (Saparakoon *et al*, 1990, Lacorte *et al*, 2002). En el año 1996 se introdujo en la provincia de Misiones – Argentina – un híbrido entre *Axonopus jesuiticus* y *A. scoparius* denominado *Axonopus catarinensis* -pasto jesuita gigante- que fue presentado por Pavetti y Benvenutti (2003) como una especie con buenas condiciones para desarrollarse en sistemas silvopastoriles.

El conocimiento de las respuestas fisiológicas y morfológicas en diferentes condiciones ambientales es crítico para determinar la capacidad de aclimatación de la especie e identificar situaciones óptimas de crecimiento en condiciones de baja luminosidad. El objetivo del estudio fue determinar la producción, cambios morfológicos y cambios en la calidad del forraje de *Axonopus catarinensis* creciendo bajo diferentes condiciones de sombras y de disponibilidad hídrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue conducido en el período otoño de 2004 en la Asociación de Ganaderos del Alto Paraná en la ciudad de Montecarlo – Misiones, Argentina.

En el mes de Noviembre de 2003 plantas de *A. catarinensis* fueron transplantadas y dispuestas en macetas de 20 Lts. Se las dejó crecer y desarrollarse en óptimas condiciones hasta el mes de Marzo, cuando se realizó un corte a 5 cm. de altura y se las sometió a diferentes condiciones de sombra y de humedad del suelo.

Los tratamientos 0%, 30 %, 50 % y 75 % de sombra fueron simulados con mallas plásticas de polietileno dispuestas en fajas en dirección Norte – Sur a 1,5 metro de altura. Las macetas se ubicaron de Este – Oeste dentro de las fajas. Las condiciones de humedad fueron reguladas por medio de riego por goteo y controladas semanalmente con un sensor de humedad ECH_2O (Decagon Devices Inc, USA) La radiación solar para el período fue registrada usando un sensor de radiación fijo Radlogger (Cavadevices.com, Argentina) y la sombra generada por las mayas fueron chequeadas usando un septómetro (Decagon Devices Inc, USA).

El diseño estadístico fue de parcelas divididas donde el Factor Principal fue la Sombra 0 %, 30 %, 50 % y 75 % y el Factor Secundario fue la disponibilidad hídrica referida como porcentaje a capacidad de campo – 100 %, 90 %, 80% y 70 % -. Los datos fueron analizados por Análisis de varianza (ANVA) y se compararon las medias muestrales utilizando la Prueba de Tukey para todas las variables, previa validación de los supuestos de normalidad de los datos por

medio de la prueba Shapiro-Wilks modificado, homogeneidad de la varianza, aditividad e independencia de los datos. En todos los casos se utilizo el software estadístico INFOSTAT (2002).

La cosecha se realizó el 30 de Junio de 2004 luego de 70 días de crecimiento bajo condiciones controladas. La altura de corte fue de 5 cm. de altura y el material recolectado fue debidamente rotulado y puesto en bolsas plásticas de polietileno. En el laboratorio se tomó el peso verde y se separó el material en hojas -*lamina solamente* -, tallos y materia muerta. Las muestras fueron secadas en estufa (<70 ° C) para la determinación del peso seco y luego el componente hoja fue enviado al Laboratorio de Análisis de Calidad de Forraje INTA EEA Mercedes para conocer: proteína (%), fósforo y digestibilidad estimada según FDA (Lastimori y Kloster, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectuado el ANVA se determinó que no hay interacción entre Sombra y Disponibilidad hídrica (p=0,4057), por lo que resultados de los efectos principales pueden interpretarse directamente: existen efecto de la sombra (p<0,0001) y de la humedad (p=0,0078).

Tabla 1: Biomasa de *Axonopus catarinensis* correspondiente al período marzo–junio de 2004 y resultados del test de Tukey
Biomass of *Axonopus catarinensis* obteined during the period march-june 2004 and results of the Tukey Test.

Sombra	CC	Producción Total	Hoja	Tallos	MM	Relación hoja / tallo
(%)		gr. Ms/Macetas				
0	70	51.8 ^{abc}	26.7 ^{abcd}	16.2 ^{cde}	8.7 ^{abcd}	1.8 ^{b}
	80	73.7 ^{ab}	27.8 ^{abcd}	40.1 ^{ab}	5.8 ^{cde}	0.7 ^{b}
	90	85.5 ^{a}	25.6 ^{abcd}	53.4 ^{a}	6.5 ^{cde}	0.4 ^{b}
	100	67.5 ^{ab}	27.2 ^{abcd}	35.8 ^{abc}	4.5 ^{cde}	0.7 ^{b}
30	70	48.0 ^{bcd}	24.2 ^{abcd}	13.7 ^{cde}	10.1 ^{abc}	2.0 ^{b}
	80	65.0 ^{ab}	33.7 ^{ab}	26.4 ^{bcd}	4.8 ^{cde}	1.3 ^{b}
	90	53.2 ^{abc}	31.7 ^{abc}	18.4 ^{bcde}	2.9 ^{de}	2.1 ^{b}
	100	41.9 ^{bcde}	30.6 ^{abc}	8.9 ^{de}	2.3 ^{e}	3.7 ^{b}
50	70	52.2 ^{abc}	25.1 ^{abcd}	12.9 ^{de}	14.1 ^{a}	1.9 ^{b}
	80	73.2 ^{ab}	37.1 ^{a}	23.3 ^{bcde}	12.8 ^{ab}	1.6 ^{b}
	90	66.8 ^{ab}	36.2 ^{a}	21.6 ^{bcde}	8.8 ^{abcd}	1.8 ^{b}
	100	62.9 ^{ab}	36.3 ^{a}	19.8 ^{bcde}	6.7 ^{bcde}	1.8 ^{b}
70	70	15.5 ^{de}	13.1 ^{d}	1.2 ^{e}	1.2 ^{e}	16.1 ^{a}
	80	18.6 ^{cde}	14.9 ^{cd}	1.5 ^{e}	2.1 ^{e}	12,0 ^{a}
	90	20.8 ^{cde}	17.6 ^{bcd}	1.2 ^{e}	1.9 ^{e}	16.4 ^{a}
	100	20.1 ^{cde}	17.3 ^{bcd}	1.6 ^{e}	1.1 ^{e}	11.3 ^{a}

a; b;c;d;e: Letras distintas en la columna significa diferencias significativas (p<=0.05); CC (capacidad de campo) y MM(Materia Muerta).

Las mayores producciones se encontraron en los tratamientos de 0 % Sombra con disponibilidades de agua en suelo de 90% de capacidad de campo (CC) y 50 % Sombra con rangos de disponibilidad de 80 % CC. (Figura1, a). La producción total disminuyó levemente con un nivel de sombra del 30 % y para niveles 70 % Sombra la disminución en la producción fue marcada. El óptimo de humedad del suelo se presentó en 80 % - 90 % de capacidad de campo, superados estos porcentajes la producción disminuyó. Cabe recordar que estos resultados se

obtuvieron en un período donde la radiación solar y la temperatura no alcanzan valores extremos y quedando por evaluar el comportamiento de la especie en situaciones de altas demandas ambientales (verano).

Al separar la producción en componente tallos y hojas, se observó que a medida que incrementaba la sombra disminuía la biomasa de tallos y aumentaba la biomasa de hojas (Figura 1, b y c). Cambios similares fueron reportados para *Brachiaria brizantha* y *B. humidicola*, donde hubo un cambio en asignación de biomasa en plantas creciendo bajo sombra, las cuales tuvieron mayor biomasa foliar y menor biomasa asignadas a estructura que plantas creciendo sin restricción de luz (Diaz-Filho, 2000). Este cambio en la asignación de la biomasa producida por la sombra tiene un efecto positivo, visto desde la perspectiva ganadera, dado que el forraje disponible para el animal va a contar con mayor contenido de hoja que de tallos, por lo tanto de mayor calidad forrajera. Para la condición de máxima sombra la relación hoja/tallo fue elevada (Figura 1, c) aunque su producción total fue significativamente menor a los demás tratamientos de sombra.

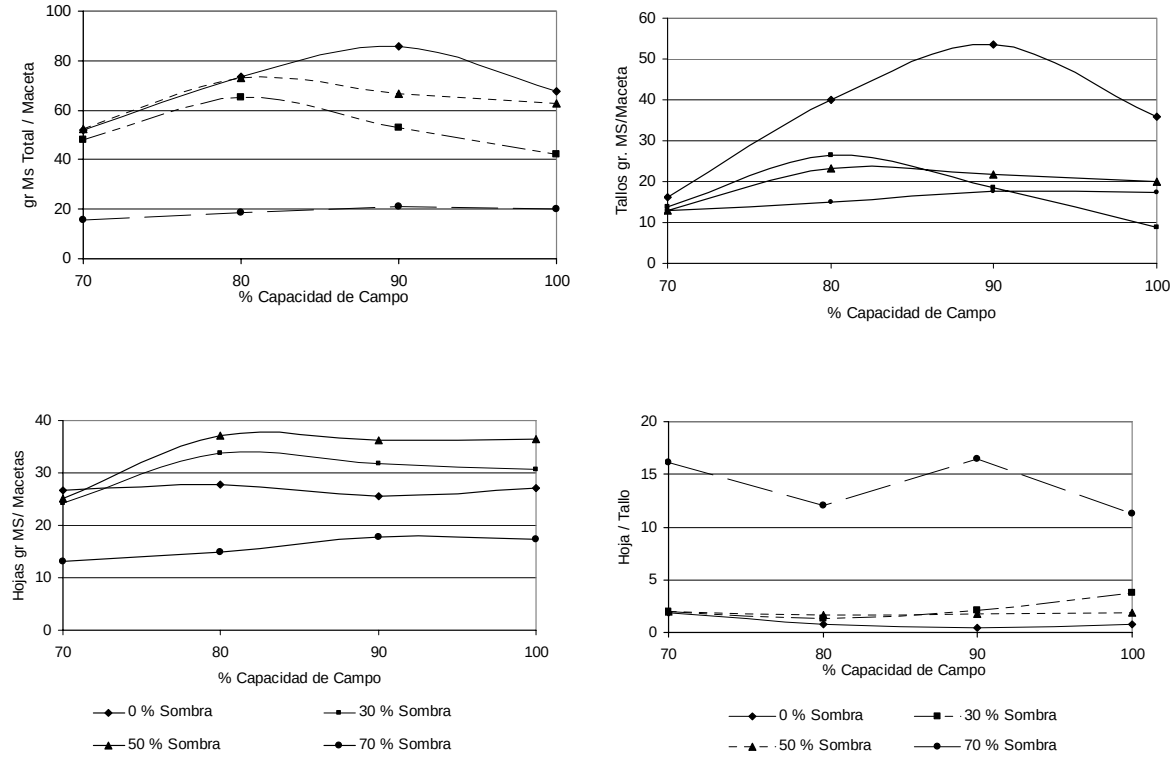


Figura 1. Efecto de la sombra y disponibilidad hídrica sobre la (a) Producción Total de Materia Seca, (b) Materia Seca del componente Tallo, (c) Materia Seca del componente Hoja, (d) Relación Hoja / Tallo, de *Axonopus catarinensis.*
Effect of shade and soil water availability on a) Total biomass Production, b) biomass of stem component, c) biomass of leaf component, d) leaf/stem ratio, of *Axonopus catarinensis*

Análisis Químico del Forraje

El efecto de la sombra sobre la calidad del forraje se puede observa en la figura 2 (a, b y c), donde el contenido de proteína, fósforo en hoja aumenta a medida que se incrementa los

niveles de sombra, mientras que la digestibilidad se mantiene constante en los diferentes tratamientos de luz. El porcentaje de proteína en hoja es elevado por tratarse de una especie C_4 y teniendo en cuenta la época del año (otoñal-Invierno). Con niveles de sombra entre 30% y 50% el contenido de proteína se aproximó a niveles de 10,5 % y para el tratamiento de 70% sombra el contenido de proteína en hoja llegó a 14,7 %. La situación con el contenido de Fósforo en hoja es similar al de proteína, se incrementa con la sombra.

La Digestibilidad en hojas es elevada (65%) comparado con otras especies forrajeras subtropicales y no presentó tendencias de aumento o disminución en los diferentes tratamientos de sombra. Similares resultados en estudios de calidad forrajera bajo sombra fueron reportados por Norton *et al* (1990), Samrakoon *et al* (1990), Wilson *et al* (1990), Lacorte *et al* (2002).

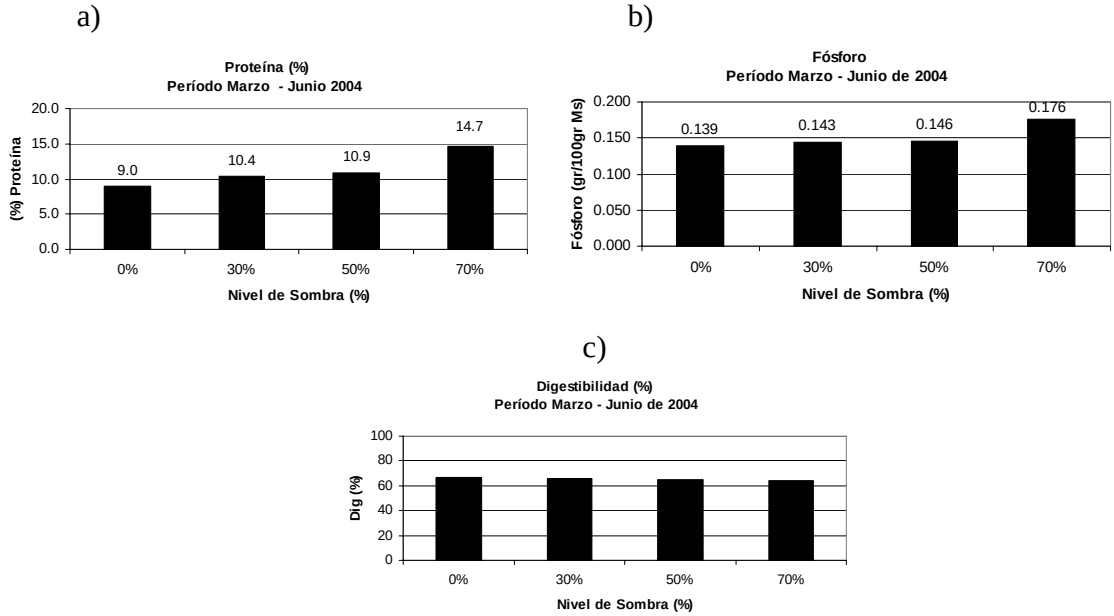


Figura 2. Efecto de la sombra en: a) Contenido de Proteína en Hoja (%), b) Contenido de Fósforo en hoja, y c) Digestibilidad estimada de la materia seca en hoja.
Effect on shade on: a) Protein (%) content on leaf, b) Phosphorus content on leaf, and c) dry-matter digestibility of leaf.

CONCLUSIONES

Para el período de crecimiento analizado la máxima producción de forraje se produjo en situaciones de cielo abierto y disminuyó levemente con niveles de sombra del 30% - 50% para caer significativamente con 70 % de sombra. Pero a medida que se incrementó la sombra, la relación hoja/tallo aumentó y se obtuvo mayor biomasa de hoja en situaciones de 30% – 50% sombra que en cielo abierto. Si bien las mayores producciones se registraron en condiciones de cielo abierto, la situación evaluada fue realizada en períodos de baja demanda ambiental (otoño-invierno).

En cuanto a la calidad forrajera, el contenido de proteína y fósforo aumentó con la sombra y la digestibilidad de la materia seca se mantuvo constante.

Considerando que el período analizado es de baja demanda ambiental, con relación a la primavera o el verano, los resultados obtenidos permiten inferir las bondades de los sistemas

silvopastoriles para mejorar el manejo de la pastura, debiendo regularse el dosel arbóreo en un rango del 30% – 50% de sombra para alcanzar los beneficios que brinda.

Condiciones de alta disponibilidad hídrica (100% de la capacidad de campo) durante períodos prolongados tienden a afectar negativamente la producción forrajera de *Axonopus catarinensis* Vals.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Asociación de Ganaderos del Alto Paraná y a su Presidente el Sr. Enrique Erdhart el haber facilitado las instalaciones de la misma para llevar a cabo esta experiencia

BIBLIOGRAFIA

DIAS-FILHO, M. B.(2000). Growth and biomass allocation of the C_4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. Pesquisas agropecuarias, Brasília, Brasil, v35. n.12, p. 2335-2341

INFOSTAT (2002). *InfoStat versión 1.1*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

LACORTE, S. M.; FASSOLA, L. E.; PACHAS, N.; COLCOMBET, L. (2002). Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. En el sur de Misiones, Argentina. INTA EEA Montecarlo. Informe inédito. 7pp.

LASTIMORI, N. J; KLOSTER, A. M. (1998). Invernada bobina en zonas mixtas. Claves para una actividad rentable e eficiente. Serie de actualización tecnológica. Tomo2, N° 13, p. 74.

NORTON, B. W.; WILSON, J. R. SHELTON, H.M AND HILL, K. D. (1996). Effect of shade on Forage Quality. Forages for Plantation CROPS. ACIAR Proceedings Nº 32. Ed. H.M. Shelton & W.W. Stür, pp. 83 - 88.

KALIGIS, D. A.; MAMONTO, S. (1990). Intake and Digestibility of some forages for shade environments. Forages for Plantation CROPS. ACIAR Proceedings Nº 32. Ed. H.M. Shelton & W.W. Stür, pp. 89 – 91.

PAVETTI, D. R, BENVENUTTI, M. A. (2003). Jornada de Presentación Jesuita Gigante por INTA EEA Cerro Azul el 20 de Agosto de 2003. Jardin America- Misiones – Argentina.

PERI, P. (2002). Leaf and canopy photosynthesis models for cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown in a silvopastoral system. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at Lincoln University Canterbury, New Zealand.

SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. (1990). Growth, morfhology and nutritive quality of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. Journal of Agricultural Science, 114, 161-169.

EFECTOS DE TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS SOBRE LA BIOMASA DE RAÍCES FINAS DE *PINUS TAEDA* L.♣

EFFECTS OF SILVICULTURAL TREATMENTS ON *PINUS TAEDA* L FINE ROOTS BIOMASS

Carlos Patiño[1]
Hugo Fassola[2]
Paula Ferrere[3]
Raul Pezzutti[4]

[1]Lic. en Edafología. Conicet. R5 Km Corrientes. TE y FAX 03783 454418 / 454421. Email: patino@arnet.com.ar
[2]Ing. Ftal. MBA. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472.(3384) Montecarlo. Misiones. Email: hfasola@ceel.com.ar
[3]Ing. Ftal. IRB- INTA Castelar. (1712) Castelar. Email: pferrere@cnia.inta.gov.ar
[4]Ing. Ftal. MSc. Bosques del Plata SA. CC 34- 3300 Posadas. rpezzutti@cmpc.com.ar

SUMMARY

Fine roots samples of *Pinus taeda* L. was taken during 1998, 2000 and 2001 in a trial of pruning and thinning treatments placed in the NE of Corrientes, Argentina. It was determined that 85 % of fine roots biomass was allocated between 0 and 40 cm of soil depth. Applied Spearman´s multiple correlation analysis between fine root biomass, tree and stand variables, it was established that fine roots has a negative association with pruning treatment and that it was slightly affected by stand density. The relationship between height and diameter increments and fine roots biomass showed the use of soil resources by the tree and that it depends on tree size. The strong relationship between diameter at crown base and fine root biomass indicates the possibility of the use of this variable for characterization of green crown removal by silvicultural treatments and tree site occupancy degree.

Key words: fine roots, silviculture, ecophisiology, forest management, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

En un ensayo de *Pinus taeda* L., con intervenciones de poda y raleo situado en el NE de Corrientes, Argentina, se extrajeron muestras de raíces finas. El muestreo se realizó en tres oportunidades (1998, 2000 y 2001). Como consecuencia del mismo, el 85 % del peso seco de raíces finas se concentró en los primeros 40 cm de suelo. Del análisis de correlación múltiple de Spearman, efectuado entre la biomasa radicular y variables aéreas del árbol y del rodal, surgió que la biomasa de raicillas finas estaba asociada negativamente con podas y en forma levemente positiva con la densidad del rodal. La relación encontrada con los incrementos en altura y diámetro y la biomasa de raicillas permiten inferir que el uso de los recursos disponibles dependerá del tamaño del árbol. La relación entre el diámetro en la base de la copa verde y la biomasa de raíces finas indicaría la bondad de esa variable para caracterizar tanto tratamientos silvícolas que modifiquen la biomasa foliar, como el grado de ocupación del sitio.

Palabras Clave: raíces finas, silvicultura, ecofisiología, manejo forestal, *Pinus taeda* L.

♣ Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto de Desarrollo Forestal, Convenio SAGPYA-BIRF , PIA 26/98 "Manejo Intensivo de *P. taeda*" y por el Proyecto de Ámbito Nacional PAN 437 "Sistemas silvopastoriles en la República Argentina: aspectos básicos del funcionamiento de los sistemas para el desarrollo de tecnologías de instalación y manejo".

INTRODUCIÓN Y ANTECEDENTES

Pinus taeda L. es una de las especies más difundidas en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina, siendo habitualmente sometida a tratamientos silvícolas, de poda y raleo, que afectan directamente la biomasa aérea. Estos provocan un crecimiento diferencial del árbol individual, dependiendo tanto de la intensidad y oportunidad de la poda, como de la intensidad de raleo (FASSOLA et al., 2002). Si bien son visibles los efectos de la reducción de biomasa foliar a nivel de los tejidos aéreos del rodal o del árbol individual, no se determinaron hasta el momento el efecto que dichas prácticas pudieran tener a nivel de raíces.

En los últimos años son numerosos los estudios efectuados con la finalidad de comprender y evaluar el comportamiento de la rizósfera ante condiciones de sitio diversas y con especial énfasis ante el cambio global, sobre la hipótesis que la actividad radicular modifica la disponibilidad de nutrientes a través del exudado de carbono de alta calidad y la estimulación de la actividad microbiana. HACKE et al. (2000), trabajando con *Pinus taeda*, establecen la estrecha relación entre biomasa foliar y raíces absorbentes, señalando que pérdidas de contacto hidráulico entre partes del sistema radicular y el suelo pueden ser minimizadas mediante el desarrollo de altas relaciones entre las raíces y el área foliar y/o reduciendo la tasa de transpiración. A partir de ello es posible inferir que acciones tendientes a modificar la biomasa aérea repercutirán en la dinámica de raíces finas.

Desde otra óptica, la disponibilidad de recursos limitantes pueden alterar la dinámica de raíces en bosques de *Pinus taeda* L. Prácticas silvícolas como el riego (KING et al, 1999, GAVAZZI et al, 2000) y la fertilización (KING et al, 2002) incrementan la producción neta de raicillas. El mismo efecto ha sido adjudicado al CO_2 atmosférico (KING et al., 1966; DE LUCIA et al, 1999; GAVAZZI et al., 2000).

Respecto de la dinámica estacional KING et al. (2002) señalan que mientras el follaje evidencia un pico de crecimiento hacia el fin de la primavera, las raíces finas experimentan múltiples flashes de crecimiento en la primavera, el verano y hacia el fin de la temporada de crecimiento.

De lo expuesto surge la existencia de una estrecha relación entre la biomasa aérea y radicular en *Pinus taeda*. Por lo tanto, prácticas silvícolas que modifiquen la biomasa aérea podrían afectar el desarrollo de raíces finas. En Argentina solo se tiene antecedentes de estudios de biomasa radicular en plantaciones de *Pinus ponderosa* (LACLAU, 2002), aunque no de la dinámica de raíces finas.

A los fines de determinar el efecto de estos tratamientos sobre las raíces absorbentes y evaluar su asociación con variables de la parte aérea de ejemplares de *Pinus taeda* L., se procedió a efectuar el muestreo de raicillas en un ensayo silvicultural ubicado en el norte de la provincia de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo esta situado próximo a la localidad de Santo Tomé, Provincia de Corrientes, Argentina, siendo sus coordenadas geográficas 56º 01´ long. oeste y 28º 20´ lat. sur.

El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 21º C, con una mínima absoluta de –2º C. El relieve es suavemente ondulado con pendientes inferiores al 15%. Los suelos dominantes pertenecen al gran grupo Kandiudalf. (FERNÁNDEZ et al., 1996). La precipitación media anual durante el período de observación (1998-2001) fue de 1994 mm .

El suelo en la línea de plantación, se preparó mediante subsolado (~ 70-80cm de profundidad) y dos pasadas con rastra de disco, completándose con fertilización nitrogenada post plantación. El uso anterior del suelo fue en ganadería extensiva sobre campo natural.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos silvícolas de donde se extrajeron las muestras de raíces finas de *Pinus taeda* L.

densidad	poda	código	realces	muestras 1998	muestras 2000	muestras 2001
Nº/ha	%		Nº	nº	nº	nº
1666	0	SR. SP	0	2	2	2
1666	50	SR.50%P	3	2	2	2
833	0	50%R.SP	0	2	2	2
833	50	50%R. 50%P	3	2	2	2
416	0	75%R.SP	0	2	2	1
416	50	75%R. 50%P	3		2	2
208	0	87,5%R. SP	0		2	1
208	50	87,5%R. 50%P	3		2	1

Referencias: poda: % de remoción de copa en cada realce; realce: numero de operaciones de poda, aplicados con intervalo de 1 año a partir de los 3 años (1996); muestras : número de árboles seleccionados. (SP: sin poda, P: con poda, SR: sin raleo, R: con un raleo al tercer año de plantado

Sobre un ensayo silvícola instalado en 1996 (oportunamente descripto en FASSOLA et al., 2002a y b), se seleccionaron algunos tratamientos de poda y raleo (ver Tabla 1). En cada tratamiento se eligieron dos árboles al azar y se extrajeron muestras de suelo para determinar el peso de raíces, mediante perforaciones con barreno manual (10 cm diámetro interno), tomadas cada 10 cm en el perfil del suelo, hasta un metro de profundidad y a una distancia de 50 cm desde el cuello de la planta, durante las temporadas 1998, 2000 y 2001.

Las muestras de suelo obtenidas en el perfil, fueron embolsadas y adecuadamente identificadas. Una vez en laboratorio, y utilizando una batería de tamices de 1.000, 500 y 250 µm de abertura de malla, se realizó la separación de las raíces contenidas en el suelo mediante lavado con agua corriente. El material retenido en cada uno de los tres tamices, se integró en una sola muestra.

Cada muestra final fue parcialmente secada al aire y luego secada en estufa a ~ 60°C hasta peso constante, posteriormente fueron enfriadas en desecador y pesadas con precisión de centésima de gramo para determinar su peso seco.

Tabla 2: Variables de estado evaluadas en árboles de *Pinus taeda* L. sometidos a distintos tratamientos silvícolas

DENSIDAD = nº árboles /ha
PODA = porcentaje de poda
Estrato: 1 dominante, 2 codominante, 3 intermedio, 4 dominado
DAP = diámetro a la altura del pecho (cm)
H= altura (m)
INCDAP = incremento promedio del periódo en dap(cm/año)
INCH = incremento promedio del periódo en H(m/año)
LCV = longitud de copa verde (m)
DIBCV = diámetro en la base de la copa verde (cm)

En los árboles donde se efectuaron los muestreos de raíces se registraron además variables relacionadas con la biomasa aérea tal como se detalla en la Tabla 2.

Los resultados de peso seco de raicillas acumulado en cada estrato, al igual que las variables de la parte aérea de los árboles y del rodal obtenidos en las tres evaluaciones, fueron sometidos a análisis de correlación múltiple mediante el Método de Spearman (INFOSTAT, 2002) a los fines de obtener el grado de asociación existente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del peso seco de raíces en función de la profundidad: Obtenido el peso seco de raíces de las muestras a distintas profundidades en cada árbol, se procedió a determinar el porcentaje del mismo que se acumulaba a los 15 cm, 40 cm y 60 cm de profundidad.

Tabla 3: Porcentaje promedio de peso seco de raíces finas, desvío estándar y coeficiente de variación a distintas profundidades, de todos los tratamientos, por año de observación y del período

Año	1998			2000			2001			promedio período		
profundidad cm	15	40	60	15	40	60	15	40	60	15	40	60
promedio %	41	84	94	35	87	95	51	87	98	42.6	86	96
desv.est	5,6	5,8	3,5	11,7	7,7	5,2	12,4	9,3	1,9	8,3	1,6	2,2
c.v. %	13,5	6,9	3,7	33,4	8,8	5,5	24,1	10,7	2,0	19,4	1,8	2,3

En la Tabla 3 se presentan los resultados porcentuales promedio de acumulación de peso seco de raíces a las profundidades especificadas en todos los tratamientos para los distintos años de registro, como también los promedios de todos los años de observación.

Se pudo constatar, en cada año de evaluación, que éstos eran mayores para el porcentaje acumulado de peso seco de raíces hasta ~15 cm de profundidad en el suelo.

Casi la totalidad del peso seco de raíces con funciones absorbentes, se concentró en los primeros 60 cm de suelo. Destacándose que hasta los 40 cm, se acumulaba aproximadamente 85 % del peso seco de las mismas. En la Figura 1 se presenta el peso seco de raicillas promedio por tratamiento, a distintas profundidades y para cada año de observación.

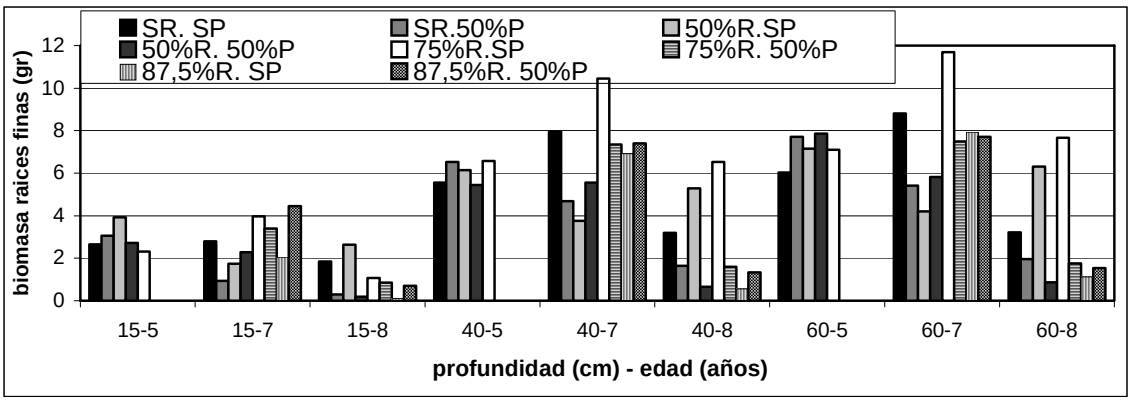


Figura 1: Peso seco de raíces finas de Pinus taeda L. promedio por tratamiento, a distintas profundidades y por año de observación

En el gráfico puede observarse, a profundidades de 40 y 60 cm, que los árboles del tratamiento 416 pl/ha (75% R 0% P) presentaron en los tres años estudiados los mayores pesos secos de raicillas, siendo alto también el correspondiente a esa misma densidad pero con tratamiento de poda (75% R 50% P), justificando ello el buen desarrollo del tamaño alcanzado por árboles de este tratamiento entre los 3 y 7 años, período 1996-2000, (FASSOLA et al., 2002a). Si bien los tratamientos correspondientes a 208 pla/ha exhiben un comportamiento consistente a los 5 y 7 años, el bajo peso de la raíces finas a los 8 años, en relación a otras densidades, estaría reflejando un problema de muestreo, pudiendo aplicarse similar criterio a la densidad de 1666 pla/ha sin poda para los distintos años y profundidades de observación.

En la Figura 2 se presentan los valores de biomasa de raíces finas promedio del período de observación por tratamiento y repetición a distintas profundidades, pudiendo observarse que las tendencias erráticas, que surgieron al analizar los datos en forma anual, se suavizaron.

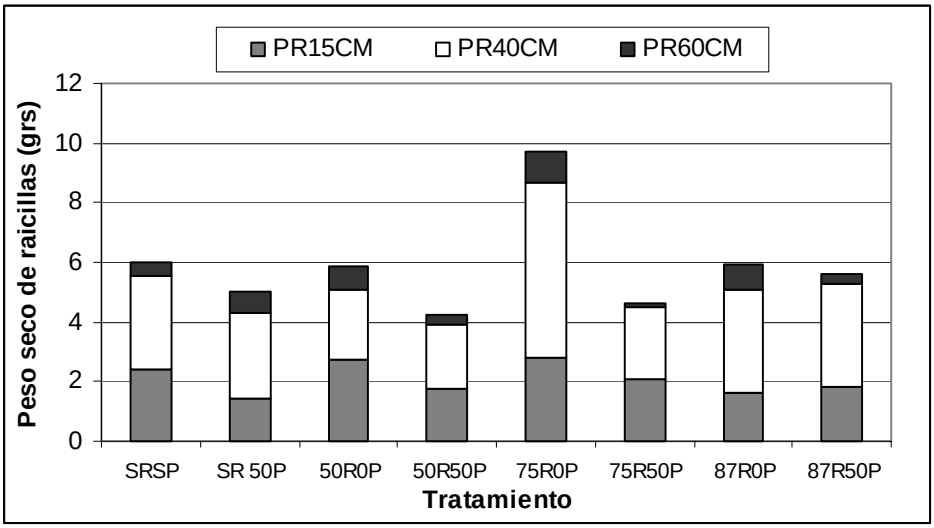


Figura 2: Peso seco de raíces finas de *Pinus taeda* L., promedio del período de observación por tratamiento, a distintas profundidades

De la figura 2 se desprende que el peso seco de raicillas disminuyó con la aplicación de podas del 50%, en tanto que aumentó notoriamente en el tratamiento de raleo al 75% (416 pl/ha). Coincidentemente con el mayor crecimiento de biomasa aérea de dicho tratamiento encontrado por FASSOLA et al. (2001). Esto estaría mostrando una respuesta de la biomasa radicular, ante una intervención silvicultural, de acuerdo a lo encontrado por RODRÍGUEZ et al. (2003).

Análisis de correlación

Dada la variación encontrada entre años de observación para un mismo tratamiento en biomasa de raíces finas, donde pueden estar influyendo entre otros factores las distintas condiciones climática o el haber empleado un solo punto de muestreo por árbol/año, el análisis de correlación múltiple fue efectuado empleando los valores promedio del período analizado.

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados obtenidos del análisis de los datos. Considerando en primer término los tratamientos silvícolas aplicados a las parcelas donde se seleccionaron los árboles muestreados, pudo determinarse que la densidad afectó ligeramente en

forma negativa el desarrollo de raicillas y en particular su desarrollo en los primeros centímetros de suelo. (–0,17 para los primeros 15 cm de suelo a – 0,11 en a los 60 cm). Es factible que el efecto del raleo realizado 5 años antes, se haya visto mitigado por el crecimiento de los árboles que han ido ocupando el sitio disponible.

El efecto de las podas sucesivas a los que se vieron sometidos los árboles estudiados fue más evidente que el de la densidad, habiendo afectado negativamente la formación de raicillas, (r^2: -0,28 / n.s: 0,28 a 60 cm de profundidad) y pudiéndose afirmar que toda remoción de copa verde tendrá como efecto una menor concentración de raicillas con funciones absorbentes.

Estos resultados vinculados a los tratamientos silvícolas, a los que fueron sometidos los árboles bajo estudio, permiten coincidir con lo expresado por García (1990), quien sostiene que, tanto raleos o podas fuertes, generan condiciones donde los árboles residuales o tratados, no están en condiciones de hacer empleo inmediato de los recursos adicionales disponibles a causa de la remoción de los competidores ya para ello previamente deben recuperar su copa completamente.

En cuanto a la variación de la biomasa radicular en profundidad, se encontró que las variables vinculadas al tamaño del árbol, DAP y H, exhibieron una correlación prácticamente nula y de signo negativo con el peso seco de raicillas hasta los 15 cm de profundidad, para posteriormente ser positiva y alcanzar valores más altos con el peso seco acumulado hasta los 60 cm. El mayor grado de asociación del DAP, r 0,37 y ns de 0,15, reflejan que la H, r 0,17 y ns 0,5, sería menos dependiente de las raicillas que se desarrollan en los horizontes superficiales.

En contrapartida el incremento promedio en DAP del período exhibió una mayor correlación positiva en los primeros 15 y 40 cm, 0,17 y 0,30 respectivamente, aunque a los 60 cm mantuvo valores similares que el DAP. Los incrementos promedio en H por su parte exhibieron correlación positiva, en todas las profundidades aunque a 40 y 60 cm arrojó coeficientes de correlación de 0,38 y 0,47.

Podría presumirse, con base en los resultados, que el DAP y en menor proporción la H, pueden verse afectados en sus incrementos por tratamientos del suelo, en sus primeros 15 cm, como el pasaje de rastra para el control de malezas y que en caso de ser recurrentes podrían afectar la evolución de dichas variables. A profundidades mayores serán las condiciones ambientales las que tengan mayor influencia e igualmente la recurrencia de condiciones desfavorables tendrá una repercusión negativa en la evolución de las mismas, aunque ya con una incidencia más marcada en la H, lo cual justifica su empleo como indicadora de la calidad de sitio en la ciencia forestal.

La posición social dominante evidenció una mayor correlación con las raicillas en los primeros centímetros de suelo, arrojando un coeficiente de 0,37 mientras que a los 60 cm el mismo alcanzaba un valor de 0,09. Esto indica nuevamente que tratamientos del suelo que afecten negativamente el desarrollo de la biomasa de raíces finas en los primeros centímetros del suelo deben evitarse a los fines de que el árbol pueda hacer uso adecuado de los recursos disponibles en él y que tendrán impacto directo en el crecimiento del año.

Variables vinculadas al árbol y que exhibieron mayores correlaciones que las anteriores fueron la longitud de copa verde, que caracteriza la biomasa foliar y el diámetro en la base de la copa verde. Un coeficiente de correlación positivo, creciente con la profundidad del suelo hasta alcanzar un valor de 0, 54 y un ns de 0,04, reflejan la estrecha vinculación entre la longitud de copa y el peso seco de raíces finas, reafirmando los conceptos anteriores. La remoción de biomasa foliar por podas pudo haber generado una alteración de la relación de raíces finas con el área foliar (HACKE et al., 2000), la cual podría haber repercutido negativamente en el desarrollo de los árboles podados (FASSOLA et al., 2002a).

Una tendencia similar, con un r de 0,44 y un ns de 0,09, exhibida por el diámetro de la sección transversal en la base de la copa verde reflejaría la relación existente entre la sección de tejido conductivo activo con la biomasa de las raicillas, la relación con la biomasa foliar queda reflejada por la estrecha relación de ambas variables, LCV y DBCV promedio, con un r de 0,96.

Al respecto cabe considerar la teoría del modelo del conducto (SHINOZAKI et al., 1979 cit. op. por OOHATA, 1986), que establece la relación entre el área de la sección transversal en la base de la copa con la biomasa foliar y la extensión de la misma referida a la estructura de ramas en la canopeo de árboles (OOHATA y SHIDEI, 1971 cit. op. por OOHATA, 1986), la cual establece que el área transversal de todas las ramas en cada orden es cercano a una constante, siendo lo mismo válido también para las raíces.

Asumiendo que para *Pinus taeda* L. el área en la base de la copa es tejido conductivo activo en su totalidad, siendo DBCV una variable de la cual puede derivarse la misma excluyendo la corteza, es razonable que tanto los incrementos en DAP como en H hayan presentado una mejor correlación con esta (r 0,65 y 0,43 respectivamente) que con LCV (r 0,59 y 0,40), situación ya observada por KOZLOWSKI y PALLARDY (1997, cit. op. por BOND et al, 2000).

GARCÍA (1990) considera que el empleo de LCV para la predicción de crecimientos (KNOWLES y WEST, 1986; FASSOLA et al., 1999) no es adecuado, dado que considera que en la poda se remueve ramas basales y en los raleos se remueve la totalidad del follaje del árbol extraído, proponiendo emplear índices de ocupación. Considerando los resultados del presente estudio, DBCV sería una variable que aparte de describir adecuadamente la remoción de follaje por cualquiera de los tratamientos mencionados puede caracterizar la ocupación del sitio que hace el árbol, tanto de su parte aérea como por las raicillas y contribuir a una mejor predicción de los incrementos resultantes de los esquemas silvícolas aplicados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo observado permite afirmar la existencia de un equilibrio funcional entre follaje y raíces finas en *Pinus taeda* L., trayendo las remociones de copa verde por poda una disminución de la biomasa de raíces finas. En tanto que el raleo traería como consecuencia un aumento de la biomasa radicular.

Dada la relación de la misma con los incrementos en diámetro y altura, las raíces finas – conjuntamente con la biomasa foliar - evidencian el grado de ocupación del sitio y el uso de los recursos que han quedado disponibles por raleos o podas. Por ello establecer relaciones que permitan caracterizar rápidamente dicho grado, es de importancia para una mejor predicción de la respuesta a intervenciones silvícolas.

La alta variabilidad de las respuestas encontradas hace necesario sugerir nuevos estudios para determinar el posible efecto que las variables edafo-climáticas puedan ejercer sobre el desarrollo de raicillas.

BIBLIOGRAFÍA

BOND-LAMBERTY B., WANG C. AND GOWER S.T. 2002. Aboveground and belowground biomass and sapwood area allometric equations for six boreal tree species of northern Manitoba. 1442 Can. J. For. Res. Vol. 32:1441-1450

DELUCIA E., HAMILTON J.G., NAIDU S.L., THOMAS R.B., ANDREWS J.A., FINZI A., LAVINE M., MATAMALA R., MOHAN J. E., HENDREY G.R., SCHLESINGER W.H. 1999. Net Primary Production of a Forest Ecosystem with Experimental CO2 Enrichment. Science vol 284: 1177-1179

FASSOLA H. E., MOSCOVICH F. A., FERRERE P., RODRÍGUEZ A, F.. 2002a. Evolução das principais variáveis de árvores de Pinus taeda L. Origem Marion submetidos a diferentes tratamentos silvícolas no nordeste da provinca de Corrientes, Argentina. Revista Ciencia Florestal 12(2):51-60. U. Fed. de Santa María. Brasil.

FASSOLA H.; FERRERE P; LACORTE S.; RODRÍGUEZ, F. 2002b . Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopeo de *Pinus taeda* L. en el Nordeste de Corrientes, Argentina. 2002. RIA 31(2):73-96**.**

FASSOLA H.; P. FERRERE; F. RODRÍGUEZ. 2001. Predição do diâmetro acima dos munhões em árvores podados de Pinus taeda L. origem Marion no NE de Corrientes, Argentina. Actas del 2º Simpósio Latino-americano sobre Manejo florestal. Pp 231-244. Univ. Fed. De Santa María. Centro de cs. Rurais. Programa de pós-graduaçao em engenharia florestal. 13-14 de setiembre de 2001. Santa María-RS. Brasil.

FASSOLA H. E, FERRERE P., RUIBAL DE GELID M. 1999. Crecimiento en área basal de plantaciones jóvenes de *Pinus taeda* L. origen Marion. Informe final PIA 20/96. Inédito. INTA EEA Montecarlo, 11 p.

FERNÁNDEZ R., PAHR N., LUPI A. 1996. Evaluación del crecimiento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en diferentes condiciones de sitio del nordeste argentino. Actas del XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Disco Compacto. Aguas De Lindoia, San Pablo.

GARCÍA, O. 1990. Growth of thinned and pruned stands. In: James, R., y Tarlton, G.L. (Eds.), New approaches to spacing and thinning in Plantation Forestry: Proceedings of an IUFRO Symposium, Rotorua, New Zeland, 10-14 April 1989. Ministry of Forestry, FRI Bulletin n.151, p.84-97.

GAVAZZI, M., SEILER, J., AUST, W. AND ZEDAKER, S. 2000. The influence of elevated carbon dioxide and water availability on herbaceous weed development and growth of transplanted loblolly pine (Pinus taeda). Environmental and Experimental Botany 44: 185-194.

HACKE U.G., SPERRY J.S., EWERS B.E. , ELLSWORTH D.S., SCHÄFER K.V.R., OREN R.. 2000. Influence of soil porosity on water use in Pinus taeda. Oecologia 124:495–505.

InfoStat. 2002. InfoStat version 1.1. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

KING J. S., THOMAS R. B., STRAIN B. R**.** 1996. Growth and carbon accumulation in root systems of *Pinus taeda* and *Pinus ponderosa* seedlings as affected by varying CO 2, temperature, and nitrogen. Tree Physiology 16, 635—642.

KING J. S., ALBAUGH T. J., ALLEN H. L., KRESS L. W. 1999**.** Stand-level allometry in *Pinus taeda* as affected by irrigation and fertilization. Tree Physiology**,** 19:769–778.

KING JS; ALBAUGH TJ; ALLEN HL; BUFORD M; STRAIN BR; DOUGHERTY P. 2002. Below-ground carbon in put to soil is control led by nutrient availability and fine root dynamics in loblolly pine. NEW PHYTOLOGIST. 154(2):389-398.

KNOWLES R.L., WEST G. (1986). The use of crown length to predict the effects of pruning and thinning in *Pinus Radiata*. Crown and canopy structure in relation to productivity. IUFRO. Edited by Fujimory T. And Withehead D. Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki, Japan:104-117.

LACLAU P. 2002. La forestación en la patagonia y el cambio climático. INTA EEA Bariloche-GTZ. 55p.

OOHATA S. 1986. Some Quantitative analyses of tree form : further extensions to the pipe model theory. Crown and Canopy Structure in relation to Productivity. Ed. By T. Fujimori and D. Withehead. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan. IUFRO. Pp 159-171.

RODRIGUEZ, R.; ESPINOSA, M.; HOFMANN, G.; MARCHANT, M. 2003. Nedle mass, fine roots and stem wood production in response to silvicultural treatment, tree size and competitive status in radiata pine stands. For. Ecol. Management. 186: 287-296

ANEXO 1. Resultados del Análisis de Correlación Múltiple de Spearman: coeficientes\probabilidades

	Densidad	poda	Estrato	15cm	40cm	60cm	DAP	incDAP	H	incH	DBCV	LCV
densidad	1	0,55	0,78	0,51	0,63	0,67	0,12	3,40E-03	0,57	0,31	0,35	0,51
poda	0,15	1	0,04	0,91	0,48	0,28	0,14	0,6	0,87	0,29	0,02	0,01
estrato	0,07	0,52	1	0,15	0,33	0,72	0,02	0,28	0,03	0,08	0,04	0,08
15cm	-0,17	-0,03	0,37	1	0,03	0,06	0,79	0,51	0,48	0,65	0,83	0,67
40cm	-0,12	-0,18	0,25	0,55	1	2,00E-04	0,39	0,25	0,87	0,14	0,27	0,12
60cm	-0,11	-0,28	0,09	0,49	0,96	1	0,15	0,13	0,5	0,07	0,09	0,04
DAP	-0,4	-0,38	-0,58	-0,07	0,22	0,37	1	1,70E-03	0,02	0,07	3,70E-04	9,30E-04
incDAP	-0,76	-0,13	-0,28	0,17	0,3	0,39	0,81	1	0,16	0,43	0,01	0,02
H	0,15	0,04	-0,56	-0,18	0,04	0,17	0,59	0,36	1	0,03	0,1	0,12
incH	0,26	-0,27	-0,44	0,12	0,38	0,47	0,48	0,21	0,55	1	0,05	0,03
DBCV	-0,24	-0,58	-0,53	0,06	0,29	0,44	0,92	0,65	0,43	0,52	1	2,00E-04
LCV	-0,17	-0,63	-0,45	0,11	0,41	0,54	0,86	0,59	0,4	0,57	0,96	1

VARIACION ESTACIONAL DEL INCREMENTO DIAMETRICO DE *Melia azedarach L. var. gigantea* EN DIVERSAS DENSIDADES

SEASONAL VARIATION OF THE DIAMETRICAL INCREMENT OF *Melia azedarach L. var. gigantea* IN DIVERSE DENSITIES

Víctor R. Pérez[1]; Gustavo R. Rhiner[2]; María C. Cañete[2]; Pedro Delvalle[2]; Yolanda Genes[2]; Marcos Atanasio[3]; Lorena Pernochi[3]; Hermann Hampel[4]; Claudio Maletti[4]

SUMMARY

They communicate partial results of parcels installed with objective of evaluating the seasonal growth of ***Melia azedarach***, under diverse conditions of densities originated post selective thinning.

The rehearsal settled in property of Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones - Argentina), using randomized complete blocks. The experienced densities (plants/hectare) were 410 (T1); 350 (T2); 290 (T3); 230 (T4); and 170 (T5).

The scarce growth of the normal diameter in autumn-winter (varied between 0,3 and 1,5 mm/trimestre) was cause of the natural seasonal reduction of the vegetative activity added to the significant precipitation deficit.

In spring-summer the incremental range went from 2,2 to 12,7 mm/trimestre, being bigger increment in spring, station with maximum registration of rains. In turn the maximum increments registered in parcels with smaller densities.

In the variance analysis they were highly significant statistical differences, conforming to three groups: A (T5 and T4), B (T3 and T2) and C (T1).

Key words: management experimental, post-thinning, growth, *Melia azedarach*

RESUMEN

Se comunican resultados parciales de parcelas instaladas con el objetivo de evaluar el crecimiento estacional de ***Melia azedarach***, bajo diversas condiciones de densidades originadas por aplicación de raleo selectivo.

El ensayo se instaló en predio de Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones - Argentina), utilizándose diseño de bloques completos aleatorizados. Las densidades experimentadas (plantas /hectárea) fueron: 410 (T1); 350 (T2); 290 (T3); 230 (T4); y 170 (T5).

En otoño-invierno el incremento corriente estacional del diámetro normal varió entre 0,3 y 1,5 mm/trimestre. Este escaso crecimiento fue producto de la natural reducción estacional de la actividad vegetativa sumado al significativo déficit hídrico registrado.

En primavera-verano el rango incremental fue de 2,2 a 12,7 mm/trimestre. El mayor incremento diametral ocurrió en primavera, estación con máximo registro de lluvias. A su vez los mayores incrementos diametrales se registraron en las parcelas con densidades menores.

Con los valores de esta variable de crecimiento se realizó análisis de varianza y prueba de medias de Duncan para cada estación y el período de dieciocho meses, hallándose en este último

[1] Director. Prof. Adj. Cát. Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, U.NaF. Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: forestales@arnet.com.ar
[2] Grupo de investigación Cátedra de Silvicultura. Carrera Ingeniería Forestal. Facultad Recursos Naturales, U.NaF.
[3] Colaboradores Estudiantes de la Carrera Ingeniería Forestal. Facultad Recursos Naturales, UNaF.
[4] Técnicos de Danzer Forestación SA. Posadas, Misiones, Argentina.

diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, y la conformación de tres grupos: A (T5 y T4), B (T3 y T2) y C (T1).

Palabras clave: manejo experimental, post-raleo, crecimiento, *Melia azedarach*

INTRODUCCION

Melia azedarach L. var. gigantea constituye un árbol forestal interesante por los crecimientos extraordinarios que registra en plantaciones en el norte de la Argentina. Aparentemente fue introducida a principios de este siglo en la Provincia de Misiones, por colonos alemanes-brasileros (LARGUIA 1971). El "paraíso gigante" es rústico, vive bien en climas subtropicales, preferentemente sitios húmedos, de excelente comportamiento en suelos sueltos, profundos y ricos. Formando bosques masivos, requiere raleos precoces pues necesita abundante iluminación para su rápido crecimiento y desarrollo. Crece bien a cielo abierto o con la protección del bosque nativo (COZZO 1976).

Si bien su cultivo tiene potencialmente posibilidades de expansión y afianzamiento en vastas zonas de la región del NOA y NEA, presenta algunas restricciones. Entre éstas figura el *escaso conocimiento respecto de las mejores prácticas de manejo de densidades combinadas con intervenciones de raleos.*

El efecto del *control del espaciamiento* por parte del hombre es permitir la presencia de un importante nivel de *competencia forestal* y eliminar los severos efectos de la competencia biológica. Se interpreta la competencia biológica como una disputa por los recursos esenciales para el crecimiento y la sobrevivencia (nutrientes, agua, luz) que conducen a los individuos a diferentes grados de supresión y a la muerte. La intervención del silvicultor busca controlar esta competencia (considerada la *base ecológica del raleo*) con el propósito de mantener aceptables tasas de crecimiento (COZZO 1976, PIEDRAHITA CARDONA 1990).

El nivel de ocupación del sitio para un tipo de bosque en particular depende fundamentalmente del número de árboles, de su distribución y categoría de tamaño y de su organización espacial. Estas características pueden ser controladas por el silvicultor mediante la adopción de una estrategia de manejo. Con el propósito de caracterizar el efecto del nivel de ocupación del sitio sobre el crecimiento del rodal, se utilizan variables cuantitativas conocidas con el nombre de *densidad del rodal,* casi todas ellas son medidas dinámicas que cambian a través de la vida del rodal. La *densidad* es un concepto que está estrechamente ligado a las nociones de competencia, ocupación de superficie y cierre de cobertura, las cuales son fundamentales en la silvicultura. Se la utiliza como variable de decisión o control en intervenciones silviculturales o en modelos simuladores de desarrollo y crecimiento, también como variable predictora. Puede expresarse en términos absolutos o relativos (GONZALES PEREZ 1990, PRODAN et al 1997).

El análisis de las comunicaciones técnico-científicas de numerosos autores (VAZQUEZ 1986, PIEDRAHITA CARDONA 1990, GONZÁLES PÉREZ 1990, SMITH y LOPEZ 1991, SEITZ 1991, DALLA TEA 1995, CRECHI 1996, PRODAN et al 1997), respecto de los resultados obtenidos en estudios experimentales con distintas especies para ejercer el control de la densidad, se puede resumir en las siguientes tendencias generales: a) consistentes incrementos en las tasas de crecimiento del diámetro normal de los árboles individuales con la disminución de la densidad del rodal dentro de limites razonables. El efecto de esta disminución en la densidad varía con las especies, la edad y la calidad de sitio. b) Los resultados de aprovechamientos parciales en rodales coetáneos muestran frecuentemente, con niveles dentro de ciertos límites, que no se afecta significativamente el crecimiento total por unidad de superficie (área basal o volumen), aunque si lo hace en la consideración de árboles individuales.

El objetivo de esta comunicación es difundir las evaluaciones preliminares de los efectos sobre el crecimiento diametral observado en parcelas experimentales de diversas densidades, originadas por aplicación de raleo selectivo en plantaciones jóvenes de "paraíso gigante". Esta investigación es ejecutada por la Universidad Nacional de Formosa y la empresa forestal privada Danzer Forestación SA de Misiones, cuyas plantaciones están constituidas esencialmente por latifoliadas, sobresaliendo entre ellas el "paraíso gigante".

MATERIALES Y METODOS

Esencialmente se trata de un estudio con aplicación de un diseño experimental de bloques completos al azar, en el que la hipótesis busca medir las diferencias entre grupos con atribución de causalidad. Enunciado: "Como consecuencia de las diferencias de densidad de rodal establecida experimentalmente entre parcelas (tomando como marco de referencia la variación del factor "*cantidad de plantas/unidad de superficie")*, mediante la aplicación de raleos selectivos, se conjetura que será posible hallar efectos diferentes en crecimiento de las unidades experimentales, verificables en ciertas variables e indicadores biológicos". Si bien en esta comunicación sólo se analiza "el incremento del diámetro normal", el proyecto también evalúa otras variables.

Los ensayos experimentales se localizaron en el predio privado de la empresa Danzer Forestación S.A., ubicado en las cercanías de Posadas (Misiones). Las prácticas se realizaron en rodales de 7 años de edad, con fecha de plantación julio de 1995, ubicado en una posición topográfica de loma. El distanciamiento inicial de plantación fue de 4,0 x 4,0 m. Estos rodales fueron objetos de dos raleos. El primero, de carácter fitosanitario (menos del 10% de la población, a los 4 años) y el segundo, de carácter silvícola, precomercial (30%, a los 6 años).

Los *tratamientos* consistieron básicamente en dejar diferentes densidades. Luego de la selección cuidadosa de los mejores árboles que se dejaron en pié, los individuos restantes en cada unidad experimental fueron apeados según el tratamiento correspondiente. En la estrategia de intervención diseñada se destaca, que una vez definidas las densidades objetos de estudio, el esfuerzo técnico intentó concentrar el potencial de crecimiento del sitio en subpoblaciones deseables de individuos (mediante la combinación de una rigurosa selección de los mejores árboles y el raleo de los ejemplares restantes).

El detalle de los tratamientos implementados (densidad después del raleo expresada en cantidad equivalente de plantas por hectárea) fue: a) T1 (Testigo) = 410; b) T2 = 350; c) T3 = 290; d) T4 = 230; e) T5 = 170.

En cada *unidad experimental* se diferenció un núcleo de 25 ejemplares (donde se realizaron las observaciones y mediciones forestales). La *variable dependiente*, de la unidad espacial de análisis (parcela) y del ensayo experimental fue el Incremento Corriente Estacional del diámetro normal (ICED).

Los valores de media aritmética construidos para cada uno de los tratamientos y repeticiones fueron empleados en un análisis estadístico comparativo de grupos, aplicando la Prueba de Fisher – "F" y el Análisis de Varianza - ANDEVA unidireccional (para el nivel de significancia del 0.05). Posteriormente se evaluaron las diferencias de medias entre grupos mediante la aplicación del Test de Duncan para iguales niveles de significancia. El procesamiento fue realizado mediante el uso de computadora personal.

RESULTADOS. DISCUSION

En la Tabla 1 figuran resultados de análisis estadísticos realizados con datos de ICED. Un año y medio después de la instalación del ensayo en que se dejaron parcelas con distintas densidades pero con diámetros normales homogéneos (diferencias estadísticas no significativas), se constató que a partir de los resultados de crecimiento acumulado quedaron conformados tres grupos muy diferentes. El grupo "c" constituido por parcelas con espesura excesiva registró un incremento medio acumulado de 1,9 mm que sólo representó el 46 y 63% del crecimiento

correspondiente a los grupos “b” (espesura normal, 290 a 350 pl/ha) y “a” (espesura defectiva, 170 a 230 pl/ha), respectivamente.

Tabla 1.- Síntesis de los resultados de pruebas estadísticas. Fuente de Variación: tratamiento.
Synthesis of the results of statistical tests. Source of Variation: treatment.

Período de Observación	Prueba Estadística (α = 0,05) ANDEVA	Duncan T_5	T_4	T_3	T_2	T_1	Hipótesis Nula	Rango Variable de Control
Verano 2003	Significativa	a	ba	ba	b	b	Rechazada	6,5 – 12,7 mm/tr
Otoño 2003	Significativa	a	b	b	b	b	Rechazada	0,8 – 1,5 mm/tr
Invierno 2003	Significativa	a	ba	ba	b	b	Rechazada	0,8 – 1,4 mm/tr
Primavera 2003	Altam. Significativa	a	a	ba	cb	c	Rechazada	8,9 – 17,0 mm/tr
Verano 2004	Altam. Significativa	a	ba	cb	dc	d	Rechazada	2,2 – 8,1 mm/tr
Otoño 2004	No significativa	a	a	ba	ba	b	Aceptada	0,3 – 1,4 mm/tr
Período 18 meses	Altam. Significativa	a	a	b	b	c	Rechazada	11,8 – 49,8 mm

En el Gráfico 1 se aprecia nítidamente la forma en que se distribuyó estacionalmente el crecimiento diametral durante dieciocho meses. El significativo mayor crecimiento registrado en el verano 2003 puede interpretarse como la resultante inmediata de la intervención de raleo practicada, sumada a la abundante disponibilidad de agua (573 mm de precipitación). En tanto en el verano 2004 hubo un déficit de precipitación de casi 100 mm. respecto de la media de la serie histórica.

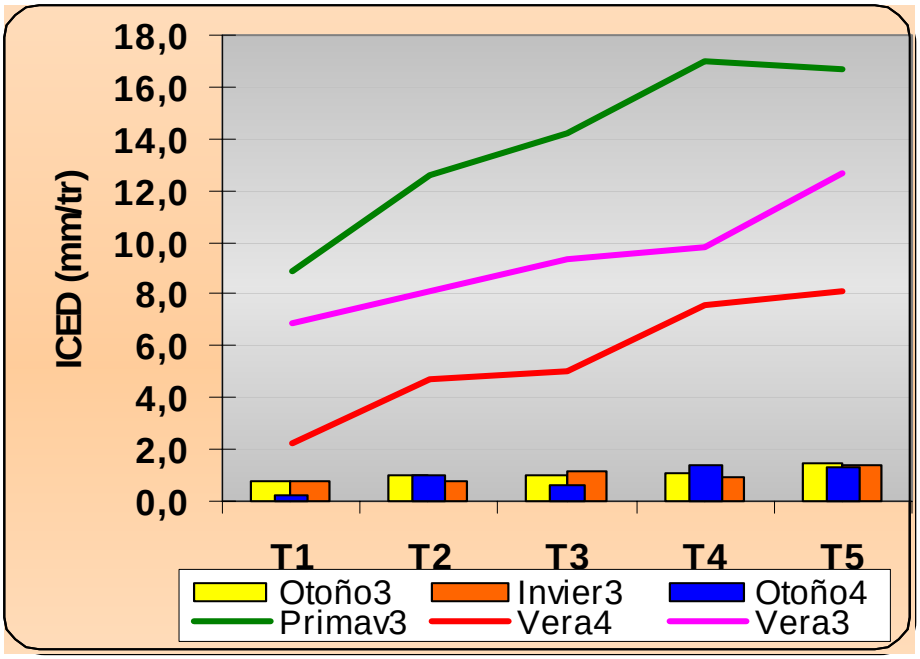


Gráfico 1. Incremento Corriente Estacional del Diámetro Normal.
Increment Seasonal Current of the Normal Diameter

En el Gráfico 2 se observa el peso que tienen las estaciones de crecimiento respecto de las estaciones de descanso. Así el período vegetativo de verano 2003-primavera 2003-verano 2004 acumuló aproximadamente el 90% del incremento diametral de dieciocho meses. La porción restante de crecimiento correspondió al período otoño 2003-invierno 2003-otoño 2004.

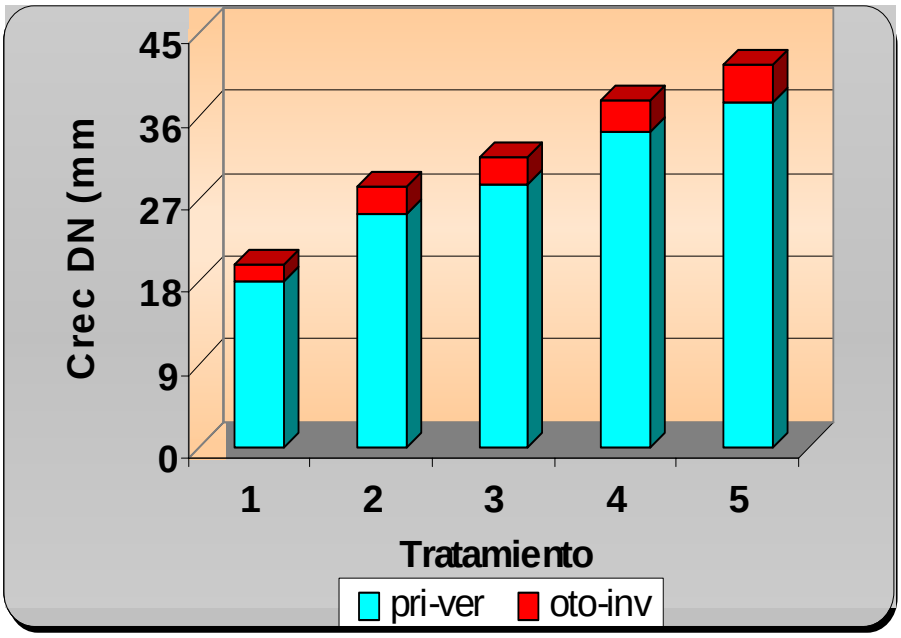


Gráfico 2. Incremento acumulado del diámetro normal.
Increase Accumulated of the normal diameter.

BIBLIOGRAFIA

CHAVES, S.E. 2000. Ensayo de aclareo e incremento en área basal para *Bombacopsis quinata (Jacq) Dugand* en Nicoya, Guanacaste. Congreso de Investigación. San José, Costa Rica. Euned.164 pp.

COZZO, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. Capítulos XXIV, XXV y XXIX, pp.: 380–393, 405–435, 582–584. Bs. As.

CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade da plantaçâo sobre a produçâo, crescimento e sobrevivencia de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. en Misiones, Argentina. Tesis de la Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Federal do Paraná. Brasil. 171 pp.

DALLA TEA, F. 1995. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. (En: Revista de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Volumen 4. Número 1. Madrid, España. pp 57 – 71.

GONZALES PEREZ H. 1990. Modelación del crecimiento de bosques coetáneos. (En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 102 -132).

LARGUIA, A. 1971. El paraíso gigante, una esencia forestal interesante para la Provincia de Misiones. Revista de la Asociación de Plantadores Forestales de Misiones, N° 6, 4 pp.

PIEDRAHITA CARDONA, E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. (En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 30-41).

PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F; y Real, P. 1997. Densidad y estructura. Rendimiento y crecimiento. Capítulos V y VI. (En: Mensura Forestal. San José, Costa Rica. pp 389-462).

SEITZ, R. A. 1991. Avanços na silvicultura de *Pinus sp*. e *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. (En: Actas del O Desafío das Florestas Neotropicais. Curitiba, Brasil. pp 153 – 176).

SMITH J.A. y López J.A. 1991. Influencia de diferentes espaciamentos de plantación en el crecimiento de *Eucalyptus grandis*. Jornadas sobre eucaliptos de alta productividad. CIEF, Buenos Aires, Argentina. pp 269 – 279.

VAZQUEZ, W. 1986. Tres intensidades de raleo en *Pinus caribaea var. hondurensis*. Análisis de 10 años de crecimiento en un diseño de cuadrado latino. INFORAT-CATIE. Turrialba, Costa Rica.

RELACION ENTRE PRECIPITACION E INCREMENTO DEL DIAMETRO NORMAL DE *Melia azedarach L. var. gigantea*

RELATIONSHIP BEETWEN PRECIPITATION AND NORMAL DIAMETER INCREMENT IN *Melia azedarach L. var. gigantea*

Víctor R. Pérez[1]; María C. Cañete[2]; Marcos Atanasio[3]; Lorena Pernochi[3]
Herman Hampel[4] Claudio Maletti[4]

[1] Director. Prof. Adj. Cát. Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, U.Na.F. Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: forestales@arnet.com.ar
[2] Ing. Ftal. Docente-investigadora de la Cátedra de Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, U.Na.F.
[3] Estudiantes de la Carrera Ingeniería Forestal. Facultad Recursos Naturales, U.Na.F.
[4] Técnicos de la Empresa Danzer Forestación S.A. Posadas. Misiones.

SUMMARY

The relation between rainfall and seasonal growth of the diameter of ***Melia azedarach L. var. gigantea*** was evaluated. Diverse statistical models of adjustment according to the regression technique: lineal simple, logarithmic, polynomial of degree 2 and 3, potential and exponential.

The data comes from densities experimental plots of installed in land of Danzer Forestación SA (Misiones, Argentina), with objective to evaluate the growth. The tested densities were (plants/hectare): 410; 350; 290; 230 and 170. The rainfall (mm) varied among 334 to 625 spring-summer and 101 at 302 in autumn-winter.

To fit the mentioned models were used as dependent variable the square root of the seasonal increase of the normal diameter, and independent variable the product of the rainfall for normal diameter divided by 10000.

The polynomial model of degree 2 was electing for the quality of the adjustment, with values of coefficient of determination that oscillated between 0.705 and 0.744.

Key words: statistical models, adjustment, *Melia azedarach*

RESUMEN

Se evaluó la relación entre la precipitación y el crecimiento estacional del diámetro de *Melia azedarach L. var. gigantea* a través de diversos modelos estadísticos de ajuste según la técnica de regresión. Los modelos probados fueron: lineal simple, logarítmico, polinomial de grado 2 y 3, potencial y exponencial.

Los datos proceden de parcelas experimentales de densidades instaladas post-raleo en predio de Danzer Forestación S.A. (Misiones, Argentina), con el objetivo de evaluar el crecimiento. Las densidades probadas (plantas/hectárea) fueron: 410 (T1); 350 (T2); 290 (T3); 230 (T4) y 170 (T5). El total de lluvias registrado por estación varió entre 572 mm (verano 2003), 231 mm (otoño 2003), 101 (invierno 2003), 625 mm (primavera 2003), 334 mm (verano 2004) y 302 (otoño 2004)

Para ajustar los modelos citados se utilizó como variable dependiente (y) a la raíz cuadrada del incremento estacional del diámetro normal, y variable independiente (x) al producto de la precipitación (en mm) por el diámetro normal individual existente al momento de instalación del ensayo dividido por 10000.

El modelo polinomial de grado 2 fue el elegido por la calidad del ajuste, con valores de coeficiente de determinación que oscilaron entre 0.705 y 0.744.

Palabras clave: modelos estadísticos, ajuste, *Melia azedarach*

INTRODUCCION

Melia azedarach L. var. gigantea constituye un árbol forestal interesante por los crecimientos extraordinarios que registra en plantaciones en el norte de la Argentina. Aparentemente fue introducida a principios de este siglo en la Provincia de Misiones, por colonos alemanes-brasileros (LARGUIA 1971, RAGONESE y GARCIA 1980). El "paraíso gigante" es rústico, vive bien en climas subtropicales, preferentemente sitios húmedos, de excelente comportamiento en suelos sueltos, profundos y ricos. Formando bosques masivos, requiere raleos precoces pues necesita abundante iluminación para su rápido crecimiento y desarrollo. Crece bien a cielo abierto o con la protección del bosque nativo (COZZO 1976).

El agua es importante desde el punto de vista ecológico y fisiológico. Esto se refleja en que la distribución de la vegetación en la superficie de la tierra está más controlada por la disponibilidad de agua que por cualquier otro factor aislado. Las regiones en que copiosas lluvias se reparten con bastante regularidad durante el periodo de crecimiento tienen vegetación abundante. La importancia ecológica del agua se debe a su importancia fisiológica ya que casi todo proceso vegetal está directa o indirectamente afectado por el agua (KRAMER, 1974). El agua es el componente químico más abundante en las plantas, normalmente en los tejidos activos constituye entre el 80 y 95 % en peso; por lo que es uno de los factores que más condicionan el crecimiento y desarrollo. (BARCELO COLL, 1992).

Casi toda la diferencia en la cantidad de lluvia que cae, ya sea en el total anual o en la distribución estacional está acompañada de una diferencia en las poblaciones de la plantas silvestres. Ya que, para que una planta pueda desarrollarse en una determinada región tanto la secuencia de fases en su ciclo de vida como sus demandas variables, deben concordar con el clima al grado que permitan un buen crecimiento vegetativo y así como una adecuada reproducción.

La cantidad de lluvia tiene también influencia en la determinación sobre si una planta en particular puede vivir en una región determinada. Además la época del año en que la humedad es subóptima tiene una relación muy importante con la calidad del crecimiento. Por lo tanto la cantidad de lluvia que cae durante e inmediatamente antes de la estación de crecimiento ejerce una gran influencia en la cantidad de madera que producen los árboles.

En trabajos de introducción de especies forestales, publicados por FAO (1958), se concluyó que la combinación de la precipitación, especialmente su distribución y la duración de la estación seca del régimen térmico, más el efecto del suelo, son determinantes para la elección de especies aptas para su implantación en un área. De esta manera se pone de manifiesto la importancia de la precipitación en el crecimiento de las plantas.

Una correlación significativa entre el crecimiento estacional del diámetro y las precipitaciones, expresada a través de un modelo matemático, es de gran importancia teórica y práctica en los estudios forestales. Ya que puede ser utilizado en la determinación indirecta del diámetro a partir de registros de precipitación, los cuales son de fácil acceso. De esta manera se puede obtener de forma rápida y con bajo costo estas estimaciones para los diversos trabajos que los requieran.

El objetivo perseguido en el presente estudio fue: hallar un modelo simple capaz de predecir el incremento del crecimiento estacional basándose en los datos de precipitaciones estacionales y el diámetro normal inicial.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron registros de incrementos del crecimiento estacional del diámetro normal y de precipitaciones, correspondientes a parcelas experimentales de densidades instaladas post-raleo en predio de la empresa Danzer Forestación S.A., ubicada a 10 km al sur de Posadas –

Misiones. Geográficamente este sitio está definido por 27°22’ Lat. Sur; 55°58’ Long. Oeste de Greenwich; y a una altitud de 133 m.s.n.m.

Las prácticas se realizaron en rodales de 7 años de edad, con fecha de plantación julio de 1995, ubicado en una posición topográfica de loma. El distanciamiento inicial de plantación fue de 4,0 x 4,0 m. Estos rodales fueron objetos de dos raleos. El primero, de carácter fitosanitario (menos del 10% de la población, a los 4 años) y el segundo, de carácter silvícola, precomercial (30%, a los 6 años).

Los *tratamientos* consistieron básicamente en dejar diferentes densidades, apeándose los árboles restantes en cada unidad experimental, según el tratamiento correspondiente.

El detalle de los tratamientos implementados es:

T1 (Testigo) = densidad después de un raleo, equivalente 410 pl/ha.
T2 = densidad después del raleo, equivalente a 350 pl/ha.
T3 = densidad después del raleo, equivalente a 290 pl/ha.
T4 = densidad después del raleo, equivalente a 230 pl/ha.
T5 = densidad después del raleo, equivalente a 170 pl/ha.

Los controles de crecimiento se realizaron en forma trimestral, al finalizar cada estación del año, es decir, fines de verano, otoño, invierno y primavera, actualmente se cuenta con seis mediciones, cuatro corresponden al año 2003 y dos al 2004. Los datos de precipitación son provistos por la misma empresa Danzer que cuenta con una estación meteorológica.

Los modelos probados fueron: lineal simple, logarítmico, polinomial de grado 2 y 3, potencial y exponencial. Para ajustar los modelos citados se utilizó como variable dependiente (y) a la raíz cuadrada del incremento estacional del diámetro normal, y variable independiente (x) al producto de la precipitación (en mm) por el diámetro normal individual existente en diciembre de 2002 (momento de instalación del ensayo, para ajustes de datos de 2003) ó en el 2003 (para ajustes de datos del año 2004) dividido por 10000. El procesamiento fue realizado mediante el uso de computadora personal.

RESULTADOS. DISCUSION

El modelo elegido por la calidad de ajuste es el polinomial de grado 2. A continuación figuran las ecuaciones de ajuste y los estadísticos respectivos para cada tratamiento.

Tabla 1: Ecuaciones de ajuste y estadísticos del modelo polinomial grado 2
Equations of adjustment and statistical of the model polynomial degree 2

Tr	Ecuación de ajuste	R^2	R^2 ajust	Sxy	N
1	$y = 0.22289 + 0.00613\ x + 0.26842\ x^2$	0.733	0.728	0.160	120
2	$y = 0.20504 + 0.05394\ x + 0.29071\ x^2$	0.705	0.700	0.202	120
3	$y = 0.28184 - 0.08218\ x + 0.41350\ x^2$	0.730	0.726	0.200	120
4	$y = 0.18730 + 0.19267\ x + 0.30135\ x^2$	0.740	0.735	0.212	120
5	$y = 0.24256 + 0.17159\ x + 0.26591\ x^2$	0.744	0.740	0.211	120

En tabla 1, puede observarse que los valores del coeficiente de determinación son satisfactorios, varíando entre 0.705 (T2) y 0.744 (T5), en tanto que los errores de estimación son bajos.

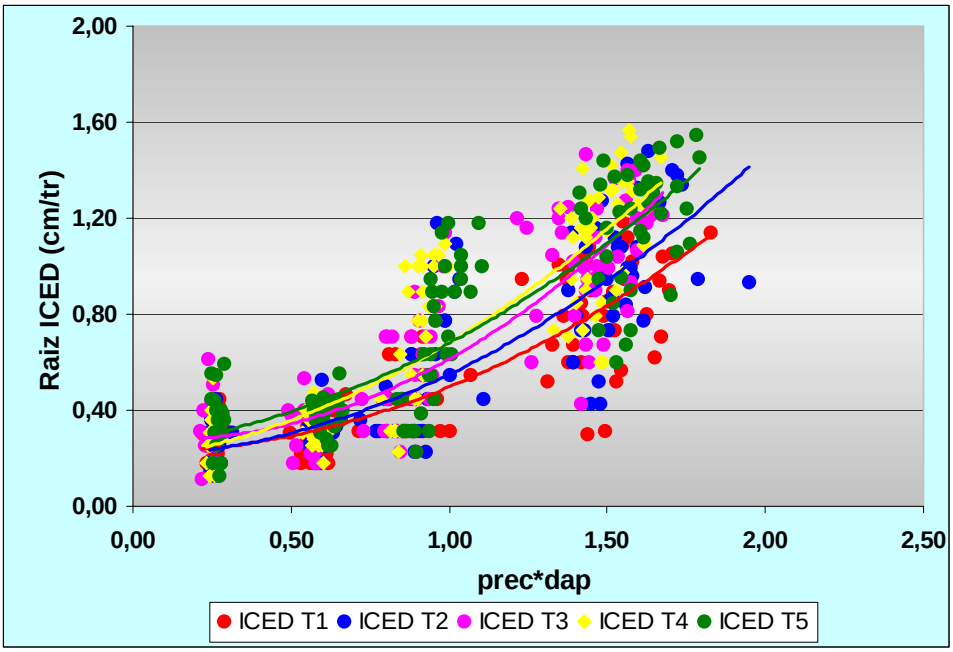


Gráfico 1: Modelo Polinomial Grado 2 – Dispersión y curvas de ajuste
Quadratic Polynomial model - Dispersion of values and adjustment curve.

En el análisis de los datos transformados, se halló que en la variable independiente el factor de mayor peso era la precipitación. Por esta razón en el Gráfico 1, se observa que cuando la precipitación es reducida (otoño-invierno) las distancias entre líneas de ajuste se minimizan. En cambio cuando es abundante las separaciones entre curvas alcanzan su máxima expresión.

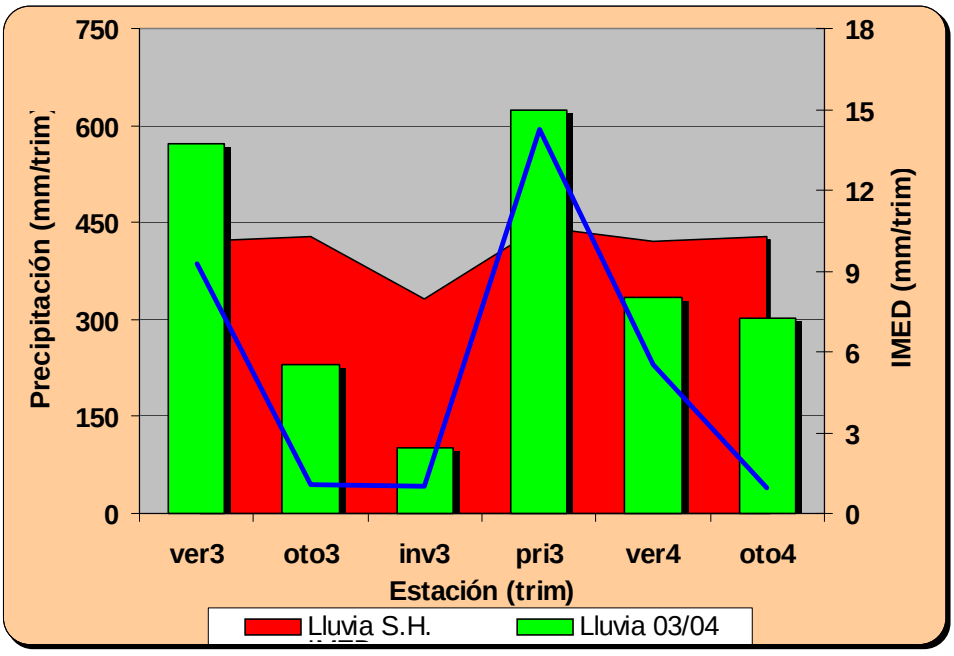


Gráfico 2: Variación del Incremento Medio del Diámetro y Precipitación
Variation of the Average Increment of the Diameter and Precipitation

En el Gráfico 2, se puede observar bajo incremento medio estacional del diámetro normal en el periodo otoño – invierno 2003. Esto es atribuible a la reducción natural del

crecimiento debido a la estación y a las escasas precipitaciones registradas (420 mm menos que los valores históricos). El mayor incremento diametral fue en primavera de 2003, coincidiendo con las mayores precipitaciones registradas. La diferencia existente entre los incrementos del verano 2003 (573 mm) y el del 2004 (334mm), es en gran medida explicada por la diferencia de precipitaciones.

Finalmente, es importante señalar que se continuarán realizándose observaciones de las variables utilizadas en la construcción del modelo, a fin de incorporar más información y posiblemente mayor variación, como así también comprobar la capacidad predictiva de las ecuaciones al aplicarse en otros rodales (fase de validación).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis efectuados se halló que existe correlación entre el crecimiento estacional del diámetro y las precipitaciones. El modelo que mejor describe dicha correlación es el polinomial de grado 2.

El rango de variación de los valores de R^2 fue bueno, oscilando entre 0,704 y 0,744, con un error de estimación para cada uno de los tratamientos que varía entre 0,160 y 0,212.

BIBLIOGRAFIA

BARCELO, C. 1992. Fisiología Vegetal. Pirámida, Madrid. Relaciones hídricas y nutritivas, pp 37.

CELULOSA ARGENTINA S.A. 1977. Paraíso (*Melia azedarach)*. (En: Libro del Arbol. Esencias Forestales No Autóctonas Cultivadas en la Argentina de Aplicación Ornamental y/o Industrial. Tomo III. Bs. As., Argentina. pp 60 - 61).

COZZO, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur.

DAUBENMIRE, R. F. 1982. Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de Plantas. Limusa, México. El factor agua, pp 97 – 192.

KRAMER, J. 1974. Relaciones Hídricas de Suelo y Plantas. Una Sintesis Moderna. Edutex, S. A. México D. F. Capítulo 1: El agua y el papel que desempeñan en las plantas, pp.1-50.

KRAMER, J. 1974. Relaciones Hídricas de Suelo y Plantas. Una Sintesis Moderna. Edutex, S. A. México D. F. Capítulo 1: El agua y el papel que desempeñan en las plantas, pp.1-50.

LARGUIA, A. 1971. El paraíso gigante, una esencia forestal interesante para la Provincia de Misiones. Revista de la Asociación de Plantadores Forestales de Misiones, N° 6, 4 pp.

MOSCHINI, C. R.; Conti, H. A.; Alonso, M.; Traverso, J. R.; Nakama, V.; Alfieri, A. 2000. Delimitación de áreas de aptitud climática para el cultivo de eucaliptos en la región pampeana. SAGPyA Forestal. 15, pp 2 – 11.

RAGONESE, A. E. y García, A. 1980. Identidad botánica de los paraísos gigantes. Revista IDIA, pp: 110-114.

EFECTO DE LA INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE RALEOS SOBRE LA DIVERSIDAD VEGETAL DEL SOTOBOSQUE EN PLANTACIONES DE *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. EN EL NORTE DE MISIONES.

EFFECT OF THINNINGS INTENSITY AND FREQUENZ ON UNDERSTORY DIVERSITY IN FOREST PLANTATION OF *Araucaria angustifolia* (Bert) O. KTZE. IN NORTH OF MISIONES

Martin Pinazo[1]
Fabio Moscovich [2]
Héctor Keller[3]

1. Investigador, INTA EEA Montecarlo, Misiones. Email:mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar
2. Investigador, INTA EEA Montecarlo, Misiones. Email: fmoscovich@montecarlo.inta.gov.ar
3. Ing. Ftal., Instituto de Botánica del Noreste, Universidad Nac. del NE. Corrientes, Argentina E-mail: hakeller2000@yahoo.com.ar

RESUMEN

En el marco del desarrollo de indicadores de biodiversidad en plantaciones forestales se estudio el efecto de la intensidad y frecuencia de raleos sobre la diversidad vegetal del sotobosque de plantaciones de *Araucaria angustifolia* en comparación a un bosque nativo próximo. Se calcularon abundancias, coberturas de grupos de especies e índices de diversidad y fueron contrastados mediante análisis de varianza. Posteriormente se buscaron relaciones entre parámetros estructurales de las plantaciones, índices de diversidad, abundancia y cobertura de los diferentes grupos; se calcularon índices de similitud y se exploraron las diferencias de abundancia y composición mediante análisis de correspondencia. El bosque nativo resulto más diverso y con mayor cantidad de especies exclusivas. Los parámetros estructurales de la plantación no mostraron correlaciones significantes con los índices de diversidad, aunque la cobertura de helechos presento una alta correlación con esos índices. Las plantaciones mostraron baja similitud con el bosque nativo exhibiendo elevada similitud entre intensidades de raleos similares. El análisis de correspondencia arrojo diferencias relacionadas a las especies exclusivas del bosque nativo y en menor medida diferencias atribuidas a variaciones en los valores de los índices de diversidad. Si bien los resultados no son concluyentes es posible determinar variables a ser tenidas en cuenta en futuros estudios sobre indicadores de biodiversidad en plantaciones forestales

Palabras clave: Indicadores Biodiversidad, Plantaciones, Bosque nativo, *Araucaria angustifolia*, Misiones

SUMMARY

In context of development of biodiversity indicators under forest plantations, the effects of thinning intensity and frequency on understory vegetation diversity in *Araucaria angustifolia* plantations comparatively with a neighbor natural forest was studied. Abundances, species class cover and several common used diversity indexes were calculated and with ANOVA analyzed. Relations between structural parameters of plantation, diversity indexes, abundance and species class cover were explored; similarity indexes were calculated and compositional and abundances differences were analyzed by correspondence analysis.

Natural forest was more diverse and with more exclusives species that forest plantation. Structural stand parameters did not exhibit significant correlation with diversity indexes, although significant correlation between ferns cover and diversity indexes were found. Forest plantation showed low similarity whit natural forest, however thinning treatments were more similar between them. The correspondence analysis (DCA) showed a distribution related to exclusives species and less influenced of diversity differences. Although the present results are not definitive, many variables are identifiable as possible biodiversity indicators. In this sense more efforts on research this aspects are necessary.

Keywords: Biodiversity Indicators, Plantations, Natural forest, *Araucaria angustifolia*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años organizaciones nacionales e internacionales como así también organizaciones no gubernamentales han reconocido la necesidad de monitorear la biodiversidad en diferentes niveles y escalas.

Desde el punto de vista científico, los indicadores pueden ser usados como factores ambientales cuantificables debido principalmente a la imposibilidad de comprender y cuantificar la biodiversidad en su conjunto. Es por ello que se recurre a la búsqueda de indicadores aunque el desarrollo de estos continua siendo una necesidad critica en el área de la ecología forestal (Noss, 1999).

Si bien las plantaciones son sistemas simplificados no por ello son desiertos verdes y resultan, en la mayoría de los casos, mucho mas diversas que los cultivos agrícolas (Hartley, 2002). A pesar de esta simplicidad estructural es posible observar un abundante sotobosque en la mayoría de las plantaciones forestales en la provincia de Misiones. Diversos autores reconocen en el sotobosque uno de los mas importantes elementos de la biodiversidad en las plantaciones forestales y mencionando que frecuentemente es un buen predictor de la diversidad animal (Humprey et al., 1999; Lindenmayer et al., 2004).

A pesar de la tendencia mundial en la determinación de indicadores de biodiversidad no se observa en general suficiente experiencia sobre el tema y sumado al escaso conocimiento sobre el ecosistema de la selva paranaense, se verifica un vacío de información y desarrollo de indicadores de biodiversidad en la región.

El presente trabajo pretende aportar información para la determinación de indicadores de biodiversidad en plantaciones forestales en el marco de las iniciativas internacionales para el manejo sustentable de las plantaciones forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El relevamiento del sotobosque se realizo en una propiedad de APSA ubicada en el departamento de Iguazú, provincia de Misiones. El área de estudio corresponde a un ensayo de intensidad y frecuencia de raleo instalado por INTA que en la actualidad tiene 17 años de edad. Dicho ensayo combina dos intensidades de raleos del 34 % y 66 % del área basal correspondiente al testigo y frecuencias cada 2, 4 y 6 años en parcelas de 1600 m^2 dispuestas en bloques completos al azar con tres repeticiones (Tabla 1). Con el objetivo de comparar los

diferentes tratamientos con una situación de bosque nativo, se realizo el relevamiento del sotobosque en tres localizaciones diferentes de un bosque nativo aledaño a dicho ensayo.

Tabla 1. Combinación de intensidad y oportunidad de raleo del sitio de estudio.

Table 1. Treatments of study area.

	Raleo 33% (T1)	Raleo 66 % (T2)
C/ 2 años (F1)	T1F1	T2F1
C/ 4 años (F2)	T1F2	T2F2
C/ 6 años (F3)	T1F3	T2F3

En cada tratamiento, repetición y en el bosque nativo se relevaron todas las especies presentes en el sotobosque y se estimo visualmente el grado de cobertura de la vegetación, la cual fue divida en tres grandes grupos: helechos, monocotiledóneas, dicotiledóneas y hojarasca en 3 transectas de 10 m^2 (1x10m) (Moscovich et al., 2003b).

Se calcularon diferentes índices de diversidad comúnmente utilizados para la evaluación de comunidades naturales como numero de especies, coeficiente alfa de la serie logarítmica, índice de diversidad de Shannon (H), índice de uniformidad de Shannon (J), índice de Simpson (1/D) e índice de Margalef (Magurran, 1989). En todos los casos los índices fueron calculados en base logarítmica 2.

Aunque los tratamientos de raleo en la plantación de *Araucaria angustifolia* presentaban un diseño en bloques al azar, la inclusión de bosque nativo imposibilito analizar los datos de acuerdo a dicho diseño experimental y por ello los datos fueron analizados mediante análisis de la varianza de una vía y contrastados mediante el test de Tukey (Zar, 1985). En aquellos casos que los datos no presentaran distribución normal fueron sometidos a una transformación logarítmica para su análisis mediante análisis de la varianza (Zar, 1985). Posteriormente se analizaron las relaciones entre los diferentes índices de diversidad, cobertura de los diferentes grupos de especies y especies individuales mediante correlación de Pearson.

Adicionalmente se calculo el índice de similitud de Sorenson modificado por Bray & Curtis (Magurran, 1989). Este índice, derivado del índice de similitud de Sorenson permite le evaluación de la presencia/ ausencia y la abundancia de las especies.

Con el objeto de explorar el origen de las diferencias observadas se realizo el análisis de los datos mediante análisis de correspondencia (DCA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se relevaron 238 especies en total. La plantación presento 113 especies exclusivas o no presentes en el bosque nativo. Sin embargo el análisis de los diferentes tratamientos por separado muestra al bosque nativo con la mayor cantidad de especies exclusivas, 49 en total (Tabla 2). En el caso de los helechos el bosque nativo fue el único sitio que presento especies exclusivas.

Tabla 2. Especies exclusivas de cada tratamiento. (N = Bosque Nativo; T0 = Testigo)
Table 2. Exclusives species by treatments.

Tratamiento	Dicotiledóneas	Helechos	Monocotiledóneas	Total
N	37,0	4,0	8,0	49,0
T0	2,0	0,0	1,0	3,0
T1F1	2,0	0,0	0,0	2,0
T1F2	2,0	0,0	1,0	3,0
T1F3	3,0	0,0	0,0	3,0
T2F1	7,0	0,0	1,0	8,0
T2F2	7,0	0,0	1,0	8,0
T2F3	4,0	0,0	2,0	6,0

Considerando la composición total del sotobosque (Tabla 3), el bosque nativo resulto mas rico en especies que la plantación (ANOVA $p < 0,05$), aunque las diferencias resultaron solo significativas con el testigo ($p < 0,05$). El coeficiente Alpha de la distribución logarítmica también resulto mayor en el bosque nativo, aunque sin embargo las diferencias no fueron significantes. En el caso de índice de Shannon H, Shannon J, Simpson (1/D) y Margalef el tratamiento T1F3 (raleo suave y menos frecuente) reflejo una mayor diversidad de especies, aunque al igual que el coeficiente Alpha las diferencias no fueron significativas.
En el caso de las dicotiledóneas se observa una respuesta similar a la composición total para los diferentes índices aunque en ningún caso las diferencias fueron significantes. Las monocotiledóneas presentaron una mayor riqueza específica en los tratamientos mas fuertes y aunque las diferencias resultaron significativas, no fue posible determinar un patrón claro, aunque la mayor diversidad en los tratamientos mas fuertes indicaría la preferencia de este grupo por los sitios mas iluminados. Los helechos mostraron diferencias significativas para densidad ($p < 0,05$), especies ($p < 0,01$) y coeficiente Alpha ($p < 0,01$) resultando el bosque nativo menos abundante y menos diverso en helechos que la plantación.

Claramente la riqueza de especies resulto el índice mas sensible a las diferencias de los tratamientos coincidiendo con diversos autores que lo mencionan como un parámetro importante a ser tenido en cuenta para determinar indicadores de biodiversidad (Magurran, 1989).

Tabla 3. Valores de los diferentes índices calculados para composición total, monocotiledóneas, dicotiledóneas y helechos. Entre paréntesis el error de la media.

Table 3. Diversity index of total vegetation composition, monocotyledons, dicotledons and ferns, Between brackets standard error of mean.

		Densidad (ind/parcela)	Especies (Nro)	Alpha	Shannon H´	Shannon J´	Simpsons (1/D)	Margalef
Total	**N**	669,00 (± 167.5)	65,33 [a] (± 7.17)	18,29 (± 1.97)	4,31 (± 0.20)	0,72 (± 0.01)	11,04 (± 2.02)	25,56 (± 0.94)
	T0	576,33 (± 91.2)	46,33 [b] (± 1.45)	12,09 (± 0.91)	3,66 (± 0.32)	0,66 (± 0.06)	6,96 (± 3.00)	25,98 (± 0.67)
	T1F1	601,00 (± 71.1)	48,00 [ab] (± 4.73)	12,42 (± 1.67)	3,94 (± 0.42)	0,71 (± 0.06)	10,20 (± 3.85)	25,75 (± 0.46)
	T1F2	413,00 (± 60.4)	42,67 [ab] (± 5.21)	11,99 (± 1.44)	3,96 (± 0.28)	0,73 (± 0.05)	10,20 (± 2.40)	27,42 (± 0.75)
	T1F3	357,33 (± 31.5)	49,00 [ab] (± 0.58)	15,49 (± 0.74)	4,48 (± 0.06)	0,80 (± 0.01)	14,48 (± 1.21)	27,99 (± 0.42)

	T2F1	798,00 (± 128.5)	60,00 ^{ab} (± 1.00)	15,29 (± 0.81)	4,20 (± 0.25)	0,71 (± 0.04)	10,17 (± 2.32)	24,73 (± 0.68)
	T2F2	713,67 (± 155.9)	55,33 ^{ab} (± 6.01)	14,63 (± 2.60)	4,05 (± 0.45)	0,70 (± 0.06)	10,05 (± 3.23)	25,22 (± 0.79)
	T2F3	662,00 (± 100.0)	51,67 ^{ab} (± 4.48)	13,57 (± 2.23)	3,93 (± 0.47)	0,69 (± 0.07)	8,57 (± 2.22)	25,43 (± 0.67)
Dicotiledóneas	**N**	465,67 (± 181,9)	48,67 (± 6.57)	14,51 (± 0.72)	3,93 (± 0.05)	0,71 (± 0.03)	9,24 (± 1.17)	19,94 (± 1.45)
	T0	349,67 (± 107.3)	30,67 (± 2.19)	8,75 (± 1.08)	2,59 (± 0.46)	0,53 (± 0.10)	3,50 (± 1.51)	20,76 (± 1.46)
	T1F1	420,33 (± 73.5)	35,67 (± 4.26)	9,68 (± 1.98)	3,42 (± 0.55)	0,66 (± 0.09)	7,42 (± 3.26)	19,63 (± 0.53)
	T1F2	266,67 (± 59.9)	31,00 (± 4.36)	9,20 (± 1.06)	3,32 (± 0.29)	0,68 (± 0.06)	6,02 (± 1.39)	21,44 (± 1.09)
	T1F3	196,00 (± 13.5)	33,67 (± 1.86)	11,84 (± 1.16)	4,04 (± 0.19)	0,80 (± 0.02)	10,37 (± 1.74)	22,35 (± 0.31)
	T2F1	517,00 (± 104.2)	42,33 (± 0.33)	11,18 (± 0.75)	3,54 (± 0.34)	0,65 (± 0.06)	7,03 (± 1.84)	19,02 (± 0.60)
	T2F2	524,67 (± 146.9)	38,00 (± 4.62)	10,09 (± 2.05)	3,29 (± 0.53)	0,63 (± 0.08)	6,29 (± 2.05)	19,11 (± 0.81)
	T2F3	428,67 (± 133.5)	37,67 (± 2.60)	11,10 (± 2.46)	3,43 (± 0.66)	0,65 (± 0.11)	8,90 (± 5.23)	19,92 (± 1.13)
Monocotiledóneas	**N**	117,67 (± 23.7)	9,00 ^{bc} (± 1,53)	2,39 ^{ab} (± 0,60)	1,92 (± 0,53)	0,60 (± 0,15)	3,25 ^{ab} (± 0,99)	5,73 ^{ab} (± 0,23)
	T0	48,00 (± 18,0)	2,67 ^{a} (± 0,88)	0,62 ^{ab} (± 0,20)	0,67 (± 0,34)	0,39 (± 0,21)	1,45 ^{ab} (± 0,24)	7,43 ^{ab} (± 0,80)
	T1F1	49,67 (± 28,4)	4,00 ^{ab} (± 1,00)	1,16 ^{ab} (± 0,33)	1,14 (± 0,46)	0,56 (± 0,15)	2,21 ^{ab} (± 0,79)	7,96^{b} (± 1,21)
	T1F2	15,67 (± 3,5)	3,33 ^{ab} (± 0,33)	1,34 ^{ab} (± 0,11)	0,88 (± 0,14)	0,52 (± 0,10)	1,58 ^{ab} (± 0,23)	10,16^{b} (± 0,87)
	T1F3	21,00 (± 18,5)	3,33 ^{ab} (± 0,88)	0,44 ^{a} (± 0,44)	0,46 (± 0,46)	0,20 (± 0,20)	0,72 ^{a} (± 0,72)	2,22 ^{a} (± 2,22)
	T2F1	155,33 (± 72,3)	10,00 ^{c} (± 0,58)	2,74 ^{ab} (± 0,39)	2,22 (± 0,36)	0,67 (± 0,11)	3,75 ^{ab} (± 0,95)	5,80 ^{ab} (± 0,67)
	T2F2	66,33 (± 15,4)	8,67^{bc} (± 1,76)	2,90 ^{b} (± 0,97)	2,41 (± 0,34)	0,78 (± 0,03)	4,78^{b} (± 1,21)	6,55 ^{ab} (± 0,33)
	T2F3	123,67 (± 47,4)	5,00 ^{abc} (± 1,53)	1,05 ^{ab} (± 0,30)	1,16 (± 0,55)	0,50 (± 0,14)	2,13 ^{ab} (± 0,85)	6,10 ^{ab} (± 0,82)
Helechos	**N**	85,00 ^{a} (± 12,5)	7,33 ^{a} (± 0,33)	1,95 ^{a} (± 0,13)	1,78 (± 0,29)	0,62 (± 0,10)	2,71 (± 0,64)	3,62 (± 0,13)
	T0	178,67 ^{b} (± 19,2)	13,00 ^{c} (± 1)	3,23 ^{b} (± 0,22)	2,91 (± 0,12)	0,79 (± 0,01)	6,00 (± 0,46)	3,08 (± 0,07)
	T1F1	130,67 ^{ab} (± 8,5)	8,00 ^{a} (± 0)	1,89 ^{a} (± 0,04)	1,92 (± 0,21)	0,64 (± 0,07)	3,14 (± 0,54)	3,28 (± 0,05)
	T1F2	130,67 ^{ab} (± 6,6)	8,33 ^{a} (± 0,88)	1,99 ^{a} (± 0,25)	2,24 (± 0,24)	0,73 (± 0,05)	4,05 (± 0,71)	3,27 (± 0,03)
	T1F3	140,00 ^{ab} (± 3,5)	11,67 ^{bc} (± 0,88)	3,04 ^{b} (± 0,29)	2,54 (± 0,06)	0,72 (± 0,03)	4,38 (± 0,27)	3,23 (± 0,02)
	T2F1	125,33 ^{ab} (± 34,2)	7,33 ^{a} (± 0,67)	1,74 ^{a} (± 0,07)	2,16 (± 0,23)	0,75 (± 0,05)	3,76 (± 0,62)	3,39 (± 0,23)
	T2F2	122,67 ^{ab} (± 6,4)	8,67 ^{ab} (± 0,33)	2,14 ^{a} (± 0,14)	2,21 (± 0,20)	0,71 (± 0,06)	3,82 (± 0,76)	3,32 (± 0,04)
	T2F3	109,67 ^{ab} (± 14,8)	9,00 ^{ab} (± 0,58)	2,34 ^{ab} (± 0,17)	2,21 (± 0,35)	0,69 (± 0,09)	3,84 (± 0,80)	3,41 (± 0,10)

* Letras diferentes indican grupos diferentes ($p < 0,05$)

* Different means with different letters are significantly different at $P< 0,05$

El análisis de la cobertura de las diferentes clases en los distintos tratamientos arrojo diferencias significativas en el caso de helechos (F: 8,84; p < 0,01) y hojarasca (F: 3,71; p < 0,05) mostrando un aumento significativo de helechos en el testigo y una clara tendencia de aumento de la cobertura en los tratamientos con intervenciones menos intensas (Tabla 4). Por su parte la cobertura de hojarasca presento una tendencia inversa a la cobertura de helechos resultando una mayor cobertura en el bosque nativo.

Tabla 4. Cobertura promedio (%) de las diferentes clases de vegetación y hojarasca en los distintos tratamientos.

Table 4. Mean cover (%) of vegetation classes and litter between treatments and natural forest.

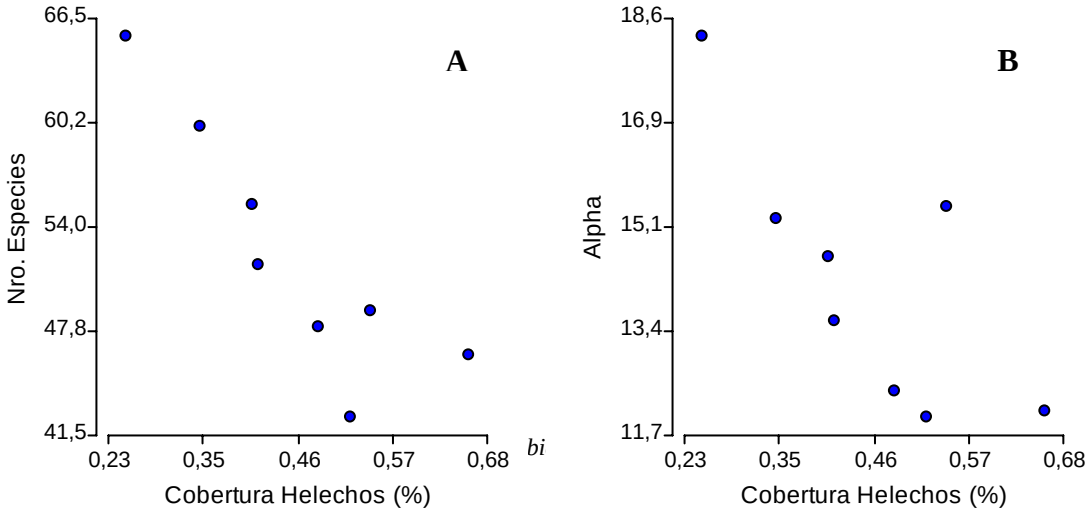
Tratamiento	Dicotiledóneas	Helechos	Monocotiledóneas	Hojarasca
N	25,4	25,5 [a]	14,1	40,0 [b]
T0	18,5	66,3 [c]	18,6	20,1 [ab]
T1F1	26,5	48,3 [bc]	10,3	18,9 [ab]
T1F2	20,2	52,2 [bc]	6,8	25,9 [ab]
T1F3	15,4	54,6 [bc]	7,3	26,8 [ab]
T2F1	30,3	34,3 [ab]	24,5	16,7 [a]
T2F2	35,4	40,4 [ab]	13,0	20,5 [a]
T2F3	29,7	41,2 [ab]	17,9	20,7 [a]

* Letras diferentes indican grupos diferentes (p < 0,05)
* Different means with different letters are significantly different at P< 0,05

El análisis de correlación de Pearson entre los valores de cobertura de helechos y los diferentes índices de diversidad resulto significativo en el caso de las relaciones helechos-riqueza de especies totales (r: -0.88; p < 0,01) y helechos-Coeficiente Alpha de la composición total (r: -0,76; p < 0,05) siendo en ambos casos relaciones inversas. En el Grafico 1 es posible observar la relación negativa entre la cobertura de helechos, la riqueza específica y el coeficiente Alpha.

Grafico 1. Número de especies (A) y valores del coeficiente Alpha de la serie logarítmica (B) en función a la cobertura de helechos (%).

Figure 1. Amount of species (A) and logarithmic series coefficient Alpha (B) by ferns cover (%).



Por su parte el índice de Bray & Curtis mostró mayores similitudes entre las situaciones de plantación y dentro de estas entre tratamientos de una misma intensidad de raleo al considerar la composición total de los tratamientos (Tabla 5). Si bien el testigo arrojo el mayor valor de similitud con el bosque nativo (IS_c: 0,2334), dicha similitud puede considerarse como baja. Analizando la similitud de las diferentes clases de vegetación comparadas únicamente con el bosque nativo, es posible observar que los índices de similitud resultaron bajos excepto el valor correspondiente a helechos en el testigo (IS_c: 0,526) (Tabla 6). Posiblemente, el reemplazo de especies típicas de disturbios antropicos y de situaciones de sombra, sumadas a las especies exclusivas del bosque nativo y que no regeneran bajo las situaciones de plantación o que se encuentren pobremente representadas generen estas bajas similitudes.

Tabla 5. Índice de similitud cuantitativo de Sorenson modificado por Bray & Curtis, entre los diferentes tratamientos.

Table 5. Sorenson's quantitative similarity index, modified by Bray & Curtis, between treatments.

	T0	T1F1	T1F2	T1F3	T2F1	T2F2	T2F3
N	0,2334	0,19475	0,21565	0,19942	0,12497	0,17599	0,15778
T0	1	0,54247	0,48383	0,40700	0,48266	0,57674	0,51521
T1F1	0	1	0,63511	0,49461	0,58327	0,64199	0,69306
T1F2	0	0	1	0,61186	0,49381	0,55030	0,57488
T1F3	0	0	0	1	0,34795	0,37224	0,40353
T2F1	0	0	0	0	1	0,62359	0,60685
T2F2	0	0	0	0	0	1	0,66392
T2F3	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 6. Índice de similitud cuantitativo de Sorenson, modificado por Bray & Curtis entre los diferentes tratamientos de raleo y bosque nativo para los grupos de vegetación.

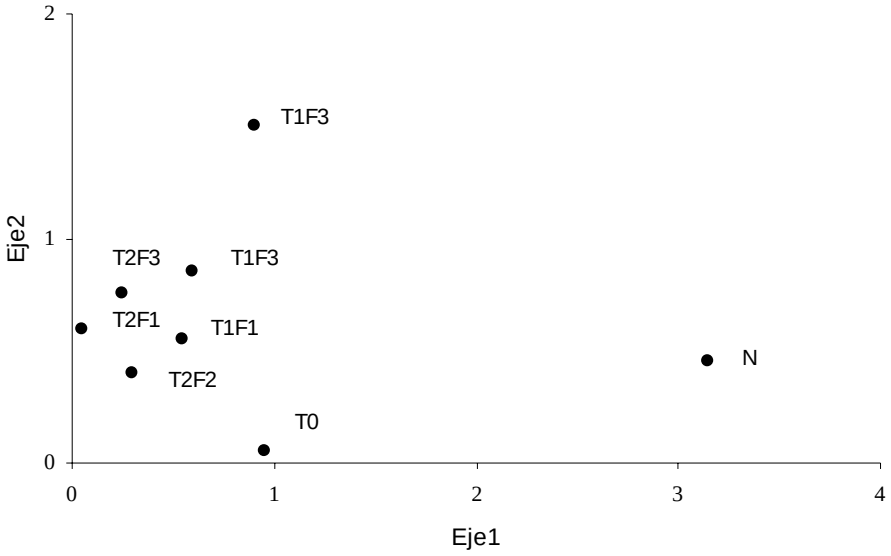
Table 6. Sorenson ´s quantitative similarity index, modified by Bray & Curtis between treatments and native forest for vegetation classes.

	T0	T1F1	T1F2	T1F3	T2F1	T2F2	T2F3
Monocotiledóneas	0	0	0,015	0,024	0,005	0,062	0,006
Dicotiledóneas	0,176	0,241	0,270	0,237	0,159	0,205	0,200
Helechos	0,526	0,127	0,155	0,199	0,120	0,138	0,154

El análisis de los datos de abundancia de las especies mediante análisis de correspondencia (DCA) separo claramente los tratamientos en la plantación forestal de la situación de bosque nativo en el eje 1 (Grafico 2). Este eje presento un valor (Eigenvalue) de 0,64 y estaría asociado a las diferencias en la composición evidenciada en los índices de similitud antes analizados, mientras que el eje 2 (Eigenvalue: 0,12) estaría asociado a los valores calculados para el índice de homogeneidad de Shannon (J) cuyas diferencias no resultaron significativas.

Grafico 2. Distribución de los tratamientos y bosque nativo en los ejes 1 y 2 del análisis de correspondencia (DCA).

Figure 2. Distribution of the treatments and natural forest in the two first axes of Detrended correspondence analysis (DCA).



CONCLUSIONES

Si bien los resultados aquí presentados no pretenden ser concluyentes, es factible vislumbrar cuestiones relacionadas al efecto de las plantaciones sobre la biodiversidad vegetal del sotobosque y la posibilidad de definir algunas variables a tener en cuenta para el desarrollo de indicadores de biodiversidad en plantaciones forestales.

El bosque nativo resulto más diverso, en general, que las plantaciones estudiadas; lo que coincide con lo determinado por Moscovich et al. (2002 y 2003b), aunque solo la riqueza de especies fue mas sensible a las diferencias entre los tratamientos permitiendo inferir su posible uso como índice de diversidad en plantaciones forestales. Sin embargo, su utilización podría ocasionar una mala interpretación acerca de la funcionalidad de las especies y en cierta medida también sobre la composición al no considerar aspectos contemplados en otros índices de diversidad (Duelli, 2003)

Adicionalmente la estrecha correlación mostrada por la cobertura de helechos permite asumir que podría considerarse, este elemento, como un indicador de biodiversidad en plantaciones forestales, siendo dicha correlación como requisito para lograr una alta aceptación y confiabilidad en un indicador (Duelli, 2003). Sin embargo es deseable contar con un mayor número de indicadores que representen las variaciones de los ecosistemas y evitar la sobre simplificación de los sistemas naturales (Dale et al, 2001).

La falta de valores de similitud altos, entre las plantaciones y el bosque nativo, permite suponer que si bien las diferencias podrían deberse a la presencia de especies exclusivas en las plantaciones y bosque nativo, es posible que también que sean generados por los cambios en abundancia de las algunas especies. En este sentido es importante evaluar quee cambios

ocurren en las funciones del ecosistema como consecuencia de las alteraciones de composición y estructura vegetal generadas por las plantaciones forestales. Sin embargo deben considerarse las plantaciones en un mosaico de situaciones de bosque nativo en diferentes estados de conservación y tamaño y plantaciones de diferentes especies que generan un ambiente complejo y diverso que puede conservar gran parte de la diversidad natural del sistema (Hartley, 2002).

La búsqueda de indicadores debe continuar y abarcar la mayor cantidad de situaciones posibles para de esta manera poder obtener una cantidad suficiente de parámetros confiables para poder evaluar y monitorear el efecto de las plantaciones forestales sobre la biodiversidad en diferentes escalas espaciales y temporales.

BIBLIOGRAFIA

DALE, V.H., Beyeler, S.C. 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. Ecological Indicators 1: 3-10.

DUELLI, P., Obrist, M.K. 2003. Biodiversity indicators : the choice of values and measures. Agriculture, Ecosystems and Environment 98: 87-98.

HARTLEY, M.J. 2002. Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. Forest Ecology and Management 155: 81-95.

LINDENMAYER, D.B., Hobbs, R.J. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forest – a review. Biological Conservation 119: 151-168.

MAGURRAN, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedrá. Barcelona. 200 pp.

MOSCOVICH, F.A., Martiarena, R., Keller, H., Fernández R., Borhen A.; Aguilar, M.I. 2002. Indicadores de Sustentabilidad: Componente Vegetal. Eldorado: 9º Jornadas Técnicas Forestales, 1 CD.

MOSCOVICH, F.; Keller, H.; Martiarena, R.; Fernández, R.; Borhen, A. Indicadores de Impacto Ambiental en Plantaciones Forestales – Componente Vegetal (2). 2003a. Eldorado (Misiones): 10º Jornadas Técnicas forestales y Ambientales, 1 CD.

MOSCOVICH, F.A., Keller, H., Martiarena, R., Fernández R., Borhen A. 2003b. Determinación del tamaño óptimo de parcela para estudios de composición florística de selva y forestaciones de coníferas de la provincia de Misiones, Argentina. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones.

NOSS, R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. Forest Ecology and Management 115: 135-146.

ZAR, H.J. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall. New Jersey. 663 pp.

CRECIMIENTO DE ESPECIES ARBOREAS DE UN BOSQUE APROVECHADO SELECTIVAMENTE, EN LA RESERVA DE USO MULTIPLE GUARANI, MISIONES.

TREE GROWTH AFTER SELECTIVE FOREST HARVESTING, IN THE GUARANI RESERVE, MISIONES.

Liliana Rivero [(1)]
Nardia Bulfe [(1)]
Pascual Nuñez [(1)]
Patricio Mac Donagh [(2)]
Takeshi Toma [(3)]

(1) Ing. Ftal. Becario de Iniciación. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Email: lilianar@facfor.unam.edu.ar
(2) Ing. Ftal (MSc) Docente Investigador. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Email: mdonagh@facfor.unam.edu.ar
(3) Center for Internacional Forestry Research (CIFOR)

SUMMARY

The objective of this study was to analyze the diameter growth of tree species of a forest, after four years of harvested with two treatments: conventional (CC) and reduced Impact Logging (RIL). All trees with a bigger dbh at 10cm, in a total of 18 plots of 1 ha each one were measured systematically during three years. It was considered the annual periodic increment of all the individuals in the period 1998-2002. For the analysis it were considered two periods of 2 year each one. With these data it were carried out variance analysis among treatments and tests paired among periods in oneself treatment. When considering the individuals of all the species it was obtained that CC had a diameter increment average superior in the two considered periods, being in the second significantly superior period to RIL and CP. As for the commercial species, CC also had a bigger diametric increment in both periods, being significantly bigger in the immediate period to the harvest. When discriminating against, diametric classes and per periods, the diametric growth of all the individuals, two situations were observed: a bigger growth diamétrico average in the second period in all the classes for CP and a bigger diameter growth average for diameter class in the period 2000-2002 in the classes of smaller size, until the 40 dap cm in CC and until the 70 cm in RIL. In CC was found a positive correlation among the diameter growth of the period 1998 to 2000 and the size of the individuals ($r2 = 0,77$, $p < 0,05$). In RIL and CP this relationship was not significant. Four years after the harvesting, the diameter growths of the commercial species in the treatment RIL is similar to the control plots.

Key words: logging, native forest, diameter increment

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el crecimiento diamétrico de especies arbóreas de un bosque, a tres años de aprovechado con dos sistemas de extracción: convencional (CC) y de impacto reducido (CIR) y en parcelas control (CP). Se midieron sistemáticamente durante tres años, todos los árboles con un dap mayor a 10cm, en un total de 18 parcelas de 1 ha cada una. Se consideró el incremento periódico anual de todos los individuos que se encontraban en el período 1998-2002. Para el análisis se consideraron dos

períodos de 2 años cada uno. Con estos datos se realizaron análisis de varianza entre tratamientos y pruebas pareadas entre períodos en un mismo tratamiento. Al considerar los individuos de todas las especies se obtuvo que CC tuvo un incremento diamétrico promedio superior en los dos períodos considerados, siendo en el segundo período significativamente superior a CIR y CP. En cuanto a las especies comerciales, CC tuvo también un mayor incremento diamétrico en ambos períodos, siendo significativamente mayor en el período inmediato al aprovechamiento. Al discriminar, por clases diamétricas y por períodos, el crecimiento diamétrico de todos los individuos, se observaron dos situaciones: un mayor crecimiento diamétrico promedio en el segundo período en todas las clases para CP y un mayor crecimiento diamétrico promedio por clase diamétrica en el periodo 2000-2002 en las clases de menor tamaño, hasta los 40 cm de dap en CC y hasta los 70 cm en CIR. En CC se halló una correlación positiva entre el crecimiento diamétrico del periodo 1998 a 2000 y el tamaño del individuos (r^2= 0,77, p< 0,05). En CIR y CP esta relación no resultó significativa. Cuatro años después de la cosecha, los crecimientos diamétricos de las especies comerciales en el tratamiento RIL son semejantes a las parcelas control.

Palabras Clave: sistemas de cosecha, bosque nativo, crecimiento diamétrico

INTRODUCCIÓN

Aunque el aprovechamiento maderero de los bosques nativos en Misiones, Argentina es una actividad que se practica desde principios del siglo pasado, son escasos los antecedentes locales que hayan seguido la evolución natural de un bosque aprovechado por más de dos años, debido principalmente a los costos que esto implica (Gauto 1997, Mac Donagh et al. 2003). Las técnicas comúnmente empleadas en la zona se basan en la extracción selectiva de especies de interés comercial, sin previa planificación de las operaciones ni cuidado en disminuir el daño a la masa remanente. Como consecuencia de la aplicación de este sistema, Gauto (1997) halló en un bosque subtropical de Misiones, una alta mortalidad de individuos de pequeño diámetro debido a los daños del aprovechamiento. También Mac Donagh et al. (2003) hallaron en un aprovechamiento convencional una relación entre la intensidad de cosecha y el nivel de daños a la masa remanente, relación que no se mantuvo en una cosecha planificada.

Estudios como éstos y a largo plazo en donde se incluya el análisis del crecimiento de la masa boscosa son fundamentales para la planificación de la producción, si se desea respetar el principio de producción sostenida.

Algunos estudios realizados en varias zonas tropicales del mundo muestran que el aprovechamiento puede ser utilizado como una herramienta silvicultural, ya que se hallaron beneficios en cuanto al estímulo del crecimiento de los individuos remanentes. Este efecto se observó en el corto plazo principalmente en especies económicamente interesantes, al aplicar técnicas planificadas (Pélissier et al. 1998, Silva et al. 1995, Graaf et al. 1999, Sist y Nguyen-Thé 2002). Este efecto positivo en el crecimiento diamétrico podría estar correlacionado con el tamaño inicial del árbol (Pélissier et al. 1998, Silva et al. 1995) o con variables como iluminación de la copa y densidad de lianas (Vidal et al. 2002).

En varias zonas tropicales del mundo se han hecho esfuerzos en encontrar un sistema que asegure la sustentabilidad del sistema y se promovió para ello la implementación de técnicas de impacto reducido (CIR). Estas técnicas han sido recientemente implementadas y probadas en algunas zonas de Asia (Pinard & Putz 1996, Pélissier et al. 1998, Sist et al. 2002) y América (Vidal et al. 2002); llegando en algunos estudios a reducir el nivel de daños

entre un 30 y 50 % con respecto a un aprovechamiento convencional (Pinard y Putz 1996, Sist et al. 2002).

El objetivo de este estudio fue analizar el crecimiento diamétrico de especies arbóreas de un bosque, a tres años de aprovechado con dos sistemas de extracción: convencional y de impacto reducido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue instalado en un bosque no intervenido en la reserva de Uso Múltiple Guaraní, propiedad de la Universidad Nacional de Misiones ubicado dentro de la reserva de biósfera "Yaboti", en la provincia de Misiones, Argentina (25° 54´ S y 54° 15´ O).

El área de estudio está cubierta de selva subtropical semidecidua, conformada por diferentes estratos.

La experiencia consistió en la instalación, en 1998, de 18 parcelas de 100 x 100 m, en un área total de 1800 x 800 metros. Dentro de cada parcela fueron identificados y medidos todos los árboles > 10 cm de diámetro a la altura del pecho, (dap 1,30m del suelo). Los diámetros fueron medidos con cinta diamétrica. En Julio de 1999, 14 parcelas fueron aprovechadas selectivamente de acuerdo a dos sistemas de aprovechamiento: Cosecha Comercial (CC) y Cosecha de Impacto Reducido (CIR), descriptas por Mac Donagh et al (2001). Cuatro parcelas, en donde no se aplicó ningún tratamiento, se utilizaron como testigos.

Las 18 parcelas se volvieron a medir sistemáticamente cada año, en el mes de julio hasta el 2002. Luego de instaladas las parcelas, un tornado las afectó desigualmente, adicionando un factor de disturbio al análisis. Las unidades muestrales más afectadas correspondían al tratamiento CIR y fueron retiradas del análisis, quedando el diseño de la siguiente manera: 6 parcelas con tratamiento convencional, 5 parcelas con tratamiento de Impacto Reducido y 4 parcelas control.

El análisis del crecimiento diamétrico de árboles individuales se realizó considerando el incremento periódico anual de todos los individuos que se encontraban al inicio y al final del período considerado. Estos períodos fueron considerados de 2 años cada uno: 1998 a 2000 y 2000 a 2002. Con estos datos se realizaron análisis de varianza entre tratamientos para identificar diferencias en un mismo período y pruebas pareadas entre períodos en un mismo tratamiento para estudiar la evolución en el tiempo (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al considerar los individuos de todas las especies se obtuvo que CC tuvo un incremento diamétrico promedio superior en los dos períodos considerados, siendo en el segundo período significativamente superior a CIR y CP (tabla 1). Estos mayores valores podrían deberse probablemente a una mayor apertura del dosel que favoreció el crecimiento de los individuos remanentes, principalmente de las clases de mayor tamaño

Tabla 1: Promedio y desvío estándar de los incrementos diamétricos de todas las especies (cm/año) considerando dos períodos: 1998 a 2000 y de 2000 a 2002.

Table 1: Mean (SD) of diameter increment of all species in 1998-2000 and 2000-2002 period (cm/year)

	Periodo 1998-2000	Periodo 2000-2002	
	Media ± DS	Media ± DS	N
Convencional	0,40 ± 0,42 a	0,45 ± 0,42 a	963
Control	0,36 ± 0,36 a	0,41 ± 0,37 ab	730
Impacto reducido	0,36 ± 0,36 a	0,40 ± 0,36 b	963

Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos en el mismo período.

Con respecto a la variación del incremento de un periodo al otro dentro del mismo tratamiento, en los tres casos en el segundo período el crecimiento diamétrico fue superior. De la comparación por pares realizada para cada tratamiento se obtuvo que los tres tratamientos tuvieron diferencias significativas (Wilcoxon $p < 0,05$)

En cuanto a las especies comerciales, CC tuvo también un mayor incremento diamétrico en ambos períodos, siendo significativamente mayor en el período inmediato al aprovechamiento (tabla 2).

Con respecto a la variación del incremento de un periodo al otro dentro del mismo tratamiento, en los tratamientos CIR y CP, en el segundo período se obtuvo un crecimiento diamétrico significativamente superior (Wilcoxon $p< 0,05$), mientras que en CC tales diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En el aprovechamiento planificado se evitó dañar árboles de especies comerciales de futura cosecha, mientras que en el tratamiento convencional se dañaron más individuos de este grupo, con esto se podría explicar que en CC no exista diferencia en crecimiento de las especies comerciales en los dos períodos analizados (Mac Donagh et al. 2003).

Tabla 2: Promedio y desvío estándar de los incrementos diamétricos de las especies comerciales (cm/año) considerando dos períodos: 1998 a 2000 y de 2000 a 2002.

Table 2: Mean (SD) of diameter increment of commercial species in 1998-2000 and 2000-2002 period (cm/year)

	Periodo 1998-2000	Periodo 2000-2002	
	Media ± DS	Media ± DS	N
Convencional	0,48 ± 0,46 a	0,50 ± 0,46 a	513
Impacto reducido	0,41 ± 0,37 b	0,46 ± 0,42 a	459
Control	0,39 ± 0,39 b	0,47 ± 0,40 a	484

Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos en el mismo período.

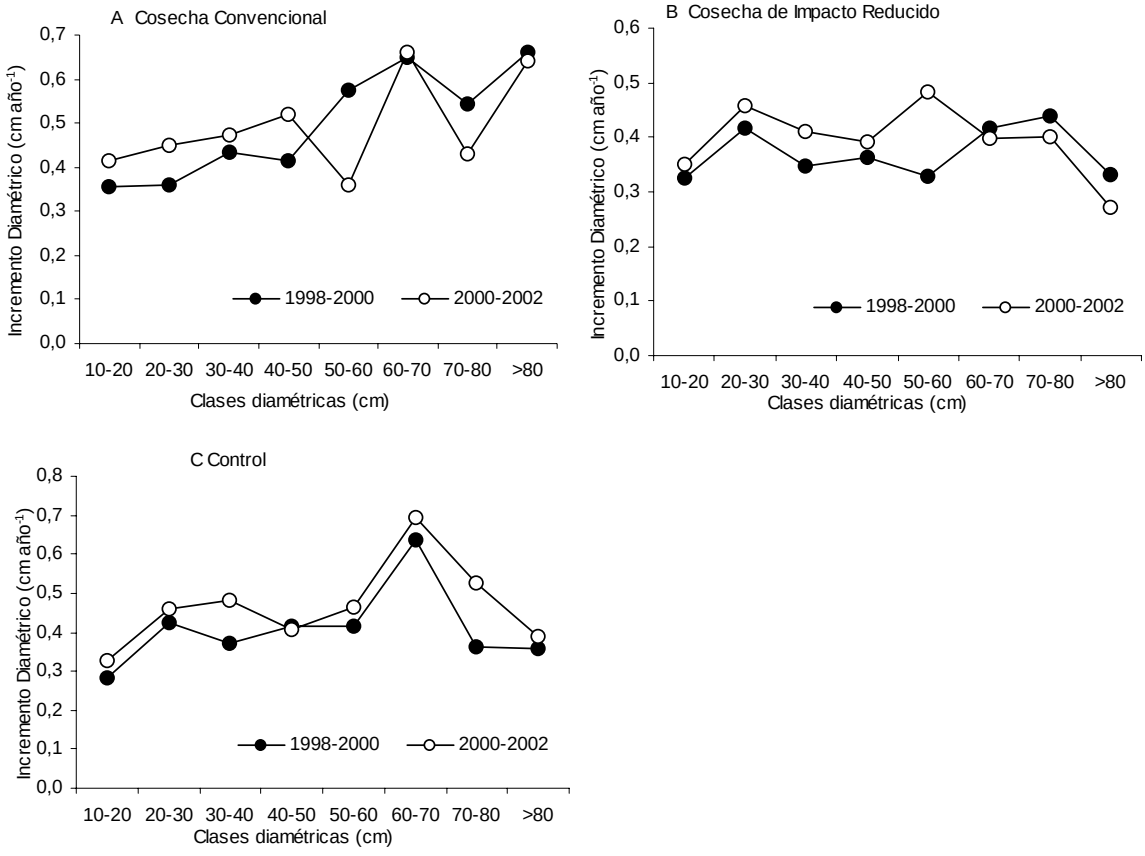
Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sist y Nguyen-Thé (2002) en un aprovechamiento selectivo de varias intensidades en East Kalimantan. Por el contrario, Vidal et al. (2002) en el amazonas brasileño, hallaron mayores incrementos en las zonas

aprovechadas con una planificación previa. Las diferencias podrían deberse a la intensidad de daños ocasionados a la masa remanente, ya que hallaron diferencias significativas en el crecimiento de individuos dañados y sanos, contrariamente a lo encontrado en este ensayo por Mac Donagh et al. (2003). Por su parte Silva et al. (1995) en Tapajós, Brasil, Graaf et al. (1999) en Surinam, observaron una disminución del incremento diamétrico luego de la aplicación de tratamientos silviculturales.

Considerando el crecimiento diamétrico de todos los individuos, discriminados por clases diamétricas y por períodos se aprecian dos situaciones: un mayor crecimiento diamétrico promedio en el segundo período en todas las clases para CP (Gráfico 1 C) y un mayor crecimiento diamétrico promedio por clase diamétrica en el periodo 2000-2002 en las clases de menor tamaño, hasta los 40 cm de dap en CC (Gráfico 1 A) y hasta los 70 cm en CIR (Gráfico 1 B). En CC se halló una correlación positiva entre el crecimiento diamétrico del periodo 1998 a 2000 y el tamaño del individuos (r^2= 0,77, p< 0,05). En CIR y CP esta relación no resultó significativa (gráficos 1 B y 1 C)

Gráfico 1: Incremento promedio del diámetro (cm año^{-1}) en cada clase diamétrica para los dos períodos considerados: 1998 a 2000 y de 2000 a 2002. A: Cosecha Convencional, B: Cosecha de Impacto Reducido, C: Parcelas Control.

Graph 1: Mean diameter increment (cm año^{-1}) in diameter class for 1998-2000 and 2000-2002. A: Convencional Harvest, B: Reduced Impact Logging, C: Control Plots.



CONCLUSIONES

Cuatro años después de la cosecha los crecimientos diamétricos de las especies comerciales en el tratamiento RIL son semejantes a las parcelas control.

El aprovechamiento planificado permite una mejor y más rápida recuperación del bosque ya que los parámetros analizados mostraron que el bosque presenta características similares a las de la situación inicial del estudio.

El aprovechamiento actuó como un tratamiento silvicultural al estimular el crecimiento diamétrico de especies comerciales no sólo de diámetros pequeños sino que hasta inclusive de tamaños considerados dentro de los de futura cosecha.

BIBLIOGRAFIA

Gauto, O. A. 1997. Analise da dinámica e Impactos da Explotacao sobre o estoque remanescente (por especies y grupos de especies similares) de uma floresta estacional semdecidual en Misiones, Argentina. Universidad Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil. Tesis de Maestria. pp

Graaf, N.R., Poels RLH. Van Rompaey RSAR. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. Forest Ecology and Management 124. pp 123-135.

Mac Donagh, P., Garibaldi, J., Rivero, L., Snook, L., Toma, T. 2003. A Comparison between Conventional and Reduced Impact Timber Harvesting on damage, mortality and recruitment of a neotropical forest. Enviado para publicación

Mac Donagh, P., Gauto, O., López Cristóbal, L., Vera, N., Figueredo, S., Fernánadez, R., Garibaldi, J., Alvez, M., Keller, H., Marek, M., Cavallin, J., Kobayashi, S. 2001. Evaluation of forest harvesting impacts on forest ecosystems. In Kobayashi S, Turnbull JW., Toma T., Mori T., Majid NMNA (Eds) Rehabilitation of degrades tropical forest ecosystems. Workshop proceedings, 2-4 november 1999, Bogor, Indonesia. pp. 96-79

Pélissier, R., Pascal, J.P., Houllier F., Laborde, H. 1998. Impact of selective logging on the dynamics of a low elevation dense moist evergreen forest in the Western Ghats (South India). Forest Ecology and Management 105. pp 107-119

Silva, J.N.M., Carvalho, J.O.P., Lopes, J. do C.A., de Almeida Bf., Costa DHM, de Oliveira LC., Vanclay JK., Skovsgaard JP. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. Forest Ecology and Management 71. pp 267-274

Sist, P., Nguyen-Thé, N. 2002. Logging damage and the subsequent dynamics of a dipterocarp forest in East Kalimantan (1990-1996). Forest Ecology and Management 165. pp 85-103.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1980. principles and procedures of statistics. A biometrical approach. Second edition. McGraw Hill Book Company. Pp 632

Vidal, E., Viana, V.M., Ferreira Batista, J.L. 2002. Regrowth of a tropical rain forest in Eastern Amazonia three years after planned and unplanned logging. Scientia Forestalis 61. pp 133-143.

PROGRAMA DE EXTENSIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (PEyTT) PROYECTO FORESTAL DE DESARROLLO

Héctor Pereyra[1] Antonio Tanzariello[4]
Guillermo Ramisch[3] Juan Da Silva[3] María Carvallo[2]
Horacio Babi[3]
Jorge Verón[3]
Beatriz Reitano[3]
Roque Toloza[2]

[1] Responsable Técnico PE y TT - Misiones - Coordinador de A. D. Rural INTA Montecarlo. Avenida 9 de julio Nº 2667. P. Rico Misiones email: hlpereyra@prico.com.ar
[2] Técnicos Contratados Proyecto Forestal Desarrollo - PE yTT Misiones. Entre los años 1997 -2003
[3] Técnicos Contratados Proyecto Forestal Desarrollo - PE yTT Misiones. Entre los años 1997-2004
[4] Coordinador de A. D. Rural INTA Cerro Azul. Sarmiento 1070. Oberá Misiones email: intaobera@arnet.com.ar

SUMARY:

The Develoment Forestry Project (PFD) from the National Agricultural Department (SAGPyA) started in 1996 with a World Bank budget. One branch of the Project is related to support a small farmers and the Environmental Conservation (CAPPCA) with the main objective to protect the native forestry. Inside this branch is the Extention and Technology Transfer Program (PEyTT).

The main objective of this program is the promotion of the sustentable practices for the agricultural production, which include the tree as the main component, mainly in agroforestry systems in soil degraded areas. In Argentina, there are 5 mayor areas, Misiones is one of them. A total of 16 counties in the Central Hills of the Province are included in the Project. These areas were selected based in the growers low income, natural resources used in a not sustentable way, closely located to protected areas, and some Institution for support of the work and in extention program ejecution; thus the INTA was selected for the Misiones state.

So, the strategy aplayed with the small growers was the elaboration of Conservation and Production Projects (PPCyP) based in the agroforestry and cattlery forestry systems (SAF). Around of 70 growers group, which include 885 rural families, from that 746 families have recived agricultural supplies. The more commun systems is the setting of several forestry species with annual crops or pasture for cattlery production. These models with the respective ajustment according on the situation could be used by any grower in the Province rural area.

Key words: Extention Service. Agroforestry. Small farmers.

RESUMEN:

El Proyecto Forestal de Desarrollo (PFD) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentos (SAGPyA) inició sus actividades en 1996 con financiamiento parcial del Banco Mundial. En el Componente de Apoyo a Pequeños Productores para la Conservación Ambiental (CAPPCA) del Proyecto de la SAGPyA, los objetivos incluyen la protección del bosque nativo. Dentro de este componente, el subcomponente es el Programa de Extensión y Transferencia de Tecnología (PEyTT).

Estos programas tienen como objetivo general promover prácticas productivas sustentables, con inclusión de un componente arbóreo, principalmente en sistemas agroforestales, en áreas degradadas. Se desarrolla en cinco áreas pilotos en Argentina, en la provincia de Misiones el área de implementación es la Sierra Central de Misiones y abarca 16 municipios.

Estas áreas fueron elegidas teniendo en cuenta un grupo de criterios, situación de pobreza rural, utilización no sustentable de los recursos naturales, cercanías a áreas protegidas y la existencia de alguna entidad con experiencia de trabajo con pequeños productores en la zona.

Los criterios de selección de las entidades ejecutoras, que llevan a cabo cada programa con apoyo del Proyecto, incluyen experiencias en extensión, antecedentes en extensión dirigida a sistemas agroforestales, antecedentes en proyectos con enfoques ambientalistas, y la capacidad profesional, logística y administrativa de la entidad. El INTA fue seleccionado para la provincia de Misiones.

La estrategia de desarrollo agroforestal consiste en la difusión entre los pequeños productores, de sistemas agroforestales y forestoganaderos (SAF) por medio de elaboración de Proyectos Prediales de de Conservación y Producción (PPCyP). Se destaca el trabajo en grupo apoyado en visitas individuales, se logró conformar alrededor de 70 grupos de productores en las distintas áreas de localización, alcanzando a 885 familias, de las cuales 746 recibieron insumos (cuadro Nº 7). Los sistemas más difundidos están compuestos por especies forestales con pasturas y cultivos anuales.

Lo más importante, es haber difundido entre los pequeños productores un modelo productivo que ajustado según zonas, puede ser extrapolado a otros productores de la provincia.

Palabras claves: Extensión, Sistemas Agroforestales, Pequeños Productores.

INTODUCCIÓN:

La provincia de Misiones presenta características que la diferencian de las demás provincias del país. La estructura agraria provincial se caracteriza por un elevado número de explotaciones con una superficie menor de 50 ha. El 80,8% equivalente a 22.203 unidades, dentro de este subtotal, el 53,9 % tiene entre 10 y 25 ha. y el 26,8% hasta 50 ha de superficie (CNA 1988).

Otra característica dominante del sector agropecuario provincial es el alto grado de diversificación productiva, ya que más del 65 % de las explotaciones tienen entre tres y cuatro rubros de producción. La agricultura y la silvicultura son actividades relevantes en la economía provincial, alcanzando en conjunto valores cercanos al 30 % del producto bruto. En materia forestal, la provincia participa con el 63 % de la superficie cultivada de coníferas existentes en el país, poseyendo además, poco más de 1.000.000 de ha de bosque nativo, en su mayoría semiexplotado. Fuente: Plan de Tecnología Agropecuaria Regional Misiones 1990-1995.

Esta actividad asume también, gran importancia económica local por el rol de la industria transformadora de la materia prima localizada en la provincia.

El clima es subtropical con presencia de heladas y un régimen pluviométrico isohídrico, este último en conjunción con su relieve generan un elevado riesgo de erosión hídrica. La fertilidad de los suelos es relativamente baja y con tendencia a ser menor con la disminución de la materia orgánica, dada la alta pluviosidad, el tipo de relieve y el uso del suelo que resulta de la actual estructura agraria.

Los pequeños productores se asientan en su mayor parte sobre suelos irregulares en cuanto a su profundidad, con gran vocación para especies forestales y ganadería en sistemas agroforestales y que condicionan su potencial de producción a las especies anuales. La precariedad en la tenencia de la tierra, en algunas zonas limita la implementación de sistemas basados en cultivos perennes y actividades que requieren inversiones a largo plazo.

Es característico un sistema de producción con mano de obra intensiva, sustentado en la fuerza del trabajo de la familia. El aporte de capital es reducido, con una gran difusión de la tracción a sangre (sobre todo bueyes), esto hace que en este tipo de explotaciones no se cultiven mas de 3 a 5 ha.

Lo expuesto, hace que la estructura productiva y el ingreso medio anual estimado de una explotación modal del área de Bernardo de Irigoyen y San Antonio, sea la siguiente:

Cuadro Nº 2: Superficie e Ingresos por Rubro Productivo:

CULTIVOS	SUPERFICIE MEDIA (ha)	INGRESOS ($)
Tabaco	**1**	**1055**
Maíz	**3**	**320**
Poroto	**1**	**280**
Otros anuales (arroz, mandioca)	**0,6**	**120**
Producción pecuaria	**2**	**280**
Ingreso extra predial		**480**
Autoconsumo		**2304**
TOTAL	**7,6**	**4839**

Fuente: Datos proporcionados por técnicos del INDES, para el área de Irigoyen y San Antonio.

Los ingresos extraprediales son en general, producto de trabajos temporales en tareas forestales que se realizan en las provincias de Corrientes y Entre Ríos.

Si analizamos una finca modal de la zona centro-sur de la provincia, no se aprecia una gran variación de la estructura productiva y la estimación de ingresos sería la siguiente:

Cuadro Nº 3: Estimación de Ingresos de una Finca Minifundista Modal Áreas L.N. Alem - San Javier.

RUBROS	Superficie Modal (ha)	Ingreso Estimado* ($)
Tabaco Burley	1 ha.	3.574
Maíz**	2 ha.	216
Poroto**	0,25 ha.	150
Mandioca y Hortalizas**	0,25 ha.	325
Pecuaria y Granja**	2	1.613
TOTAL	5,50 ha.	5.878

* Ingreso estimado = Ingreso bruto - Costos en efectivo (No se consideraron amortizaciones ni gastos de estructura). (Los costos de mano de obra se consideraron parte del ingreso familiar).

** Producción para autoconsumo, en los cultivos se consideró solo el consumo humano pues lo consumido por animales mayores y de granja se hallan implícito en pecuaria y granja. Las superficies corresponden al total cultivado.

Fuente: *Economía Agraria E.E.A. Cerro Azul - Centro Regional Misiones - INTA.-*

En esta zona no se registran ingresos extraprediales significativos, salvo en épocas de altos precios de la caña de azúcar y de la yerba mate.

La valoración del autoconsumo para una familia tipo de 5 personas, se compone de los siguientes productos:

Cuadro Nº 4: Canasta Estimada de Autoconsumo Familiar

PRODUCTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	MONTO ($)
Maíz (choclo)	Kg.	180	1,2	216
Mandioca	Kg.	450	0,5	225
Poroto	Kg.	150	1	150
Hortalizas	Kg.	200	0,5	100
Carne vacuna	Kg.	100	2,5	250
Pollos y gallinas	U	30	3,5	105
Cerdo (lechones)	U	8	75	600
Huevos	docena	92	1,6	147
Leche	Lts	730	0,7	511
TOTAL ($)				2304

Fuente: *Equipo de Economía Agraria de la E.E.A. Cerro Azul. Sep. De 1995.*

Las técnicas utilizadas tienden a sustentarse en los recursos propios de la explotación, evitando la compra de insumos. La fuerza del trabajo limitada y la necesidad de producir para la subsistencia de la familia y el mantenimiento del ganado, los obliga a realizar cultivos anuales de escarda (tabaco, maíz, poroto, mandioca, arroz, etc.), sobre el mismo terreno durante varios años, a pesar del fuerte efecto negativo (erosión, degradación) en los frágiles suelos existentes. Para paliar esta situación se recurre a una agricultura migratoria, también conocida como "tumba y quema", dentro del predio, habilitando nuevas tierras por medio del desmonte, en general de renovales del monte o "capueras", y abandonando las tierras de labranza más antiguas por períodos relativamente cortos (3 a 5 años) para recuperar en parte la fertilidad de suelo.

La explotación del cultivo de caña de azúcar y tabaco tipo virginia en el sur de la provincia, si bien moviliza a la economía zonal también da origen a la depredación constante del monte nativo, pues no solo se establecen en tierras de desmontes recientes sino que requieren con posterioridad leña para la industrialización del azúcar y secanza del tabaco.

El cultivo de tabaco constituye actualmente una de las pocas alternativas como fuente de ingresos, obra social y aporte jubilatorio para la mayoría de los productores con estas características.

En algunas zonas, la yerba mate es el cultivo perenne más frecuentemente encontrado en estos sistemas (2-5 ha. por productor), con edades y densidades muy variables, observándose gran porcentaje de fallas debido a factores climáticos y de manejo, siendo muy frecuente ver cultivos anuales intercalares, como maíz, tabaco, mandioca, poroto, etc.

Esta práctica agrícola intensiva, acompañada por la falta de sistematización, cubiertas verdes y manejo, aceleran los procesos erosivos, provocando mermas en los rendimientos, que en promedio no superan los 3.500 kg./ha de hoja verde.

El bajo precio pagado por la materia prima (hoja verde) y los plazos para efectivizar el pago de la misma, hacen que los ingresos logrados por esta actividad, sean en la actualidad poco significativos.

Existen además zonas donde se encuentran otros cultivos perennes, como el té y el tung en pequeñas superficies y bajos rendimientos, acompañados con cultivos anuales, que también tienen escasa rentabilidad.

El ganado vacuno es un buen complemento, representando la caja de ahorro del productor, al que recurre para lograr ingresos en determinadas ocasiones. Se observa además

de 20 a 30 plantas por familia de frutales, en especial citrus y en menor escala palta, mango, banana, etc.

Un alto porcentaje de productores ha implantado especies forestales, a razón de 1-3 ha en promedio, siendo las especies más encontradas el pino, el eucalipto y el paraíso.

La provincia de Misiones dispone de una variada y rica experiencia de trabajos con sistemas agroforestales. Esta concepción diferente del uso de la tierra, ha despertado gran interés entre los productores, produciendo modificaciones de la silvicultura clásica, dando como resultado una utilización más integral de la tierra de manera consecutiva o simultánea, mediante la práctica de combinar especies arbóreas con cultivos anuales, perennes y/o animales, en la constante búsqueda de una mayor producción y rentabilidad. El INTA Misiones ha encarado acciones en el desarrollo de estos sistemas durante la última década.

Un ejemplo de lo expresado anteriormente, es el Proyecto Agroforestal, con área de influencia en los Departamentos de L.N. Alem y San Javier, siendo el componente principal del sistema el *Pinus elliottii*, proveniente de huerto semillero clonal y cultivos intercalares diversos. El pino es plantado a baja densidad, 4m x 2m (1250 pl/ha) y durante los primeros 3-4 años se intercalan cultivos anuales, con semillas selectas de variedades recomendadas de maíz, soja, poroto, maní, etc. Al cuarto año de crecimiento de los pinos, en promedio, se incorporan diversas pasturas para la cría de ganado bovino. Se realizan además prácticas siviculturales (poda y raleo selectivo), buscando por una parte obtener madera de calidad y por otra, una luminosidad adecuada para el buen desarrollo de las pasturas implantadas. El Proyecto tuvo su inicio en el año 1985 y fue reformulado en el año 1992, continuándose con las acciones previstas en el mismo hasta el presente.

Otros trabajos encarados por la Institución son: Proyecto Frutihortícola (Cerro Azul y O.V. Andrade), Proyecto de Desarrollo Integral de Productores Minifundistas de San Vicente, Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Minifundistas de los Municipios de San Antonio y B. De Irigoyen y también acciones con la Cooperativa Azucarera San Javier, para la implantación de *Eucalyptus dunii* y *grandis*, con el propósito de implantar estas especies en sistemas agroforestales en pequeñas propiedades con fines energéticos y para construcciones rurales.

Debido a la escala de producción, la baja calidad de los productos y por sobre todo la falta de organización de los productores, se dificulta la comercialización de los excedentes de producción (cultivos anuales, productos de granja, cultivos hortícolas, etc).

Objetivos:

General:

Desarrollo socioproductivo de las familias minifundistas de la región poniendo énfasis en la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de acciones que apoyen los rubros productivos existentes, identifiquen alternativas validadas para la diversificación de la producción e incentiven el fortalecimiento de las estructuras organizativas de la comunidad.

Específicos:

1- Incentivar la implantación de especies forestales, de valor maderable y energético difundiendo material genético superior, prácticas silvícolas (poda y raleo), buscando aumentar la calidad del producto final, obtener otra fuente de ingresos a mediano y/o largo plazo y capitalizar el recurso suelo.

2- Integrar la actividad forestal con las agropecuarias buscando a través de sistemas agroforestales, lograr una utilización integral del recurso suelo de manera consecutiva y

simultánea, con un adecuado y racional aprovechamiento de los recursos naturales, haciéndolos sostenibles en el tiempo.
3- Mejorar con nuevas tecnologías, probadas y validadas, la productividad de la actividad pecuaria y de los cultivos anuales, destinados al consumo o a la venta y lograr la adopción por parte del productor de prácticas simples de manejo y conservación de suelos.
4- Promover la implantación de diversas especies frutihortícolas como alternativa de diversificación, buscando mejorar el autoconsumo y los ingresos de los pequeños productores.
5- Promover la formación y/o consolidación de grupos de productores en las diferentes áreas del proyecto, como metodología válida para asegurar el protagonismo de los productores, mediante la utilización de técnicas participativas en las diferentes etapas del trabajo.
6- Incentivar el fortalecimiento organizativo de la producción y comercialización de los productos agropecuarios regionales, buscando un mayor valor agregado, a fin de lograr incrementar los ingresos y la calidad de vida de los pequeños productores.

Límites Geográficos y Comunidades incluidas

La Provincia de Misiones puede dividirse en nueve regiones naturales, entendiéndose como tal aquellas cuyas características geomorfológicas, de suelo-unidades de paisaje y en menor medida la vegetación, ofrecen características semejantes. (Ligier, H.D.,Polo,H.L. y Matteio, H.R., 1989).[1]

I. Meseta central preservada.
II. Pediplano parcialmente disectado.
III. Pediplano parcialmente disectado sin vegetación arbórea.
IV. Relieve montañoso fuertemente disectado.
V. Relieve fuertemente ondulado a colinado.
VI. Estribaciones de la meseta preservada.
VII. Valles secundarios con depósitos aluviales.
VIII. Zonas disectadas y encajonadas del Paraná y Uruguay.
IX. Planicies suavemente onduladas y afloramiento rocosos.

El presente Programa de Extensión y Transferencia de Tecnología (PEyTT) tendrá como Area de Localización (AL), las Regiones IV (Relieve montañoso fuertemente disectado) y V (Relieve fuertemente ondulado a colinado).

Las mismas se extienden desde Cerro Azul, Depto. Leandro N. Alem, hasta San Antonio Depto. Gral. Manuel Belgrano y los Centros Geográficos donde se desarrollarán acciones, comprende los siguientes Departamentos y Municipios principales:

Cuadro Nº 1: Regiones, Departamentos y Municipios.

REGIONES	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS
	SAN JAVIER	San Javier
		Itacaruaré
IV		Ameghino
		Mojón Grande
	LEANDRO N. ALEM	Leandro N. Alem
		Cerro Azul
		Arroyo del Medio
y		Andrade

[1] Erosión Hídrica Potencial en la Provincia de Misiones. (P.N.U.D) Año 1989.

V	CAINGUÁS GUARANÍ 25 de MAYO SAN MARTÍN MANUEL BELGRANO	Dos Arroyos Gobernador López. 2 de Mayo Aristóbulo del Valle San Vicente 25 de Mayo Ruiz de Montoya El Alcázar Bdo. De Irigoyen San Antonio

Diagnóstico:

En la actualidad un porcentaje de los productores metas, están asociados a las siguientes organizaciones:

- Zona centro sur de la provincia (Leandro N. Alem, Cerro Azul, Andrade).
AFAMM - Asociación de Familias Agroforestales Minifundistas de Misiones.
- Años de existencia: 7 años.
-Inscripción en el registro de Personas Jurídicas: Disposición Nº 121, Personería Jurídica Nº 1128.
- Número de asociados: 500 Productores minifundistas.

Cooperativa Granjera de Cerro Azul Limitada.
- Años de existencia: 25 años
-Inscripción en el registro de Personas Jurídicas: Disposición Nº 923/70, Personería Jurídica Nacional Nº6.837 y Personería Jurídica Provincial Nº 110.
- Número de asociados: 150 Productores minifundistas.

- Zona Noroeste (Bernardo de Irigoyen y San Antonio).
Cooperativa Agrícola y Forestal de Bdo. De Irigoyen Limitada.
- Años de existencia: 4 Años.
-Inscripción en el registro de Personas Jurídicas: Disposición Nº 292, Personería Jurídica Matrícula Nacional Nº 1128.
- Número de asociados: 180 Productores.

Si bien la escuela es el principal centro de reunión de la colonia, no existe una real integración escuela-comunidad rural, debido a diferentes razones, como por ejemplo, la falta de medios adecuados para atender las necesidades de aprendizaje del medio rural (infraestructura, materiales de apoyo, métodos pedagógicos, etc.). Esto hace que los conocimientos entregados por la escuela no satisfagan las necesidades, intereses y expectativas de la población rural, siendo muy alta la deserción escolar y por lo tanto son pocos los que poseen estudios primarios completos.

La atención médica es deficiente, existiendo pocas salas de primeros auxilios y agentes sanitarios en estas zonas.

El medio masivo de comunicación más utilizado es la radio (LT4 - LT 17 de Posadas, FM locales y FM del Brasil y Paraguay), algunos pocos poseen TV y por lo general la mayoría posee escaso hábito de lectura.

METODOLOGIA

Estrategia de Desarrollo Agroforestal:

La estrategia a desarrollar consistirá en la difusión de sistemas autosostenibles en el tiempo, con la finalidad de permitir el afianzamiento definitivo del productor en su chacra.

Para lograr este objetivo se propone recuperar áreas degradadas y capitalizar la tierra con la incorporación de especies forestales, implantando especies forrajeras de calidad genética superior en sistemas forestoganaderos y realizando prácticas silviculturales (poda y raleo selectivo), a la masa arbórea.

Se trabajará entonces promoviendo el desarrollo de los siguientes modelos:

1- Asociación de árboles implantados con cultivos anuales y especies forrajeras.

La propuesta consiste en la implantación de especies forestales (pino y eucalipto como especies primarias y araucaria, paraíso y kiri para algunas situaciones especiales), con materiales de probada calidad, a razón de 1 ha por productor.

Se intercalará durante los primeros 3-4 años cultivos anuales, con la utilización de materiales selectos de maíz, soja, poroto, maní y arroz, entre otros.

En promedio al cuarto año de crecimiento de las especies forestales, se implantarán diversas pasturas, según las diferentes situaciones, como pasto Panamá (*Pennisetum purpureum*), Bermuda de la Costa (*Cynodon dactylon cv.coast cross* I), Jesuita Rauh (*Axonopus sp*.), para situaciones especiales Pasto Estrella (*Cynodon plestostachyus*) entre otros, para la cría de bovinos en sistema forestoganaderos.

Las especies forestales se implantarán a baja densidad, con un máximo de 1.250 pl/ha, según la especie, incentivándose además la realización de prácticas silviculturales, poda y raleo selectivo, con el objetivo de obtener madera de calidad y dar al mismo tiempo la luminosidad adecuada para el buen desarrollo de las pasturas implantadas.

A modo de ejemplo se desarrollan dos modelos con las especies primarias:

Especie	Distribución	Dist. Plantación	Turno de corta	Producción
Pinus elliottii	Macizo forestoganadero	4m x 2m	23 - 25 años	250 - 400 tn/ha*
Eucalyptus grandis y dunii	Macizo	3m x 3m	12 -15 años	300 - 600 tn/ha*

* Según manejo

Observaciones: El pino se destinará para aserrado y celulosa y como madera de alta calidad para debobinado y faqueado. El eucalipto con raleo para debobinado, cajonería, leña, tirantería y postes.

2- Cortinas rompevientos, plantación en línea y bosques de protección:

Se implantarán diversas especies forestales con la finalidad de que sean utilizadas para dividir los límites de la propiedad, bordeando caminos o disminuir los efectos de los vientos cálidos o fríos y sirvan de abrigo a los animales en temporales y épocas de calor. También estas cortinas forestales podrán ser utilizadas para proteger montes frutales (en especial cítricos y durazneros), y otros cultivos. Se buscará al mismo tiempo con estos modelos, disminuir la erosión y mejorar la producción agrícola y ganadera.

Las plantaciones se caracterizarán por disponer de un escaso número de hileras de árboles, entre 1 y 3 y con distanciamientos variables según la especie.

Se realizarán reducidas intervenciones silviculturales para obtener beneficios derivados de la madera, leña, postes y otros. Las principales especies forestales a utilizar serán el pino, el eucalipto y la araucaria.

El siguiente cuadro describe dos de las alternativas a desarrollar:

Especie	Distribución	Dist.Plantación	Turno Corta	Producción
Pinus elliottii Alta producción resina	Cortina (3 filas)	4x3 m (tresbolillo)	23 a 25 años	5,5 kg/árbol/año* 150 a 375 tn/ha**
Pinus elliottii Origen Huerto semillero	Cortina (3 filas)	3x1,5m (tresbolillo)	23 a 25 años	250 a 400 tn/ha**

* Producción de resina del 12º al 19º años.

** Turno de corta y producción según calidad de sitio, para celulosa y aserrado con nudos.

Otra de las alternativas a desarrollar es la plantación en macizo con eucalipto, a una distancia de plantación de 3 m. por 3 m. sin tratamiento silvicultural (poda y raleo) y efectuando tala rasa de tres rebrotes con la finalidad de producir madera para cajonería, tirantería, poste y leña.

3. <u>Manejo o protección de montes secundarios</u>:

Teniendo en cuenta que un gran número de productores dispone de formaciones boscosas secundarias improductivas, se propone desarrollar acciones que tiendan a modificar sus conductas con referencia al manejo de estos ecosistemas, basado en algunas experiencias de productores y de trabajos promisorios que están realizando técnicos de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado (Grance, L.A.; Maiocco, D.C y otros, 1994 y Grance, L.A. y Maiocco, D.C 1995)[2]. La propuesta tendrá como eje central el manejo de renovales de especies que por su característica, disposición y vigor, puedan aumentar el valor intrínseco de la masa forestal, no solamente desde el punto de vista económico sino principalmente desde el punto de vista de la conservación ambiental.

Esta propuesta necesariamente deberá estar acompañada y enriquecida con los resultados que se obtuvieran de los ensayos de experimentación adaptativa (PEA), realizados en las áreas de localización (AL).

e) <u>Planificación e implementación de la extensión</u>.

La estrategia central de este componente está basada en la metodología grupal, como herramienta fundamental en la capacitación de adultos, donde el grupo constituye un soporte importante para la planificación y toma de decisiones del individuo.

La estructura operativa de extensión para la planificación, desarrollo y seguimiento de las actividades del proyecto, pivoteará sobre la estructura del INTA en la región:

- E.E.A Montecarlo:

* Coordinador de Área de Desarrollo Rural: Ing. Agr. Héctor Luis Pereyra.

* Extensionistas:

Ing. Agr. Antonio O. Uset. - A.E.R Puerto Rico.

Agr. Julio C. Bareiro. - A.E.R Puerto Rico.

Ing. Ftal. Claudio I. Meyer. - A.E.R Bernardo de Irigoyen

[2] Yvyraretá - Año 5 Nº 5.1994, pp. 77-84 e Yvyraretá - Año 6 Nº 6. 1995, pp. 29-45.

- E.E.A Cerro Azul:
* Coordinador de Área de Desarrollo Rural: Ing. Agr. Antonio Tanzariello.

* Extensionistas:

Ing. Agr. Alejandro Piekun. - E.E.A. Cerro Azul.
Ing. Agr. Liliana Sanz. - E.E.A. Cerro Azul.
Ing. Agr. Mauricio Colombo. - A.E.R San Vicente.
Agr. Wilfrido Martínez. - A.E.R Aristóbulo del Valle
Agr. Demetrio Neschuk. - A.E.R San Javier

Dada la importancia de la zona y el número de productores meta, se prevé la contratación de 7 técnicos extensionistas, los que se sumarán en forma progresiva a la estructura actual y dependerán en forma directa de las Coordinaciones de Área de Desarrollo Rural. Teniendo en cuenta la relación productores beneficiarios - extensionístas, las principales áreas a cubrir en una primera etapa (año 1996), son las de los Deptos. Manuel Belgrano y Leandro N. Alem.

Las actividades a desarrollar en forma conjunta con los productores beneficiarios y sus familias, serán las siguientes:

01- Visitas individuales: Se realizarán con el propósito de invitar a participar de las reuniones a realizarse e informar de los Objetivos y Metas del Proyecto. Durante el desarrollo de éstas, se realizará además, asesoramiento de los diferentes rubros productivos.

02- Reuniones con productores: se realizarán en distintas zonas de la colonia, donde se informará de los alcances del Proyecto y para coordinar al mismo tiempo, trabajos a llevarse a cabo en forma conjunta con los beneficiarios.

03- Formación de grupos de productores: En este sentido se desarrollarán actividades referentes a la identificación de líderes naturales, capacitación del grupo familiar, planificación de las actividades y fijación de objetivos, acciones estas tendientes a la autogestión y consolidación de los grupos formados.

04- Días de campo: Se utilizará la metodología de la demostración práctica de métodos y resultados de la tecnología a transferir, mediante la realización de jornadas o días de campo en chacras de productores, donde el protagonista es el productor quien trasmite a sus pares los resultados obtenidos.

05- Cursos de capacitación: Estarán referidos a la producción agropecuaria y forestal, conservación de los recursos naturales, salud y nutrición, organización de grupos para la solución de problemas en general y comercialización de los excedentes de producción. Se tomará como población objetivo al productor y su familia como partícipes de las propuestas de cambio en todo lo referido al desarrollo rural.

06- Preparación de material de difusión : Se elaborarán con criterio didáctico cartillas, folletos y fundamentalmente material audiovisual para la difusión de las propuestas planteadas, tendientes a solucionar los problemas tanto productivos como sociales de la población objetivo del proyecto. Los mismos se elaborarán con la participación del productor y su familia, teniendo en cuenta sus características culturales y sociales.

07- Medios masivos de comunicación: Se utilizarán los medios masivos de comunicación, sobre todo la radio, para informar las propuestas y avances del proyecto, tratando de incluir mensajes testimoniales de los propios protagonistas, como primer paso en el proceso de la toma de decisiones de los productores.

La transferencia de tecnología se hará por medio de cursos de capacitación, jornadas demostrativas en chacras y campo de prácticas, uso de material audiovisual y escrito, visitas a Estaciones Experimentales del INTA y chacras de productores de avanzada.

f) <u>Estrategias para el fortalecimiento y formación de productores</u>:

La estrategia para el fortalecimiento organizacional se basará en el grupo de productores como **<u>grupo operativo de trabajo</u>**.

A través del trabajo grupal participativo se implementará un proceso de capacitación permanente a partir de los intereses, necesidades, posibilidades y limitaciones. Este proceso de capacitación para la autogestión grupal, se orientará en dos líneas: una hacia la importancia de la organización para la solución de problemas que individualmente no podrán solucionarse y otra hacia la importancia de la organización como herramienta económica para mejorar y fortalecer los ingresos prediales.

g) <u>Metodología para la elaboración y ejecución de los PPCP</u>.

La metodología para la elaboración participativa y ejecución de los Proyectos Prediales de Conservación y Producción (PPCP), se basará en el uso de técnicas participativas apoyadas por elementos didácticos (videos, audiovisuales, diapositivas, láminas, etc.) desarrolladas en Cursos, Talleres y Jornadas, donde se asegure la asistencia del productor y su familia, teniendo en cuenta que la toma de decisiones en la finca es compartida.

g.1) Calendario de Incorporación de Productores Beneficiarios por Subárea.

Cuadro Nº 5: Número de Beneficiarios por Departamentos y Municipios.

REGIONES	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS	1996	1997/99
	SAN JAVIER	San Javier	6	48
		Itacaruaré		20
IV		Ameghino	5	47
		Mojón Grande		50
	LEANDRO N. ALEM	Leandro N. Alem	5	95
		Cerro Azul	6	120
		Arroyo del Medio	6	144
y		Andrade	5	115
		Dos Arroyos		20
		Gobernador López.		10
	CAINGUÁS	2 de Mayo		20
		Aristóbulo del Valle		28
	GUARANÍ	San Vicente		30
V	25 de MAYO	25 de Mayo		20
	SAN MARTÍN	Ruiz de Montoya	4	76
		El Alcázar	4	116
	MANUEL BELGRANO	Bdo. De Irigoyen	5	125
		San Antonio	4	116
TOTAL			50	1200

h) <u>Estrategias para la incorporación de resultados de experimentación adaptativa</u>.

Las estrategias para la incorporación de los resultados de la experimentación adaptativa se basarán en la participación y comunicación de los extensionistas, experimentadores y productores, con el propósito de planificar y diseñar las actividades a desarrollar en forma conjunta. Esto implica el desarrollo, desde la elección del área, selección

de fincas, rubros o sus combinaciones a experimentar, hasta la obtención de los resultados y su difusión.

i) Implementación del PFD en Misiones

El proyecto lo desarrolla el INTA Misiones, los encargados de la implementación en la Sierra Central de Misiones, se detalla según el cuadro Nº 6. Involucra a 16 municipios (San Javier: Itacaruaré, Ameghino y Mojón Grande; Leandro N Alem: Cerro Azul, Arroyo del Medio, Andrade, Dos Arroyos y Gobernador López; Cainguás: Dos de Mayo y Aristóbulo del Valle; Manuel Belgrano: San Antonio y Bernardo de Irigoyen; San Martín: El Alcázar y Ruiz de Montoya). La estrategia de desarrollo agroforestal consiste en la realización de un SAF en sus fincas, por medio de la elaboración de un PPC y P, teniendo en cuenta también, manejo, protección y enriquecimiento de montes nativos secundarios. Los sistemas más adoptados por los productores son las especies forestales con pasturas y cultivos anuales. Además se implantaron huertos frutales, incorporó semillas de cultivos anuales y hortaliza para el mejoramiento del autoconsumo familiar.

Cuadro Nº 6: Técnicos encargados de la implementación del PFD en Misiones

Técnico	Cargo	Período	Lugar- Departamento
Ing Héctor Pereyra	Responsable Técnico	1996-2004	EEA Montecarlo
Ing Antonio Tanzariello	Coordinador C. Azul	1997-2004	EEA Cerro Azul
Ing H. Babi	Extensionista	1997-2004	San Javier
Ing. G Reyes	Extensionista	1977-1998	L N Alem
Ing. J Suaréz	Extensionista	1997-1998	L N Alem
Ing M Senilliani	Extensionista	1998-2000	LN Alem
Ing G De Vedia	Extensionista	1999-2000	L N Alem
Ing L Luccioni	Extensionista	2000-2001	Cainguás
Ing G Allarague	Extensionista	2001-2002	Cainguás
Ing J Verón	Extensionista	2002-2004	Cainguás
Ing. A Carvallo	Extensionista	1997-2003	G Belgrano
Ing V González	Extensionista	2001-2003	G Belgrano
Ing G Ramisch	Extensionista	2003-2004	G Belgrano
Ing J Da Silva	Extensionista	2004	G Belgrano
Ing M Reitano	Co – Responsable	2004	San Martín
Ing R Toloza	Extensionista	1997-2003	San Martín

j) Logros en el transcurso de la ejecución

1- Productores capacitados en SAF, en un número de 750 en toda la provincia, que se podría extrapolar con muy pequeños cambios al resto de Misiones, esto era impensado hace 7 años atrás (Cuadro Nº 8).

Cuadro 7: Evolución de PPCyP presentadas y aprobadas por Resolución de la Sierra Central Misiones

Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
PPCyP Presentados	142	215	131	149	68	104	76	**885**
PPCyP Aprobados	64	80	202	198	0	161	41	**746**

2- Un grupo de técnicos seleccionados por concurso en su mayoría, entrenados en extensión de SAF, con un alto nivel de compromiso por la tarea que realizan e involucrados en la problemática rural, que como eje de todo está la familia, como unidad de producción.

3- Grupos de productores organizados en grupos, manejando los SAF con capacidades adquiridas y con posibilidades ciertas de ser difusores de los SAF, como quedó demostrado en más de una oportunidad. Algunas capacidades son adquiridas y difundidas por los propios productores impactando positivamente en el éxito del PFD.

4- Se rescata el trabajo con otros programas, instituciones y técnicos, realizando aportes para la comunidad en su conjunto. (Pro Huerta, PSA, Proinder, Indes, Pastoral Social, Ministerio del Agro y la Producción, Municipalidades, etcétera)

5- Mejora en la calidad de vida del productor y su familia, que se ve reflejado, con la incorporación de pasturas (mayor rendimiento) o infraestructura, como alambrado que mejora su manejo. (Ganancia de litros de leche, semillas mejoradas, madera de calidad, etc.)

6- En algunas áreas de localización los productores que finalizaron su PPCyP continúan realizando implantaciones forestales y realizan SAF bajo la modalidad de Agrupados (Ley 25080) principalmente con las Municipalidades como entidad presentante

7- Emergencia de una cultura forestal en algunos pequeños productores, dentro del sistema actual de producción.

8- Formación de grupos de productores que participan en el PFD, los PPCyP son individuales, pero trabajan grupalmente.

9- En el caso de comunidades aborígenes (básicamente recolectoras y cazadoras y cuyos miembros son peones de cosecha) incluyen y realizan más cultivos anuales, implementan pasturas y obviamente implantación del componente forestal.

10- Solo un 1.7 % de los PPCyP han caídos (unos 13 proyectos), sobre un total de 750 aprobados por resolución (Cuadro 8)

Cuadro Nº 8: Evolución de carpetas enviadas, aprobadas por Resolución y bajas en cantidad montos en pesos.

Enviadas		Bajas		Aprobadas	
Carpetas	Importe	Carpetas	Importe	Carpetas	Importe
885	$ 746.994,16	13	$ 5.489,8	750	$ 580.266,47

k) <u>Recomendaciones para una eventual 2º fase PFDF</u>

1- Creemos que para una segunda etapa se debería, incluir a los productores que mejor lograron sus SAF para capitalizar su experiencia y transformar en hechos rápidos sus sistemas, como multiplicadores.

2- Ver las posibilidades de incluir nuevas áreas en la provincia de Misiones para el trabajo, en una etapa posterior, siempre y cuando se respeten los perfiles requeridos por PFD originalmente, basándonos que de las 5 áreas pilotos del país el 60 % de los SAF se encuentra en la Sierra Central de Misiones.(AGN 2003)

3- Para acortar los plazos entre la presentación, revisión y financiamiento de los proyectos a fin de disminuir los tiempos de espera entre la presentación del proyecto y su ejecución efectiva, esta demora ha promovido un bajo nivel de ejecución en terreno. En este sentido debe replantearse si es realmente necesario y conveniente una Resolución del Secretario de Agricultura para el envío de los fondos a los proyectos prediales, considerando el tiempo de tramitación que insume esta actividad, partiendo que otros proyectos para pequeños productores no lo requieren.

4- No se incluye en los PPCyP como uno desearía, el trabajo del componente forestal nativo en la provincia de Misiones solo alcanzó 34 ha de manejo de bosque nativo, contra 1930 ha de sistemas agroforestales, 272 ha rodales de exóticas y 45 ha de rodales de nativo (Trevín, 2003), promocionar las especies nativas, ya sea en sistemas agroforestales, en cortinas y macizos productivos; hacer socialmente y económicamente atractivas las prácticas de manejo y enriquecimiento del bosque nativo. Deberá evaluarse algún incentivo adicional para el productor, en función de los beneficios sociales aportados por la biodiversidad.

l) <u>Dificultades en la implementación del PFD</u>

1- La primera gran dificultad fue la implementación de los primeros PPCyP en el primer año no se aprobó ningún proyecto, ya que requirieron de una puesta a punto de aproximadamente más de un año, hasta lograr una PPCyP sintético. Esta etapa requirió de tres consultores externos para solucionar este conflicto. Generando desconfianza del programa y técnicos de campo. Para contrarrestar esto se adelantó plantines y hormiguicida por medio de la Cooperadora del INTA Cerro Azul, esto es una práctica que se sigue realizando.

2- El tiempo de aprobación, corrección y envío de los fondos correspondientes a los PPCyP son excesivamente largo. Impidiendo la correcta planificación de los PPCyP en las fincas, al momento de la compra de insumos no se puede adquirir todo lo presupuestado.

3- Los cambios políticos en determinados momentos, influyeron negativamente en los logros del PFD, en el primer caso por falta de recursos se inmovilizó el programa, y por otro lado se realizaron cambios de extensionistas en una misma área, tres técnicos generando desconfianza hacia los productores y entre los técnicos (UBA – CEDERU, 2004). En el año 2002 no se realizó aprobación alguna de PPCyP (Cuadro Nº 7).

4- Nunca se contrataron los extensionistas necesarios para el área de la Sierra Central de Misiones. La ausencia de técnicos en algunas áreas genera por un lado no llegar a las metas fijadas y por el otro no estar en el terreno en los momentos claves (Plantación, siembra)

5- No se realizó la campaña de educación ambiental, por causa de índole financiera, atentando fuertemente en la elaboración de PPCyP, en lo que respecta la conservación ambiental.

6- Los Proyectos de Experimentación Adaptativa comenzaron desfasados con el PFD, cuando hubiese sido necesario que comience antes o en un mismo tiempo, para que cumpla de difusor y multiplicador de SAF para los productores.

7- Tanto los técnicos como los productores coinciden que es limitante para los logros de los sistemas agroforestales (SAF), la plaga de la hormiga minera, ya que para del control obliga a asumir altos costos de la estructura productiva.

8- El otro punto que atenta con los logros del SAF, es la ocupación de la mano de obra del productor en otras actividades como el tabaco, que por otro lado es el único ingreso, con una comercialización segura que posee a lo largo del año, asociado que esta actividad asegura una obra social. Asimismo afecta negativamente en el aspecto ambiental (Suelo desnudo, alto uso de agroquímicos, en la mayoría de los casos no usados correctamente).

9- La presencia de productores heterogéneos, están aquellos que se adecuan al perfil del PFD, ya que conservan una relación amigable con el árbol, acostumbrados a plantarlos y cuidarlos (Zona sur). Por otro lado que poseen una cultura del país vecino (Brazil), culturalmente ven al monte como molestia por lo tanto están acostumbrado a la tala irracional (Tumba, roza y quema). Un factor asociado a esta cultura es de ver el suelo limpio, para realizar cualquier actividad agrícola, y cuesta cambiar esta mentalidad usando técnicas conservacionista de suelo, ya que por el tipo de precipitación (torrencial) y suelos (relieve ondulado), presenta erosión hídrica acentuada.

m) Discusión

El trabajo que se está dando con las instituciones, marca a las claras los nuevos cambios que se están dando en un nuevo escenario, a partir de la profunda crisis alcanzada a comienzo del nuevo siglo, descripta como las más importante de la historia argentina (Alemany, 2002), la corrupción generalizada, poder económico concentrado, la exclusión social, desmembramiento de la red de solidaridad social, la atomización y deserción del Estado.

El nuevo enfoque plantea una estrategia integrada a la acción interinstitucional, actuando como facilitadora de los cambios intelectuales, económicos y sociales necesarios para enfrentar el desafío de la competitividad en el marco de la equidad y sostenibilidad social y ecológica y teniendo como finalidad el desarrollo. En consecuencia, la gestión del sistema se traduce más bien en términos de facilitación del proceso de innovación que el control del mismo, centrando la intervención preferentemente en la calidad del proceso y la capacitación de los actores intervinientes durante el mismo y no únicamente en el producto de la innovación.

La propuesta de transformación y fortalecimiento del sistema de extensión reconoce la necesidad de producir un cambio de paradigma en la institución que permita reorientar la conceptualización, los enfoques y las metodologías de trabajo. Indica como sus propósitos fundamentales, la promoción de la innovación tecnológica y organizacional más que la incorporación de tecnología; el desarrollo de las capacidades de los actores del sistema más que el aumento de la producción y el fortalecimiento de la competitividad sistémica.

Se percibe a la naturaleza del sistema de extensión de carácter público - privado y orientado a la gestión de los procesos de innovación. Se visualiza a la investigación y a la extensión fuertemente articuladas en procesos que conducen a la innovación, y en interacción con las distintas capacidades y demandas de los múltiples actores, que conforman las redes de innovación.

Hay que tener en cuenta que se trabaja con productores asentados en suelos frágiles, no siempre son las mejores calidades de sitios, muchos con problemas serios de tenencia de la tierra, el programa debe pensar en una propuesta más compleja, que la simple incorporación de árboles, consistentes en la creación y transferencia de sistemas productivos dirigidos a producir soluciones a mediano plazo, además de atender las urgentes, como las relativas a enriquecer las producción de autoconsumo. La propuesta de extensión consistente en un adecuado proceso de traducción hacia el beneficiario de la tecnología a transferir, la metodología utilizada, que consiste en que no se transmite una verdad constituida, sino una propuesta de construcción, que el beneficiario debe hacerse cargo de concluir, en relación con sus necesidades y preferencias. En relación a esto el beneficiario más que usar el proyecto, lo ha incorporado a sus estrategias productivas, en un proceso de retroalimentación.

Es importante destacar la estrategia llevada a cabo por el proyecto en el sentido de que ha sido acertada como estrategia basada en unidades agrícolas familiares, contemplada como unidad de producción es considerada un microsistema que posee extraordinaria capacidad, resistencia y flexibilidad, además de que histórica y estructuralmente se encuentra bien dotada para ejecutar múltiples funciones.

Apostar a la unidad familiar como base del esquema de forestación, partiendo de la familia como organización social básica se puede tender a la formación de grupos pequeños, con posibilidades de organización en grupos cooperativos de mayor envergadura en el largo plazo.

En función de la eficiencia del proyecto se debería generar economía de escala, a través de la implementación de una estrategia de promoción de proyectos de carácter grupal, en este sentido sería conveniente contribuir a las organización de formas asociativas de los productores para la comercialización de los productos. Si cada productor implanta poca superficie, de buen material genético y con buen manejo, llegará a una madera de calidad, que comercializado individualmente difícilmente obtenga un precio justo por el producto, en cambio la venta en conjunto, lo pondrá en una situación distinta frente a eventuales compradores.

Esta nueva ruralidad tiene necesidades de servicios, de infraestructura física y humana mucho más complejas y diferentes que en el pasado.

BIBLIOGRAFÍA:

-ALEMANY, C 2002. Los cambios de la extensión del INTA y su relación con los paradigmas del desarrollo. XI Jornadas Nacionales de Extensión Rural y III Jornadas de Extensión del MERCOSUR. pp21.

-AUDITORÍA GENERAL DE LA NACIÓN, 2003. Auditoría de Gestión Ambiental. CAPPCA-PFD. 1-108 pp

-KASS DONALD, 1998. Informe Consultoría al PFD de Experimentación Adaptativa, SAGPyA. 1-53pp

-PFD, 1999. INORME FINAL 2º FASE PFD. SAGPyA. pp37

-PFD, 2003. TALLER IDENTIFICACIÓN COMPONENTES 2º PFD. SAGPyA, Convenio de Préstamo BIRF 3948-AR, pp9

-PFD, 2004. Consultoría Para La Evaluación del Cumplimiento de los Objetivos Inicialmente Trazado por PFD - UBA Facultad de Agronomía – CEDERU, Componente C: Apoyo a Pequeños Productores para la Conservación Ambiental (CAPPCA),pp35

-PROYECTO DE EXPERIMENTACIÓN ADAPTATIVA, 1999. Enriquecimiento en fajas y bosquetes con especies nativas y exóticas en bosques secundarios y primarios degradados en fincas de la provincia de Misiones. FCF - INTA

-PROYECTO DE EXPERIMENTACIÓN ADAPTATIVA, 1999. Promoción y conducción de regeneración natural de especies nativas en bosques secundarios y primarios degradados. FCF- INTA
-RIVAS, C, 1998. Informe Final. Consultoría en capacitación en extensión agroforestal. PFD.
-TREVÍN, J. 2003. El PFD y los Sistemas Agroforestales, X Jornadas Forestales y Ambientales. Eldorado Misiones.

DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA AEREA DE PLANTACIONES DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES *

AERIAL BIOMASS DETERMINATION IN *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE PLANTATION IN NORTHEN MISIONES.

Fernández Tschieder E.[1], R. Martiarena[2], J. Goya[1], A. Lupi[3], J. Frangi[1]

[1] LISEA. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Calle 119 y 60, La Plata.
lisea@ceres.agro.unlp.edu.ar
[2] EEA Montecarlo INTA. Av. Del Libertador 2472, Montecarlo, Misiones.
[3] Instituto de Suelos INTA Castelar. Los Reseros y Las Cabañas. Villa Udaondo, Castelar. Pcia de Buenos Aires.

Summary

The present study was carried out in three *Araucaria angustifolia* plantations of different age class defined in 20-25, 30-35 and 40-45 years old in northern Misiones. Three equations for dry weight estimation of tree aboveground components were fitted. The biomass per-hectare was estimated by applying the selected equations to each tree of the treatments plots. The three evaluated equations showed better fitting for the bole and total dry weight than for the leaves and branches components. No trends in the residuals distribution were observed. The total aboveground biomass was 121,6 $Mg.ha^{-1}$ for the 20-25 age class, 137,2 $Mg.ha^{-1}$ for the 30-35 class and 245,3 $Mg.ha^{-1}$ for the 40-45 class. Independently from age, the bole biomass represented the higher proportion of the total above ground biomass, the leaves biomass percentage diminished with the age, while the branches biomass percentage did not show any relation with age.

Key words: equation fitting, aerial biomass, *Araucaria angustifolia*.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en plantaciones de *Araucaria angustifolia* de diferentes clase de edad, definidas entre 20-25, 30-35 y 40-45 años, localizadas en el norte de la Provincia de Misiones. Se ajustaron tres ecuaciones para determinar el peso seco de los diferentes compartimentos de la parte aérea de los árboles. Se estimó la biomasa por hectárea mediante la aplicación a los individuos de las parcelas de las ecuaciones seleccionadas. Las 3 ecuaciones evaluadas mostraron mejores ajustes para el compartimento fuste y el peso seco total que para los compartimentos hojas y ramas. En ningún caso se observaron tendencias en la distribución de los residuos. La biomasa aérea total resultó 121,6 $Mg.ha^{-1}$ para la clase de edad 20-25 años, 137,2 $Mg.ha^{-1}$ para la clase 30-35 años y 245,3 $Mg.ha^{-1}$ para la clase 40-45 años. Independientemente de la edad la biomasa del fuste representó el mayor porcentaje de la biomasa aérea total, el porcentaje de la biomasa de las hojas disminuyó desde las menores hacia las mayores edades, mientras que el porcentaje de biomasa de las ramas no mostró ninguna relación con la edad.

Palabras clave: ajuste de ecuaciones, biomasa aérea, *Araucaria angustifolia*.

Introducción

Araucaria angustifolia es una conífera nativa de América del Sur cuya distribución se extiende por un área fitogeográfica que abarca parte de Brasil y Argentina. En esta última sólo

* Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto Forestal de Desarrollo

ocupa una región marginal del área de distribución natural, la que se extiende por el Nordeste de la Provincia de Misiones.

Hoy en día existe un considerable interés en la estimación de la biomasa de los bosques tanto para fines comerciales y estudios científicos sobre la productividad de los ecosistemas, flujos de energía y nutrientes, como para la valoración de los cambios producidos en las tierras forestales, especialmente las tropicales, al ciclo global del carbono (Parresol, 1999).

Dentro de los límites del ecosistema forestal, en sentido vertical la altura del vuelo y la profundidad de exploración radicular, los nutrientes se encuentran distribuidos en varios reservorios, o compartimentos, tanto de la biomasa, de la necromasa, y del suelo. (Fernández, 2002).

El establecimiento de una relación armónica entre las decisiones de manejo forestal y las características del balance y circulación de los nutrientes es un aspecto clave para el mantenimiento de la productividad de los sitios. La estimación precisa del capital y flujo de nutrientes de una forestación depende de la correcta evaluación de la biomasa y su productividad (Binkley et al., 1997).

Todos los métodos para la estimación de la biomasa deben involucrar, al menos en la etapa de desarrollo, la predicción del peso seco de los árboles y la sumatoria de este para la obtención de la biomasa por hectárea. El procedimiento más común para la estimación del peso seco de los árboles es a través del uso de técnicas de regresión. Se determina el peso seco de los compartimentos de cada árbol y estos se relacionan con una o más variables dimensionales de los individuos (Parresol, 1999).

Los objetivos del presente trabajo fueron el ajuste de ecuaciones para la predicción del peso seco de los diferentes compartimentos de árboles de *Araucaria angustifolia* y la estimación de la biomasa aérea de plantaciones de *Araucaria angustifolia* de diferentes edades en el Norte de la Provincia de Misiones.

Materiales y Métodos

Ubicación del área de estudio

El presente estudio se desarrolló en rodales de *Araucaria angustifolia* ubicados en el Norte de la provincia de Misiones, seleccionándose dos sitios de muestreo:

- Campo Anexo Manuel Belgrano: propiedad del INTA-EEA Montecarlo, localizado próximo a San Antonio, Dpto. Gral. Manuel Belgrano, NE de la Provincia de Misiones. Geográficamente se ubica a los 20º 04´de latitud sur y 53º 45´de longitud oeste, a unos 600 m.s.n.m. El clima de la región se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 19,4º C, una máxima absoluta de 35,5º C y mínimas absolutas de -7º C. La precipitación media anual oscila alrededor de 2000 mm y su distribución es de tipo isohigro. Las heladas que se registran son relativamente intensas debido a la altitud que posee. El suelo del sitio se clasifica como apto para araucaria (Fernández et al., 1999), pertenece al gran grupo kandiudaf, es rojo, bien drenado, con profundidad efectiva superior a los 2 metros. El relieve es suave ondulado con pendientes del orden del 8%. El uso anterior de este sitio fue un monte nativo.

- Puerto Laharrague: perteneciente a la empresa Puerto Laharrague S.A., próximo a la ciudad de Montecarlo, Departamento del mismo nombre, Provincia de Misiones. Geográficamente se ubica aproximadamente a los 26º 30´ de latitud sur y los 54º 40´de longitud oeste. El clima de la zona se caracteriza por presentar una temperatura media anual entre 20 y 21ºC y una amplitud media anual de 11ºC. Las precipitaciones varían en torno a los 2000 mm anuales y su distribución es de tipo isohigro. Los suelos de estos rodales también se clasifican como aptos para araucaria, y pertenecen al gran grupo kandiudult, son rojos, bien drenados, con profundidad efectiva superior a los 2 metros. El relieve es suave ondulado a ondulado con

pendientes del orden del 8 al 15%. El uso anterior de este sitio fue cultivo de Tung *(Eleurites fordi*i).

Determinación del Peso seco de árboles y biomasa aérea

En lo referente a las opciones metodológicas que este tipo de estudios plantea, se ha optado por la construcción de una cronosecuencia (Sprugel, 1984; Turner, 1986; Ranger et al., 1995). Ello implica la selección de rodales de diferentes edades asumiendo que representan distintos estados de desarrollo de un mismo rodal. Esta alternativa permite obviar la necesidad de remedición y monitoreo a largo plazo que impone el estudio de cohortes de organismos longevos.

Se utilizaron plantaciones de tres clases de edad, definidas entre 20-25 años, 30-35 años y 40-45 años. Para cada una de ellas se instalaron tres parcelas circulares de 600 m^2. En cada parcela se midió el Dap (diámetro a 1,30 metros de altura) y altura (H) de todos los individuos. Las parcelas pertenecientes a las clases de edad 20-25 y 30-35 años se encuentran ubicadas en el campo Puerto Laharrague, mientras que las parcelas de la clase 40-45 años se encuentran en el Campo Anexo Manuel Belgrano. En la Tabla 1 pueden observarse las características estructurales de las plantaciones de *Araucaria angustifolia* de diferentes clases de edad.

TABLA 1.- Parámetros estructurales de plantaciones de *Araucaria angustifolia* de distintas edades, Provincia de Misiones.

Clase de edad (años)	Individuos (Ind.ha^{-1})	sdt	AB (m^2)	sdt	Hm (m)	sdt
20-25	306	21	19,1	2,6	17,3	0,52
30-35	206	8	21,4	1,4	18,6	0,05
40-45	300	24	34,5	1,8	22,7	0,37

(Ind.ha^{-1}) individuos por hectárea; (sdt) desvío estándar; (AB) área basal; (Hm) altura media.

El peso de los árboles se obtuvo mediante técnicas de análisis dimensional (Whittaker & Woodwell, 1968). En total se apearon 27 individuos, tres árboles por parcela, comprendidos en el rango de distribución diamétrica existente en las parcelas. En total se cosecharon 9 árboles para cada una de las clases de edad.

El material se separó y pesó en el campo (peso fresco) en los siguientes compartimentos: (*a*) fuste hasta 5 cm de diámetro; (*b*) ramas entre 1 y 5 cm de diámetro en los extremos; (*c*) ramas mayores a 5 cm de diámetro en los extremos; (*d*) ramas secas de cualquier diámetro; (*e*) hojas; (*f*) hojas secas y (*g*) frutos. Se consideró como hoja a la estructura compuesta por hojas verdes más ramas menores a 1 cm de diámetro cubiertas totalmente por estas. El peso del fuste fue determinado por medio de báscula industrial comercial, mientras que el resto del material se lo pesó en el lugar de apeo con una balanza de mayor precisión. El porcentaje de corteza se determinó mediante el peso con y sin corteza de secciones del fuste de distintos diámetros mayores a 5 cm.

Alícuotas de cada uno de los compartimentos de cada individuo fueron secadas a estufa a 70° C hasta peso constante para la determinación del peso seco de cada compartimento. Con estas muestras se determinó un coeficiente de transformación de peso fresco a peso seco de cada compartimento, el cual fue aplicado a la totalidad del material pesado en campo.

Se establecieron relaciones alométricas entre el peso seco de cada compartimento, excepto el *g*, y el total vs. Dap, Dap^2, altura o alguna combinación de ellas (Crow, 1988). Se ajustaron tres ecuaciones (TABLA 2). Para obtener las ecuaciones de peso seco y sus estadísticos se utilizaron técnicas de regresión lineal simple y la prueba de F al 95 % significación.

Los estadísticos analizados fueron el coeficiente de determinación ajustado (R^2aj), error estándar de la estimación (E) y distribución de los residuos (Sokal & Rohlf, 1979). Se seleccionaron las ecuaciones que en conjunto presentaron altos valores de R^2aj, menores valores de E y ausencia de tendencias en la distribución gráfica de los residuos.

TABLA 2.- Ecuaciones para la estimación del peso seco de los compartimentos de árboles de *Araucaria angustifolia*.

Ecuación Nº	Fórmula Matemática
1	Ps (kg) = a + b * Dap (cm)
2	Ps (kg) = a + b * Dap^2 (cm^2)
3	Ps (kg) = a + b * Dap^2 (m^2)*H (m)

Ps: peso seco; Dap: diámetro a 1,30 m de altura; H: altura; a y b parámetros de la ecuación a determinar.

La biomasa de cada compartimento fue estimada mediante la aplicación a cada individuo de las parcelas de las ecuaciones seleccionadas, seguido de la sumatoria de todos los pesos secos obtenidos. Estos valores fueron luego referidos a la hectárea (Baskerville, 1965). La biomasa aérea total por parcela se calculó como la sumatoria de la biomasa de los diferentes compartimentos.

Resultados y Discusión

Peso seco y Ajuste de Ecuaciones

El peso seco de los compartimentos de los 27 árboles cosechados de *Araucaria angustifolia* y sus características dendrométricas se presentan en la TABLA 3. El porcentaje de corteza obtenido para las tres clases de edad fue del 18%.

TABLA 3.- Características dendrométricas y peso seco por compartimento de 27 árboles de tres edades de *Araucaria angustifolia*.

				Peso seco (Kg)							
Árbol N°	Clase de Edad (años)	Dap (cm)	H (m)	Hojas	Hojas secas	Ramas 1-5 cm	Ramas > 5 cm	Ramas secas	Fuste c/c [a]	Frutos	Total
1	20-25	23,4	16,6	24,3	2,1	18,2		6,3	184,4		235,3
2	20-25	28,5	18,3	56,4	0,7	42,5		9,0	261,9		370,5
3	20-25	25,6	18,6	34,3	0,5	29,4		3,4	218,7	1,1	287,4
4	20-25	24,5	16,7	52,2	2,4	14,0	4,6	1,4	208,7		283,4
5	20-25	29	19,6	56,4	2,3	30,1			255,5		344,3
6	20-25	34,6	18,6	91,0	1,8	61,9		8,7	377,4		540,8
7	20-25	22,1	16,4	37,2	1,4	20,2		4,7	220,4		283,9
8	20-25	28,9	17,2	63,5	0,6	52,2	3,4	3,2	229,4		352,2
9	20-25	31,3	19,2	60,6	0,8	49,0	0,5	5,2	285,1		401,2
10	30-35	37,2	21,3	108,4		72,5	127,5	2,1	492,8		803,3
11	30-35	35,4	21,8	85,7	3,1	54,5	29,5		493,1		665,8
12	30-35	30,5	19,1	106,3		75,0	83,2		370,3		634,7
13	30-35	34,2	20,8	122,6	0,6	65,4	37,8		426,3		652,7
14	30-35	30,4	18,5	53,4	1,7	42,1	41,6	1,6	418,3		558,6
15	30-35	39,9	19,0	82,0	0,8	65,5	57,3	7,0	507,4		720,0
16	30-35	41,5	20,5	156,4	1,1	35,8	173,5	7,8	656,0		1030,6
17	30-35	32,5	17,7	142,1	0,8	50,4	48,9	2,4	396,3		640,9
18	30-35	40,7	21,5	118,7	1,4	31,4	137,1	3,9	598,2		890,7
19	40-45	31,7	22,5	44,0	0,2	161,9	16,4	7,7	416,2		646,4
20	40-45	36,2	21,4	57,6		55,6	73,8	1,0	535,3		723,3
21	40-45	44,8	22,8	103,8	1,2	52,4	104,4	8,2	737,2	1,9	1009,1
22	40-45	35,8	20,8	51,0	0,2	47,0	52,4	1,3	538,4		690,2
23	40-45	43,5	24,1	156,4	0,5	96,3	103,0	0,5	871,0		1227,7

24	40-45	27,7	17,1	32,9	0,4	31,3	6,0	1,6	252,1	0,4	324,7
25	40-45	37,3	21,6	78,0	1,1	45,4	61,5	2,7	551,4	0,4	740,6
26	40-45	28,8	20,7	24,0	0,4	23,7	10,5	4,7	321,3	0,1	384,7
27	40-45	59,2	25,5	176,5	5,5	37,9	205,3		1449,4	0,7	1875,3

[a] Fuste con corteza; (Dap) diámetro a 1,30 m de altura; (H) altura.

En los árboles de 20-25 años de edad las ramas mayores a 5 cm de diámetro prácticamente no existen. En las edades mayores la participación en el compartimento ramas, y por ende en la biomasa total, de las ramas mayores a 5 cm de diámetro aumenta (TABLA 3).

Debido a que los ajustes de las tres ecuaciones analizadas para los compartimentos hojas secas, ramas 1-5 cm y ramas secas no fueron satisfactorios se redefinieron los compartimentos de la biomasa aérea de *Araucaria angustifolia*. El compartimento hojas quedó conformado por la suma de hojas verdes más hojas secas y el compartimento ramas por la suma de ramas 1-5 cm, ramas > 5 cm y ramas secas; el compartimento fuste no tuvo modificaciones.

Las tres ecuaciones evaluadas para *Araucaria angustifolia* mostraron un muy buen ajuste a los datos para el compartimento fuste y el peso seco total. Para los compartimentos hojas y ramas el ajuste de las ecuaciones mejoró luego de la redefinición de los compartimentos (TABLA 4). Para ninguno de los tres modelos se encontraron tendencias en la distribución de los residuos de los diferentes compartimentos de la biomasa aérea.

TABLA 4.- Coeficientes y estadísticos de las ecuaciones de regresión ajustadas para la estimación del peso seco de los compartimentos de árboles *Araucaria angustifolia*.

Compartimento	Ecuación	*a*	*b*	R^2aj	*E*	*F*	*P*
Hojas	1*	-67,013	4,389	0,61	27,12	42,22	p < 0,05
Hojas	2	15,206	0,055	0,58	28,20	37,16	p < 0,05
Hojas	3	31,725	19,859	0,54	29,73	30,94	p < 0,05
Ramas	1*	-137,238	7,145	0,68	37,87	57,38	p < 0,05
Ramas	2	-1,171	0,088	0,62	41,47	43,72	p < 0,05
Ramas	3	23,592	32,302	0,60	42,81	39,47	p < 0,05
Fuste c/c[a]	1	-635,374	32,154	0,92	76,15	287,38	p < 0,05
Fuste c/c[a]	2	-55,623	0,422	0,96	54,68	580,99	p < 0,05
Fuste c/c[a]	3*	52,704	159,516	0,97	43,60	927,93	p < 0,05
Total	1	-840,041	43,706	0,93	93,92	349,10	p < 0,05
Total	2*	-41,713	0,565	0,94	86,10	420,06	p < 0,05
Total	3	107,951	211,773	0,94	87,29	408,03	p < 0,05

[a] Fuste con corteza; *modelos seleccionados; a y b parámetros de la ecuación; (R^2aj) coeficiente de determinación ajustado; (*E*) error estándar de la estimación; (F) valor de F; (P) valor de probabilidad.

Se seleccionó la ecuación 2 para el cálculo del peso seco total, la ecuación 3 para el cálculo del peso seco del fuste y la ecuación 1 para el cálculo del peso seco de hojas y ramas. En las figuras 1, 2, 3 y 4 pueden verse los ajustes de las ecuaciones seleccionadas para cada compartimento.

FIGURA 1.- Ajuste de la ecuación seleccionada para la predicción del peso seco del compartimento hojas de *Araucaria angustifolia*.

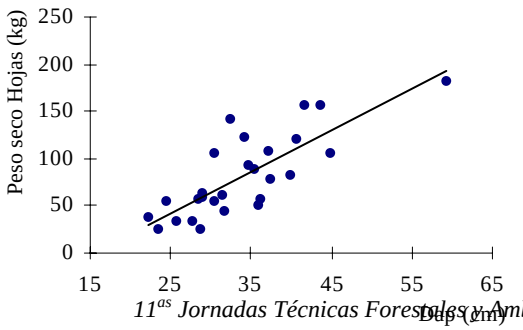


FIGURA 2.- Ajuste de la ecuación seleccionada para la predicción del peso seco del compartimento ramas de *Araucaria angustifolia*.

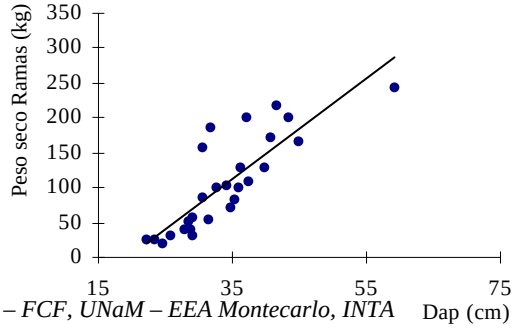


FIGURA 3.- Ajuste de la ecuación seleccionada para la predicción del peso seco del compartimento fuste con corteza de *Araucaria angustifolia*.

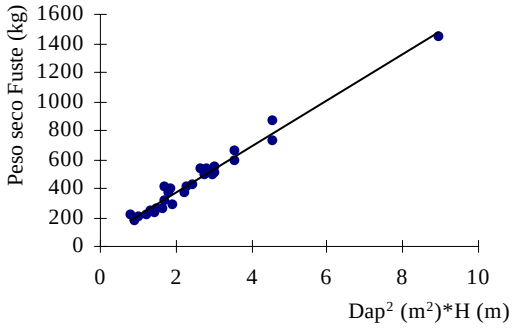
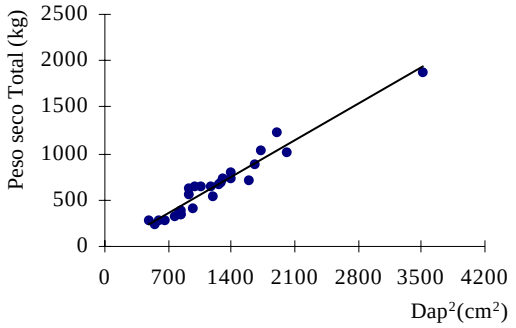


FIGURA 4.- Ajuste de la ecuación seleccionada para la predicción del peso seco total de *Araucaria angustifolia*.



Las ecuaciones seleccionadas para predecir el peso seco del fuste y el total mostraron un ajuste muy preciso a los datos observados, valores de R^2aj de 97% y 94% respectivamente, mientras que las ecuaciones seleccionadas para predecir el peso seco de las hojas y ramas no presentaron valores tan elevados de R^2aj, siguen mostrando un ajuste importante a los datos observados, valores de R^2aj de 61% y 68% respectivamente (TABLA 4). Esta diferencia podría deberse a la más alta correlación del Dap y la altura con las dimensiones del fuste que con otras partes del árbol. Por otra parte, el peso seco del fuste tiene una gran incidencia en el peso seco total.

Biomasa

La biomasa aérea total resultó 121,6 Mg.ha^{-1} para la clase 20-25 años, 137,2 Mg.ha^{-1} para la clase 30-35 años y 245,3 Mg.ha^{-1} para la clase 40-45 años (TABLA 5).

TABLA 5.- Biomasa (± sdt) de los compartimentos y total para cada clase de edad de *Araucaria angustifolia*.

	Biomasa (Mg.ha^{-1})									
Clase de edad (años)	Hojas	sdt	Ramas	sdt	Fuste s/c [a]	sdt	Corteza	Sdt	Total	sdt
20-25	17,2	2,2	19,4	3,1	69,7	7,5	15,3	1,6	121,6	14,4
30-35	19,0	0,7	25,1	1,0	76,4	2,7	16,8	0,6	137,2	5,0
40-45	29,2	1,4	39,1	1,8	145,1	8,2	31,9	1,8	245,3	13,2

[a] Fuste sin corteza; (Mg.ha^{-1}) megagramos por hectáreas; (sdt) desvío estándar.

Para la clase de edad 20-25 años las hojas representaron el 14,2% de la biomasa aérea total, las ramas el 16,0%, el fuste sin corteza 57,3 % y la corteza el 12,6%. Para la clase 30-35 años las hojas representan el 13,8% de la biomasa aérea total, las ramas el 18,3%, el fuste 55,6% y la corteza el 12,2 %. Para la clase 30-35 años las hojas representan el 11,9% de la biomasa aérea total, las ramas el 15,9%, el fuste 59,2% y la corteza el 13%.

Para las tres clases de edad la biomasa del fuste representó el mayor porcentaje de la biomasa aérea total. El porcentaje de la biomasa de las hojas disminuyó desde las edades menores hacia las mayores, mientras que, el porcentaje de biomasa de las ramas no mostró ninguna relación con la edad.

Conclusiones

Las ecuaciones $Ps=-67{,}01+4{,}389*Dap$ y $Ps=-137{,}238+7{,}145*Dap$ resultaron las más adecuadas para la estimación del peso seco de hojas y ramas respectivamente, para la estimación del peso seco del fuste se seleccionó la ecuación $Ps=635{,}374+32{,}302*Dap^2*H$,

mientras que la ecuación $Ps=-41,713+0,565*Dap^2$ presentó el mejor comportamiento para la estimación del peso seco total.

La estimación de la biomasa aérea total de *Araucaria angustifolia* mostró que para la clase 20-25 años la misma fue 121,6 Mg**.**ha^{-1}, para la clase 30-35 años 137,2 Mg**.**ha^{-1} y para la clase 40-45 años 245,3 Mg**.**ha^{-1}. En las 3 clases de edad el fuste con corteza representó aproximadamente el 70% de la biomasa aérea total. La participación porcentual de las hojas en la biomasa aérea total disminuyó desde las menores edades hacia las mayores. El porcentaje de biomasa de las ramas no mostró ninguna relación con la edad.

Bibliografía

BASKERVILLE, G.L. 1965. Estimation of dry wheight of tree components and total standing crop in conifer stand. Ecology, 46 (6): 867-869.

BINKLEY, D., O´CONNELL, A.M., SANKARAN, K.V. 1997. Stand Development and Productivity. En Managment of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forest. E. K. Sadanandan Nambiar and Alan G. Brown Ed, CSIRO Australia: p 419-438.

CROW, T.R. 1988. A guide to using regresion equations for estimating tree biomass. North J. Appl. For. 5: 15-22.

FERNÁNDEZ, R. A. Estrategias para minimizar los impactos de la cosecha forestal. Balance de nutrientes y condición física del suelo. 2002. Conferencia. En: Actas XVII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, 2002.

FERNÁNDEZ, R. A.; PAHR, N; LUPI, A. 1999. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. Yvyraretá 9: 41-49.

KIMMINS, JP. 1974. Sustained yield, timber mining, and the concept of ecological rotation; a British Columbian view. *Forest. Chron*. 50:27-31.

PARRESOL, B. R. 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisions. Forest Science 45 (4): 573-593.

RANGER, J., R. MARQUES, M. COLIN-BELGRAND, N. FLAMMANG & D. GELHAYE. (1995). The Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) stand studied using a cronosequence approach. Forest Ecology and Management 72: 167-183

SOKAL R.R. & F.J.U. ROHLF. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos de la investigación biológica. H. Blume Ed, Madrid. 832 pp.

SPRUGEL, D. 1984. Density , biomass, productivity, and nutrient-cycling changes during stand development in wave-regenerated balsam-fir forests. Ecol.Monog. 54(2):165-186.

TURNER, J. 1986. Organic matter accumulation in a series of *Eucalyptus grandis* plantations. Forest Ecology and Management 17: 231-242.

WHITTAKER, R.H. & WOODWELL, G.M. 1968. Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest, New York. J.of Ecol. 56: 1-25.

CRECIMIENTO DE Toona ciliata M. Roem var australis (FV Muell) CDC EN UNA PARCELA EN EL DPTO. ORAN - PROV. DE SALTA, ARGENTINA

GROWTH OF *Toona ciliata M. Roem var. australis (FV Muell)CDC* IN A TRIAL PLOT IN DPTO. ORAN, PROVINCE OF SALTA, ARGENTINA

Roberto C. Varela (1)

(1) Ing. Forestal – Técnico Investigador INTA EEA Salta – Ruta 68 Km. 172 – 4403 – Cerrillos, Salta. e.mail: rvarela@correo.inta.gov.ar

SUMMARY:

The objective of the present study is to acquire information and knowledge, about the adaptability and growth of Toona ciliata M Roem. var australis (F.V.Muell.) C.DC. due to the increasing interest in the Northwest of Argentina to produce good quality and valuable commercial wood.

The seeds were obtained from a tree plot of 96 trees, 14 year old, in the INTA – Estación Experimental en Cultivos Tropicales (Yuto, Jujuy) and planted, forming a parcel of 35 tres (7 x 5), spacing 4 m x 4m, in the farm, Abra Grande, Department of Orán, Salta.

Important damages over a number of trees were produced due to frozen temperature, in the first winter after plantation, nevertheless the good behavoir and growth is remarkable, also the reaction and recovery of the seedlings with the production of a good quality, classes 1 and 2, stems, with important values of diameters and heights measured.

Key words: Growth, adaptability, minimum temperature, frost.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo avanzar en la obtención de información y conocimiento sobre la adaptabilidad y crecimiento de Toona ciliata M. Roem. var. australis (F.V.Muell.) CDC. por tratarse de una especie de creciente interés en el Noroeste argentino para producción de madera de calidad y valor comercial.

Los plantines se prepararon con material genético proveniente de una parcela de 96 plantas y 14 años de la Estación Experimental en Cultivos Tropicales Yuto – INTA, (Jujuy) implantandosé una parcela, de 35 plantas (7x5) con espaciamiento de 4 m x 4m, en predio de la Finca Abra Grande (23º 07'S - 64º 20' W) en el Dpto. Orán, provincia de Salta.

Se destaca el buen comportamiento y desarrollo, a pesar del efecto helada, que daño inicialmente un importante número de plantas así como la reacción de rebrotes, recuperación de las mismas y producción de ejemplares de buena calidad, clases 1 y 2 , con importantes diámetros y alturas.

Palabras clave Crecimiento, adaptabilidad, temperatura mínima, heladas.

INTRODUCCIÓN

Toona ciliata M. Roem. tiene una distribución muy amplia en Asia entre los 15º y 25º N, en India, Filipinas, el Sudeste asiático mientras que Toona ciliata M. Roem. var. australis (F.V.Muell.) C.DC, se distribuye más localizadamente hacia el ENE de Australia, en Queensland, hasta New South Wales a 35º S, con precipitaciones a partir de los 900 mm/año hasta 1 800 mm/año, con una estación seca de 3 a 5 meses, temperatura media anual de 24ª C y media del mes más frío de 11º C resistiendo temperaturas mínimas absolutas de hasta –2,0º C. En plantación se desarrolla bien y admite sitios con hasta 4.000 mm/año, sobre suelos profundos, ricos en nutrientes, sueltos, bien drenados, no anegadizos. (Lamprecht 1990) (Edmonds 1993)

Pertenece a la familia de las Meliaceas, al igual que nuestro cedro Orán, *Cedrela angustifolia Sessé et Moquin*, siendo su nombre vulgar "cedro australiano". Es un árbol de gran porte que puede superar los 35 – 40 m de altura y los 1,5 – 1,8 m de d.a.p..

Localmente, en las provincias de Jujuy y Salta, conforme a lo observado en ensayos y plantaciones, prospera a partir de un piso de precipitaciones de 850 mm/año, siendo los factores que más inciden al momento de elegir el sitio para la plantación, el suelo, evitando compactos, anegadizos y la temperatura mínima que no debería superar los – 1,5º a – 2º C. (Varela R. et al . 1993).

El presente trabajo tiene como objetivo obtener información sobre comportamiento y adaptabilidad a las condiciones agroecológicas locales de Toona ciliata var. australis, dado que la misma esta despertando un creciente interés en el NOA, para la realización de plantaciones con destino a la producción de madera de calidad de importante valor comercial, con posibilidad de ir sustituyendo, en el tiempo al cedro Orán muy explotado, con existencias decrecientes y cada vez en áreas más lejanas, inaccesibles y costosas para su extracción. (Varela et al, 1993)

MATERIAL Y METODO

El ensayo, se implantó en Finca Los Dos Ríos (ex Abra Grande) distante 15 Km. al NO de la localidad de Orán, provincia de Salta, sobre la Ruta Nacional Nº 50 y consiste en una parcela de 35 plantas (5 x 7) con un espaciamiento entre filas y plantas de 4 m x 4m, con las siguientes condiciones de sitio :

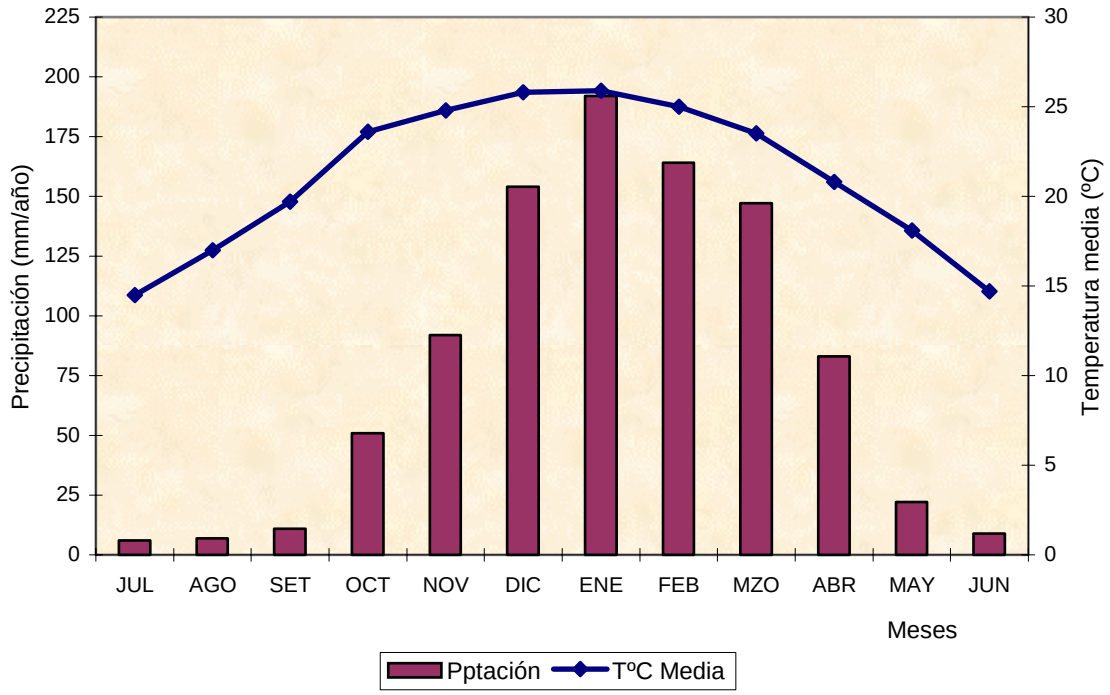
Fisiografía: Bajada aluvial, con relieve suavemente ondulado; con una altitud de 369 m snm; latitud 23º 07' S y 64º 20' W

Suelos: De incipiente desarrollo; con perfil A, C de texturas media a gruesa en profundidad; bien a algo excesivamente drenado; moderadamente ácido; contenido de materia orgánica media; pendiente suave del 1 %; erosión moderada; nivel freático alto.(Nadir-Chafatinos, 1990)

El clima: cálido, subtropical con temperatura media de 27,7 º C (verano) y 14,5 ºC (invierno), con heladas de baja frecuencia, duración e intensidad, que generalmente no superan – 1,0º C. Precipitación media anual: 900 – 1000 mm. (Bianchi et al , 1992), (Varela, 2003)

Grafico Nº 1

Climograma - San Ramón de la Nueva Oran (Salta) - Serie 1961/1990



Fuente: NIEVA, Ignacio J.; Analisis Climatológico de San Ramón de la Nueva Orán - 1961 – 1990 - INTA – EEA Salta

Se trabajó con material genético, proveniente de una parcela 96 plantas de 14 años de edad producidas con semillas provistas por el Ing. Mangieri, del ex IFONA en 1.978 e implantada en la E.E. de Cultivos Tropicales Yuto, donde se produjeron los plantines que se llevaron a campo al año de su fecha de siembra, con una altura promedio de 0,50 – 0,60 m.

A los 120 días de plantadas, sufrieron el efecto de una fuerte helada de – 1,5º C que afectó a dieciseis plantas, de las cuales finalmente se perdieron nueve (25 %), rebrotando las siete restante, produciendo individuos bi y trifurcados a distintas alturas, entr 0,80 a 1,20 m.

Es muy posible que este efecto se haya visto agravado por la plantación tardía, con un primer invierno muy frío para el área. (Henn, L. 1992)

Los tratamientos que se realizaron consistieron en limpieza, desmalezado, escamondo total. No se verificó aparición del hongo *Phomosis sp*. ni ataques de *Hypsiphylla sp.* confirmando hasta la fecha su inmunidad a dicho barrenador (Irala S, et al 1994); (Grijpma, P. et al 1969), así como de hormigas y/o roedores.

Se midieron d.a.p. con cinta diamétrica, sobre los fustes principales y sobre los rebrotes cuando estos se producían de cepas menores a 1,20 m. En cuanto a la calidad de árbol, el 73 % es clase 2 es decir de buen porte y fuste; el 15 % clase 1, muy bueno y un 12 % en Clase 3, mal fuste, torcido.

RESULTADOS

Se observa un buen desarrollo tanto en las plantas que resistieron el frío (medición de fustes) como de los rebrotes, producidos naturalmente, de aquellas que se helaron. El riesgo del efecto helada, zona, sería sensiblemente reducido si la plantación se realizara en el inicio de la época de lluvia (Nov-Dic). El marco de plantación 4m x 4m es apropiado pues permitió un buen crecimiento tanto en diámetro como en altura, de todos lo individuos medidos.

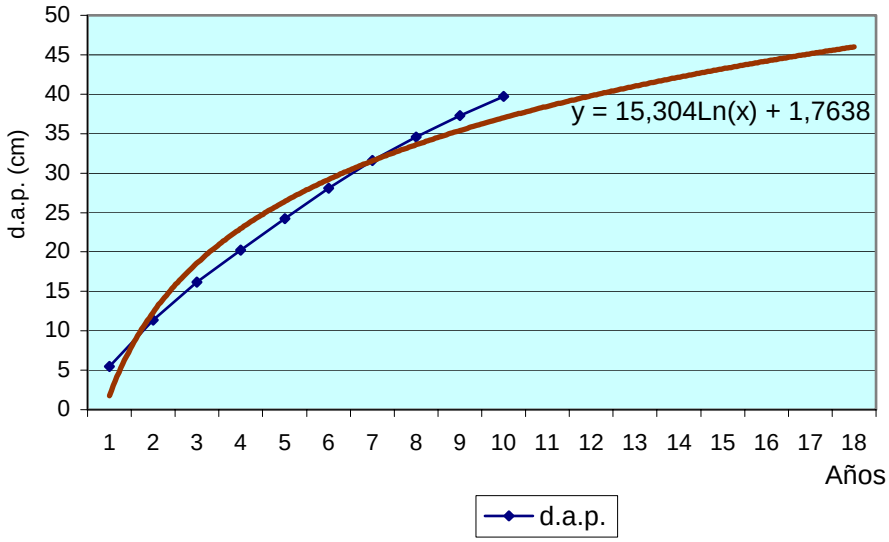
Tabla Nº 2 - Información sobre la parcela
Table Nº 2 - Information about the plot

1	Cantidad de plantas	35 (7 x 5)
2	Espaciamiento	4m x 4 m
3	Edad al medir, años	10
4	Plantas por ha, original	625
5	Plantas por ha, actual	428
6	Sobrevivencia, %	68,5
7	Plantas remanentes en parcela, cepas)	24
7.1	Cepas simples, d.a.p´s medidos / %	17 / 71%
7.2	Cepas bifurcadas, por encima de 0,90 m,	7
7.3	D.a.p.´s medidos en bifurcadas / %	14 / 29 %
7.4	Total dap´s medidos	31

Tabla Nº 4 - Variables de crecimiento promedios e Incremento Medio Anual
Table Nº 4 - Mean growth variables and Annual Mean Increase

		FUSTES	REBROTES
d.a.p. máximo m,		0,537	0,408
d.a.p. mínimo m,		0,231	0,185
d.a.p. promedio m,		0,397	0,328
AB c.c promedio m2		0,124	0,084
AB / ha m2/ha		53	35,8
Altura comerc, prom. m		15	15
Coef. Forma		0,5	0,5
Vol por árbol, m3		0,93	0,63
Vol. m3 / ha		397,12	271,00
I. M. A.	d.a.p., m	0,0397	0,0328
	Alt com, m	1,5	1,5
	m3/ha	39,71	27,1

Grafico Nº 1 - Crecimiento anual 10 años y curva de tendencia



CONCLUSIONES

Conforme a los resultados se cumple la hipótesis de trabajo, pudiendo considerársela como un especie forestal promisoria para la región, siempre que se la ubique de acuerdo a los requerimientos agroecológicos de sitio para su implantación, demostrando además una importante capacidad de regeneración por rebrote o tratamiento de recepe, para el caso de ser afectada por heladas no muy intensas y de corta duración.

La importancia económica de su cultivo puede notarse considerando que sólo con una sobrevivencia del 68 % de las plantas y según la curva de tendencia de incremento diamétrico, hacia los 20 años, alcanzaría un valor de producción de aproximadamente 40 m3/ha/año.

AGRADECIMIENTOS

Establecimiento Finca Los Dos Rios (ex Finca Abra Grande)

BIBLIOGRAFIA

BIANCHI, A. R.; C.YAÑEZ. 1992. Las precipitaciones en el Noroeste argentino. EEA Salta, INTA. 2ª edición. Salta.

EDMONDS, J. 1993. The potential value of Toona species (Meliaceae) as multipurpose and plantation trees in Southeast Asia- Commonwealth Forestry Review - Department of Plant Sciences, University of Oxford, United Kingdom.

GRIJPMA, P.; R. RAMALHO 1969. Toona spp., posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de las Meliáceas en América latina. Turrialba Vol. 19 - N° 4.

HENN, L. 1992. El cultivo de Toona ciliata: algunas experiencias. II Jornadas Tecnológicas Desarrollo Forestal Misionero en el Mercosur.

LAMPRECHT, Hans. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas –posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido- GTZ. Cooperación Técnica República Federal de Alemania

MANGIALAVORI A., J. MINETTI, F. MOSCOVICH, E. CRECHI. 2003 – "X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales". Setiembre 2003. Eldorado, Misiones.

NADIR A.; T. CHAFATINOS. 1990. Los suelos del NOA, (Salta – Jujuy). Tomos I y II.

VARELA, R. ; E. del CASTILLO; M. GIL. 1993 . Cultivos Forestales Alternativos- Toona ciliata var. australis - 1er. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Paraná, Entre Ríos.-

VARELA, R. Informe Final PIA 22/98 (SAGPyA – PDF - INTA) Ensayo de orígenes, procedencias y progenies de Toona ciliata var australis. 2003

EFECTOS DE LA DENSIDAD DE PLANTACION SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA INCIDENCIA DEL AMARILLAMIENTO EN *Melia azedarach* L.

EFFECTS OF THE STAND DENSITY ON THE GROWTH AND THE DECAY OF *Melia azedarach* L

Lucía R. Winck [1]
Marisa L. Becker [2]
Rubén A. Costas [3]
Juan P. Agostini [4]
Romualdo Brandt [5]

1- Estudiante de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: fayralu@yahoo.es
2- Estudiante de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: marisa_becker@yahoo.com.ar
3- Ingeniero Forestal. Prof. Adjunto de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar
4- Ingeniero Agrónomo. INTA EEA Montecarlo. CC4 (3384). Montecarlo, Misiones. Prof. Protección Forestal F.C.F.- U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: frumonte@ceel.com.ar
5- Encargado general de la Empresa Prusia S.C.A. Puerto Rico. Misiones. E-mail: romualdobrandt@yahoo.com.ar

SUMMARY

In a chinese tree *Melia azedarach* L. plantation set by seed in the field in the year 2000 and cut back at the first year, and located in the Garuhapé–mí, Depto. Libertador General San Martín, Misiones, since 2002 an experiment was setting in order to test the tree density over the tree growing and over the chinese tree decay by mycoplasm incidence. The experiment has four treatments for densities of 400, 600, 800 and 1000 trees by ha. Setting in randomized blocks with four replications. Each density was reached by taking off symptomatic trees when the experiment was set. At the 3,5 year-old of the trees the incidence and tree mortality by mycoplasm was larger in the high density treatment. Also, in the later the trees have the lowest growth in trunk diameter. No significant differences were found for growth of height at different densities. The density management could be a useful alternative for the low spread of the mycoplasm disease among chinese trees.

Key words: *Melia azedarach*. Mycoplasm disease. Stand density. Diameter at breast height.

RESUMEN

En una plantación de paraíso, *Melia azedarach* L., realizada por siembra directa en el año 2000 y recepada al primer año, y ubicada en la localidad de Garuhapé–mí, Depto. Libertador General San Martín, Misiones, durante el año 2002 se instaló un ensayo con el objeto de probar el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento y la incidencia del amarillamiento del paraíso. El ensayo está constituido por cuatro tratamientos de

densidad, 400, 600, 800 y 1000 plantas por ha, aplicados en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada densidad fue lograda eliminando prioritariamente individuos con síntomas de amarillamiento. La evaluación del grado de incidencia y mortandad debido a esa enfermedad a los 3,5 años de edad reflejó que hubo un mayor porcentaje de plantas afectadas en las parcelas con mayor densidad de plantación que en aquellas con menor densidad. En los tratamientos con mayor densidad se produjeron los menores crecimientos de diámetro a la altura de pecho medio (DAP). La densidad no tuvo efectos significativos sobre el crecimiento de altura. El manejo de la densidad se mostró como una alternativa útil para la disminución de la proporción de plantas afectadas por el amarillamiento.

Palabras clave: *Melia azedarach*. Amarillamiento. Densidad. Diámetro a la altura de pecho.

INTRODUCCION

El cultivo de Paraíso (*Melia Azedarach* L.), uno de los de mayor rentabilidad entre las especies forestales cultivadas en el nordeste argentino, se encuentra afectado por la enfermedad conocida como amarillamiento que produce la muerte de los árboles afectados. La causa de la enfermedad es un micoplasma, el cual es transmitido por un cicadelido. Es escaso el conocimiento técnico respecto del manejo de plantaciones y tratamientos preventivos o de curación de árboles y plantaciones afectadas por esta enfermedad.

DALTON, E. G. Y ARROYO, L. E. (1991) entre otros autores confirmaron la presencia de un micoplasma que genera esa enfermedad. AGOSTINI et al (2000) y PICCOLI (2000) encontraron que clones con mayor suceptibilidad al amarillamiento tuvieron un DAP medio a los 14 años de edad que clones con menor suceptibilidad. Considerando el manejo de la plantación, KURTZ (1992) encontró que un grupo de parcelas con raleos tuvo un DAP medio superior a otro grupo sin raleos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la densidad de plantación sobre la incidencia y mortandad debido al amarillamiento a los 3,5 años de edad y el crecimiento de las plantas luego de un año de aplicación de los tratamientos de densidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material experimental fue una masa regular de *Melia azedarach* L., producida a través de siembra directa utilizando material conocido en la región como variedad “Gotz”, implantada en noviembre de 2000 y recepada en setiembre de 2001, ubicada en la localidad de Garuhapé-mí, Dto. Gral. Libertador Gral. San Martín, Misiones. El lote donde se instaló el ensayo pertenece a la empresa Prusia S.C.A. La superficie total del ensayo fue 15.300 m^2 de superficie total y 6.720 m^2 de superficie neta. La pendiente promedio del lote es de 3 %. El complejo de suelo al cual pertenece el lote corresponde al complejo 9 de C.A.R.T.A. El suelo es homogéneo en todo el ensayo y corresponde a un Kandiudult típico (Soil Taxonomy, 1991).

El experimento tuvo cuatro tratamientos de densidad, 400, 600, 800 y 1000 plantas por ha, con espaciamientos medios de 4,7 x 5,5; 4,7 x 3,7; 4,7 x 2,7 y 4,7m x 2,2m respectivamente, con cuatro repeticiones aplicadas en bloques completos al azar.

Cada parcela con densidad homogénea es de 14 m de ancho y 30 m de largo, generando una superficie neta de 420 m^2. El ancho de cada parcela comprende 3 líneas de plantación y está rodeada de un borde en todo su perímetro con una densidad igual al que corresponde a cada tratamiento. El ensayo fue instalado en setiembre de 2002. Durante ese

año se realizaron raleos de la plantación original hasta llegar a las densidades mencionadas anteriormente, eliminando primero los individuos con síntomas de amarillamiento, luego los de menor diámetro y/o con fustes defectuosos, luego los descopados por el viento y por último los que fueran necesarios para conseguir el equiespaciamiento dentro de cada parcela.

En el mes de septiembre de 2003 se procedió a la medición de los DAP y la altura total de cada árbol del ensayo. Con esos datos se calcularon los promedios por parcela y el incremento de una de esas variables al cabo de un año desde la instalación del ensayo.

A los 3,5 años de edad se procedió a la evaluación del porcentaje de árboles afectados por amarillamiento (incidencia) y a determinar el porcentaje de árboles muertos por esta causa en cada unidad experimental.

El análisis estadístico para cada variable analizada fue realizado a través de análisis de variancia de un diseño en bloques completos al azar. Además se realizaron pruebas de comparaciones de pares de medias utilizando la prueba de Tukey para indicar diferencias estadísticamente significativas entre las medias involucradas en cada prueba.

RESULTADOS

Evaluación de severidad de incidencia.

Las parcelas con baja densidad de árboles son aquellas que manifestaron los valores más bajos de incidencia al amarillamiento (Tabla 1). La menor incidencia de la enfermedad pudo estar asociada con el menor número de plantas debido posiblemente a que la menor masa foliar en esos tratamientos dificultó el traslado del vector desde plantas enfermas a plantas sanas, considerando la escasa capacidad de vuelo del vector de la enfermedad.

Tabla 1: Porcentajes promedios de la incidencia de amarillamiento en árboles de *Melia azedarach* observado para cada densidad luego de un año de experimentación.
Table 1: Average porcentage of the decay incidence of *Melia azedarach* for different density plots after one year of trial.

DENSIDAD (Arb./ha)	INCIDENCIA % (*)
1000	20.31 [a]
600	20.25 [a]
800	19.23 [a]
400	5.57 [b]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,10.

Evaluación del porcentaje de mortandad

Paralelamente, las parcelas con mayor densidad de árboles fueron también las que manifestaron una mayor mortandad de árboles, atribuibles a esta enfermedad (Tabla 2) con diferencias significativas entre las parcelas de 800 árboles por ha con aquellas de bajas densidades, de 400 y 600 plantas por ha.

Tabla 2: Porcentaje de mortandad en árboles de *Melia azedarach* debido al amarillamiento observado para cada densidad luego de un año de experimentación.
Table 2: Percentage of dead chinese trees of *Melia azedarach* caused by mycoplasm according on the density after one year of trial.

DENSIDAD (Arb./ha)	MORTANDAD (%)
800	16.31 [a]
1000	10.19 [ab]
400	2.63 [b]
600	2.04 [b]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,01.

Evaluación del diámetro a la altura de pecho.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de DAP promedios a los tres años de edad y los incrementos diamétricos producidos al cabo de un año de aplicados los tratamientos de densidad. Si bien puede observarse que las diferencias de DAP_3 no resultaron claramente explicadas por la densidad, el incremento diamétrico en la menor densidad fue estadísticamente superior que el producido con las dos densidades mayores. Los resultados encontrados en este ensayo a una edad de 3 años, con el control de la densidad inicial, fueron similares a los mostrados por KURTZ (1992) en un ensayo de raleos realizados a edades de 4 y 7 años y una evaluación a los 12 años de edad.

Tabla 3: Diámetros a la altura de pecho a los tres años de edad (DAP_3) e incrementos entre las edades de 2 y 3 años ($IC_{(2-3)}$ DAP) observados para cada densidad de plantación.
Table 3: Average of diameter at breast height at three years old (DAP_3) and growth between ages 2 and 3 years ($IC_{(2-3)}$ DAP) for each plantation density.

DENSIDAD (Arb./ha)	DAP_3 (cm)	$IC_{(2-3)}$ DAP (cm)
400	8.91 [a]	3.48 [a]
600	8.63 [a]	2.98 [ab]
1000	7.83 [ab]	2.52 [bc]
800	6.82 [b]	1.85 [c]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,05.

Evaluación de la altura.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de alturas totales medias producidas con cada tratamiento de densidad y los incrementos producidos al cabo de un año de aplicados los tratamientos de densidad. Si bien se encontró que en las dos densidades menores el HM_3 resultó estadísticamente mayor que en la densidad de 800 plantas por ha, al analizar los incrementos anuales, estos resultaron ser estadísticamente homogéneos. Se puede inferir que las diferencias de alturas a la edad de tres años se debió a que al aplicarse los tratamientos, las plantas en las dos densidades menores eran de mayor altura media que en las parcelas donde quedaron 800 plantas por ha remanentes.

Tabla 4: Alturas totales promedios a los tres años de edad (HM_3) e incrementos entre las edades de 2 y 3 años ($IC_{(2-3)}$ HM) observados en cada densidad de plantación .
Table 4: Average of tree height at three years old (HM_3) and growth between ages 2 and 3 years ($IC_{(2-3)}$ HM) for each plantation density.

DENSIDAD (Arb./ha)	HM (m)	$IC_{(2-3)}$ HM (m)

600	8.30 [a]	2.59 [a]
400	8.27 [a]	2.57 [a]
1000	7.56 [ab]	2.31 [a]
800	7.00 [b]	2.13 [a]

(*) Tratamientos identificados con letras distintas indican que entre ellos hubo diferencias dado α=0,05.

CONCLUSION

En los tratamientos con mayor densidad se produjeron los menores crecimientos de diámetro a la altura de pecho medio. La densidad no tuvo efectos significativos sobre el crecimiento de la altura. El manejo de la densidad se mostró como una alternativa útil para la disminución de la proporción de plantas afectadas por el amarillamiento.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Prusia S.C.A., por su predisposición para apoyar la implementación del ensayo, facilitando el lote para su instalación y solventando los gastos operativos de aplicación de tratamientos y de registro de datos desde el inicio del mismo.

Al Ingeniero Santiago Figueredo y los estudiantes de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales Iván Khalstorf, Juan Heck, Claudio Gómez y Martín Vargas, por su participación ad honorem en los registros de datos realizados en el año 2003.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI J. P., FERNÁNDEZ, R., DALTON E. y PÍCCOLI, A. (2000) Selección de clones tolerantes al amarillamiento de paraíso *Melia azerarach.* Revista Floresta. Volume 30. Edicao especial. Curitiba. Brasil.

- DALTON, E. G. y ARROYO, L. E. (1991) Amarillamiento del Paraíso (Melia azerarach L.) en la provincia de Misiones: Estudio etiológico. Revista La Gaceta Agronómica. Vol XI. N° 60.

- KURTZ, V. D., (1992) Importancia de los tratamientos silviculturales para la obtención de madera de calidad de las plantaciones de Melia azedarach (Paraíso) en Misiones. II Jornadas Tecnológicas "Desarrollo Forestal Misionero en el Mercosur". Eldorado, Misiones, 7 al 11 de julio de 1992.

- PÍCCOLI, A. (2000) Comparación del crecimiento diamétrico de distintos clones de Paraíso Gigante *Melia azedarach* L. Trabajo Integrador de la cátedra de dasometría. F.C.F.-U.Na.M.

LA DENSIDAD APARENTE EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL BAJO DELTA BONAERENSE: UN PARÁMETRO FÍSICO DEL SUELO QUE MERECE SER EVALUADO

Darío S. Ceballos (1) y Sebastián Robbiani (2)

(1) Ing. Agr. Dto. de Suelos y Agua.
(2) Ing. For. Dto. de Silvicultura.
Estación Experimental Delta del Paraná. INTA. Paraná de las Palmas y Canal Laurentino Comas. C.C. 14 (2804). Campana, pcia. de Buenos Aires. dceballos@correo.inta.gov.ar

RESUMEN

La medición de los parámetros físicos de los suelos tiene una gran importancia en las investigaciones agronómicas, debido a que las alteraciones de los mismos influyen directamente en las propiedades hidráulicas de los suelos y en el crecimiento de los cultivos. Entre los parámetros más importantes, la densidad aparente es un indicador de la compactación antrópica que puede ofrecer una porción determinada del perfil, pudiendo afectar la implantación, desarrollo radical, aireación y acumulación de agua en el subsuelo (Lavado *et al*., 1993).

En el Bajo Delta Bonaerense las plantaciones de salicáceas representan la principal actividad productiva, existiendo establecimientos que combinan la forestación con la cría de ganado bovino, constituyendo sistemas silvopastoriles. El pisoteo del ganado es citado en la mayor parte de la literatura como un severo disturbio de la estructura edáfica, afectando la productividad forestal a largo plazo (Taboada *et al.*, 1999).

Se seleccionaron, en un establecimiento del bajo Delta Bonaerense, dos sitios. Uno bajo un sistema silvopastoril, y otro estrictamente forestal con una plantación de álamo sin acceso para el ganado. En ambos sitios, se realizaron mediciones de densidad aparente (Dap) por el método del cilindro.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del tránsito de animales sobre la compactación superficial del suelo en sistemas silvopastoriles.

Los resultados obtenidos demuestran que los valores de Dap del suelo, fueron mayores en la explotación silvopastoril, demostrando la compactación superficial generada por el tránsito de animales.

Palabras clave: Compactación
Tránsito de animales
Delta del Paraná

THE APPARENT DENSITY IN A SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE *BAJO DELTA BONAERENSE*: PARAMETRO FISICO OF THE GROUND THAT DESERVES TO BE EVALUATED

Darío S. Ceballos y Sebastián Robbiani

SUMMARY

The measurement of the fisic parameters of grounds has a great importance in the investigations, because the alterations of such influence directly in the hydraulic properties of grounds and in the growth of the cultives. Between the most important parameters, the apparent density is an indicator of the antropic compaction that can offer a determined portion of the profile, being able to affect the implantation, radical development, ventilation and accumulation of water in the subsoil.

In the *Bajo Delta Bonaerense* the plantations of salicaceas represent the main productive activity, existing establishments that combine forestry with breed of bovine cattle, constituting silvopastorals systems. The trampling of the cattle is mentioned in most of the literature like a severe disturbance of the edaphic structure, affecting the forest productivity in the long term.

Two sites were selected in an establishment of the *Bajo Delta Bonaerense*. One under silvopastoral system and the other strictly forested with a plantation of poplars without access for the cattle. In both sites, measurements of apparent density were made (Dap) by cylinder method.

The objective of the present work was to study the effect of the journey (traffic) of animals on the superficial compaction of the ground in silvopastorals systems.

The obtained results demonstrate that the values of the Dap of the ground were greater in the silvopastoral operation, demonstrating the superficial compaction generated by the journey traffic of animals.

Key words: Compaction
Journey of animals
Delta del Paraná

INTRODUCCIÓN

La medición de los parámetros físicos de los suelos tiene una gran importancia en las investigaciones agronómicas, debido a que las alteraciones de los mismos influyen directamente en las propiedades hidráulicas de los suelos y en el crecimiento de los cultivos. Entre los parámetros más importantes, la densidad aparente es un indicador de la compactación antrópica que puede ofrecer una porción determinada del perfil, pudiendo afectar la implantación, desarrollo radical, aireación y acumulación de agua en el subsuelo (Lavado *et al*., 1993).

En el Bajo Delta Bonaerense las plantaciones de salicáceas representan la principal actividad productiva, existiendo establecimientos que combinan la forestación con la cría de ganado bovino, constituyendo sistemas silvopastoriles.

El pisoteo del ganado bovino es citado en la mayor parte de la literatura como un severo disturbio de la estructura edáfica, afectando la productividad forestal a largo plazo (Taboada *et al.,* 1999).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del tránsito de animales sobre la compactación superficial del suelo en un sistema silvopastoril, comparando este con un sistema forestal.

Los resultados obtenidos demuestran que los valores de Dap del suelo, fueron mayores en la explotación silvopastoril, demostrando la compactación superficial generada por el tránsito de animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Bajo Delta Bonaerense, en el partido de San Fernando en un establecimiento productivo que combina la explotación forestal y ganadera, donde la Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná desarrolla ensayos de productividad de clones de álamos. Dicho campo se encuentra rodeado por diques como obra de defensa contra las inundaciones.

Los sitios se seleccionaron en función de los tratamientos a evaluar, estos son: : 1) Plantación estrictamente forestal y 2) Sistema silvopastoril con acceso de los animales. Ambos

sitios se encontraban, en el momento del muestreo, forestados con álamo de 6 años de edad a una distancia de plantación de 4 x 4 m.

Los sitios seleccionados, poseen suelos con escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos del Orden de los Entisoles, en ambientes bajo régimen acuico, saturados permanentemente con agua, con presencia de rasgos de hidromorfismo, pertenecientes al Gran Grupo de los Hidracuentes. Se tomaron muestras de suelos para su análisis químico de manera de caracterizar los sitios y como información para el análisis de los parámetros físicos del suelo.

Las muestras para densidad aparente se extrajeron utilizando el método del cilindro, el cual consiste en introducir el muestreador tipo Uhland en el suelo ejerciendo una presión vertical, dejando caer el martillo de manera constante, hasta que toda la altura del cilindro (7,5 cm) se encuentre bajo el suelo, luego se retira el cilindro del suelo, tratando de enrasar el exceso de material sobrante. El cilindro metálico con el suelo fue trasladado al laboratorio en bolsas plásticas bien identificadas para determinarle el volumen y peso seco, obtenido en una estufa a 110 ºC durante 24 horas, y proceder al cálculo del parámetro. Los datos fueron analizados estadísticamente (Comparación de medias por Tukey p>0,05) con el programa estadístico SAS (1999).

RESULTADOS

La densidad aparente en el sitio donde se desarrolla la actividad silvopastoril fue mayor a la situación donde los animales no tienen acceso (Fig. 1).

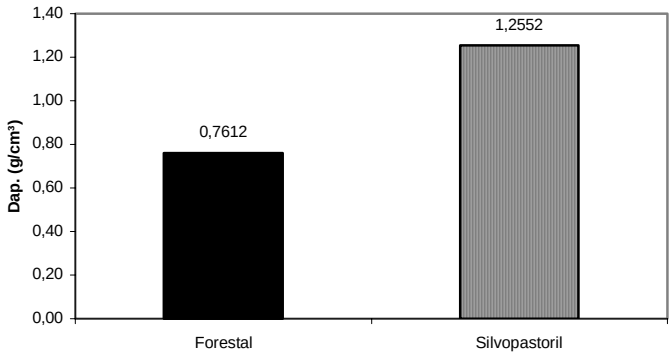


Figura 1. Densidad Aparente determinadas en prod. Forestal y silvopastoril

El contenido de materia orgánica en los sitios en estudio fue de 15,4 % para el de forestación y 11,5 % para el silvopastoril.

DISCUSIÓN

En relación a los mayores valores de Dap determinados en la producción silvopastoril, se evidencia el disturbio que ocasiona el pisoteo de los animales sobre la estructura del suelo. Sería conveniente investigar este efecto, en estos mismos ambiente, teniendo en cuenta el contenido hídrico con que el suelo es pisoteado, ya que este podría ser el principal factor que controla el efecto causado.

La diferencia en el contenido de materia orgánica de ambos tratamientos debe ser tenida en cuenta ya que es posible que pueda incidir en la Dap.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de las Ingenieras Agrónomas Silvia Cortizo y Vanesa Mema pertenecientes al equipo de trabajo de mejoramiento forestal de la Estación Experimental Agropecuaria Delta del Paraná, por su apoyo técnico y permiso de evaluación de sus ensayos. Y al productor, Sr. José Luis Cosentino, quien nos brindó su campo y nos brindó su apoyo, para realizar los estudios.

BIBLIOGRAFÍA

. Lavado, R. S. 1993. Influence of tripling on soil porosity under alternate dry and ponded conditions. Soil Use and Management, 51: 239-244.

. Taboada, M.A.; Lavado, R.S.; Svartz H. And Segat A.M.L. 1999. Structural stability changes in a grazed grassland Natraquoll of the Flooding Pampa (Argentina). Wetlands 19, 50-55.

SISTEMAS SILVOPASTORILES – UNA SÓLIDA ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDAD SOCIAL, ECONÓMICA Y AMBIENTAL♣

SILVOPASTORAL SYSTEMS: A SOLID ALTERNATIVE OF SOCIAL, ECONOMIC AND ENVIROMENTAL SUSTAINABILITY

J. Esquivel[1]
H. E. Fassola[2]
S. M. Lacorte[3]
L. Colcombet[4]
E. Crechi[5]
N. Pachas[6]
A. Keller[7]

1. Ing. Agr. Asesor CREA Tierra Colorada. Jujuy 206 (3300) Posadas. TE + + 54 3752 596478 email: elfacon@arnet.com.ar
2. Ing. Ftal MBA. Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax: ++54 3751 480 057 / 480 512. email: hfasola@ceel.com.ar
3. Ing. Agr. MSc. INTA CA Zaimán.Ruta 12, Km 7,5. (3300) Posadas. email: intasml@arnet.com.ar
4. Ing. Agr. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax: ++54 3751 480 057 / 480 512. email: crmontec@montecarlo.inta.gov.ar
5. Ing. Ftal MSc. Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax: ++54 3751 480 057 / 480 512. email: ecrechi@ceel.com.ar
6. Ing. Agr. Becario. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax: ++54 3751 480 057 / 480 512. email: apachas@agro.uba.ar
7. Ing. Ftal. Pasante. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax: ++54 3751 480 057 / 480 512. email: intam@ceel.com.ar

SUMMARY

It can be assumed that the adoption of productive models based in silvopastoral systems, in Misiones and NE of Corrientes by forest and cattle-raising producers, is due to a new generation of managers. They have identified in those systems a profit strategy that does not only rely on technical knowledge but also in their management capability to obtain products that satisfied a solvent demands. Those systems could improve the generation of work post, more efficiently than forest corporation or cattle-raising activities. The silvopastoral systems Equal Annual Equivalent is higher than cattle raising, forestry and annual crops (corn and soybean). Because of this, social, economical and environmental sustainability is higher in silvopastoral systems.

Key words: cattle-raising, annual cultivations, silvopastoral systems, economy, management

RESUMEN

La acelerada difusión que están alcanzando los modelos productivos basados en sistemas silvopastoriles, en Misiones y el NE de Corrientes, es atribuible al surgimiento de una nueva generación empresaria, que visualizó en ellos una estrategia de ganancias con basamento no sólo en la disponibilidad de conocimiento técnico, sino también en su capacidad de gestión empresaria para lograr productos que atiendan los requerimientos de mercados solventes. Estos sistemas presentan a su vez la posibilidad de atender la generación de empleo con

♣ Los indicadores técnicos referidos a sistemas silvopastoriles en Misiones y NE mencionados en este artículo han sido obtenidos con financiamiento parcial del Proyecto forestal de Desarrollo (Convenio SAGPYA-BIRF) y el PAN 437 “Sistemas silvopastoriles en la República Argentina”.

mayor eficiencia que el forestal puro de gran envergadura o el ganadero y sus ingresos anuales equivalentes (IAE) son superiores a los de cultivos anuales como el maíz y la soja, razones por lo cual tienen la virtud de una mayor sustentabilidad social, económica y ambiental.

Palabras clave: ganadería, cultivos anuales, sistemas silvopastoriles, economía, gestión

INTRODUCCIÓN

El sistema silvopastoril (SSP) se encuentra dentro de los denominados sistemas agroforestales, cuya definición indica que es un manejo de suelos sostenible, el cual incrementa el potencial del mismo, combina la producción de cultivos (incluyendo frutales leñosos) y/o animales y árboles forestales, en forma simultánea o secuenciada en el tiempo, sobre la misma unidad de tierra y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local (King, 1987). Otros autores agregan al respecto que en esa asociación deliberada de leñosas plurianuales, cultivos y/o animales debe haber una interacción ecológica y/o económica positiva (Torquebiau, 1989; Young 1990)

Este sistema productivo posee dos componentes primarios, uno arbóreo (por eso "silvo" que significa bosque, independientemente de cómo se haya generado, por plantación, por siembra, por regeneración natural, todas estas situaciones presentes en nuestra zona) y otro herbáceo o forrajero que es la base de sustentación (por ello "pastoril") de la producción secundaria, en nuestra región la bovina.

Si bien hubo intentos de desarrollar sistemas silvopastoriles que datan de fines de la década de 1970, como la iniciada por directivos de Celulosa Argentina SA en la zona de San Pedro (Mnes.) o posteriormente las encaradas por diversos productores bajo monte nativo en la zona de Montecarlo, la de SAFAG en el Alto Paraná o la de Forestal Las Acequias en el Norte de Corrientes, varios de ellos no fueron viables por distintas razones, con lo cual el "modelo productivo" no pudo imponerse.

No es sino hasta fines de la década de 1990 e inicios de la presente que los mismos comienzan a difundirse aceleradamente, alcanzando una superficie estimada en más de 10.000 has en la provincia de Misiones y que cuentan con algún tipo de asesoramiento técnico profesional.

Las bases de técnicas de manejo de este sistema comienzan a fundamentarse a partir de mediados de la década de 1980, cuando se inician estudios tanto desde lo forestal como desde lo ganadero -convergiendo posteriormente- por parte de instituciones, empresas o productores y que permiten arribar al estado de conocimientos con que se cuenta hoy día (ver resumen tabla 1). Aunque las mismas por sí solas no pueden explicar el grado de difusión que están alcanzando y que permitan hablar de la imposición de un nuevo "modelo productivo".

Fassola y Pachas (2004) señalan que Boyer y Freyssenet (2001), en su trabajo de análisis de la industria automotriz mundial, definen a los "modelos productivos" como "compromisos de manejo de empresa", que permiten implementar duraderamente y con beneficio, una de las estrategias de ganancia viables en el marco de los modos de crecimiento de los países en los que las empresas organizan sus actividades, gracias a medios (política producto, organización productiva y relación salarial) coherentes y aceptables para los actores involucrados.

ACELERADA DIFUSIÓN DE UN NUEVO "MODELO PRODUCTIVO" EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES

Varios hechos pueden haber confluido en el tiempo para que la velocidad de expansión del mismo se haya acelerado, pero es destacable que varias de las empresas que se encuentran liderando el proceso tienen algunas características, a veces compartidas y otras no:

Tabla 1: Principales características de los sistemas silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes (Fassola y Pachas 2004, Fassola *et al*, 2004)

Main characteristics of silvopastoral systems in Misiones and NE of Corrientes (Fassola y Pachas 2004, Fassola *et al*, 2004)

Producción Forrajera

- La productividad de los pastizales, donde predomina "pasto jesuita"es mayor bajo dosel arbóreo. En un trabajo bajo condiciones controladas utilizando sombra artificial, la materia verde forrajera del "jesuita" en el testigo sin fertilizar fue de 1088 kgMS/ha y con 50 % de sombra 7520 kgMS/ha.
- Este comportamiento también es observado en *Bracchiaria brizantha*, especie megatérmica, al igual que en otros *Axonopuss* (Jesuitas: Rauh, gigante ó *A. catarinensis*, Super Max, etc.) introducidos desde Brasil.
- En los pastizales el dosel arbóreo hace que los pastos menos palatables, característicos de la zona de campo, reduzcan drásticamente su participación, pasando a dominar el "pasto jesuita".
- El **dosel arbóreo reduce el efecto de las heladas**. Con la consecuente eliminación o reducción de la suplementación invernal
- La producción tiene un carácter netamente pastoril con lo cual se logra un excelente posicionamiento en el mercado.
- Los análisis de suelos reflejan mayor contenido de fósforo bajo dosel que a cielo abierto. En los tratamientos con fertilización fosfórica se observa que a medida que aumenta el grado de sombreamiento, incrementan los niveles de fósforo.
- También se obtuvo una mayor proporción de fósforo en hoja en "pasto Jesuita" a medida que se incrementaron los niveles de sombra, superando los valores mínimos de requerimiento nutricional del animal.

Producción Forestal

- Es factible la obtención en turnos cortos de rollizos podados superiores a 40 cm sin corteza en punta delgada, Grado I de calidad, tanto de latifoliadas como de coníferas.
- El **régimen silvícola directo para aserrío,** es el manejo forestal necesario para generar las condiciones de radiación solar requeridas para el desarrollo de la pastura, que a través de raleos tempranos "perdidos" y podas obliga a concentrar el crecimiento en los mejores árboles, con lo cual se tiende a maximizar la madera libre de nudos.
- Rollizos de esas características tienen por destino la industria del aserrado vinculada a maderas decorativas o para usos especiales, la industria del debobinado o de chapas, las que mayores precios pagan por la materia prima.
- En casos como el de *Grevillea Robusta* A. Cunn., no hubo diferencias significativas de crecimiento entre situaciones de clausura o bajo pastoreo, en mediciones realizadas a los siete años, con inicio de pastoreo al 4º año y una carga animal de una cabeza/ha cada 2500 kg/ha de disponibilidad forrajera .
- Disponibilidad de simuladores de crecimiento con los cuales analizar estrategias de manejo de la densidad y su rentabilidad.

Producción Ganadera

- Bajo dosel se puede manejar rodeos bovinos con alta proporción de sangre británica, con lo cual se logra mayores tasas de crecimiento y cortes de alto grado de terneza. La contribución de los árboles en la prevención o reducción del estrés calórico es mayor a medida que se eleva la temperatura ambiental y cuando se trabaja con razas europeas. El estrés producido por calor compromete la eficiencia de producción y existe un efecto residual importante. La modificación del ambiente en forma artificial (reparos) o natural (árboles) es una alternativa de solución al mencionado problema. Hay un aumento en la receptividad de las pasturas por lo que aumenta la carga animal/ha. En un caso controlado de pastoreo con vacunos bajo dosel de Grevillea robusta A. Cunn. en el Sur de Misiones se logró como mínimo el doble de carga y con una mayor disponibilidad forrajera que en un pastizal a cielo abierto.
- Sin ningún tipo de suplementación en la dieta, sobre pastizal natural bajo dosel fue posible obtener ganancias de peso del orden 0,4-0,5 kg/animal/día/año**. La región puede y tiene la posibilidad de pasar de ser zona de cría a zona de engorde.**

Producción del Sistema

- Disponibilidad de modelos preliminares que permiten predecir el comportamiento de pastizal o pasturas ante modificaciones de la canopia o de la densidad del rodal.
- Análisis socio-económicos hechos sobre tres alternativas de producción a nivel empresarial -forestación, sistema silvopastoril o ganadería- se llegó a las siguientes conclusiones: la introducción de la ganadería disminuye en forma muy poco significativa la tasa interna de retorno y aumenta ligeramente los resultados de valor actualizado neto y valor potencial de la tierra respecto del manejo forestal puro. El SSP es financieramente más abordable al disminuir sensiblemente el monto total de la inversión, ya que se produce un flujo positivo de caja a partir del octavo año y emplea más mano de obra.
- Se flexibiliza la economía de los establecimientos de pequeños y medianos productores, donde el flujo de caja lo provee la ganadería ("caja chica"), mientras que el incremento de capital ("caja de ahorro") lo brinda la forestación.
- Finalmente, se puede inferir que decidir entre la forestación y el SSP depende de la habilidad de montar y administrar un sistema más complejo y de cuál es el factor limitante de la unidad que toma las decisiones.

No eran líderes con anterioridad, en el rubro productivo en que se desempeñaban, tanto sea ganadero, forestal o yerbatero. En general se trata de PyMEs familiares.

- Es frecuente que se haya producido en las mismas un cambio en su línea gerencial, en varios casos motivado por el recambio generacional.
- Varios de ellas se insertaron en la cadena de valor de empresas celulósicas a través de la provisión de servicios, viéndose influidos por los cambios que sufrieron estas en su gerenciamiento durante la década de 1990, o brindaban servicios a otras empresas ganaderas o poseen formación en administración de negocios.
- El fuerte proceso de concentración que afectó al sector forestal.
- La utilización de los estímulos forestales, incluso por parte del sector ganadero**.**

¿Por qué la nueva línea gerencial adopta este "compromiso de manejo de empresa"?

Boyer y Freyssenet (2001) identifican seis fuentes de ganancia factibles en una empresa, añadiendo que ninguna de ellas desdeñaría alguna, pero que no todas son igualmente explotables y combinables. Es probable que la línea gerencial que lidera el proceso haya evaluado que adoptando los sistemas silvopastoriles su "estrategia de ganancia" se puede basar en las siguientes cuatro fuentes, que para el caso en estudio serían igualmente explotables y combinables:

- **La diversidad de la oferta**, que les permitiría ampliar la demanda a todos los clientes solventes respondiendo a sus propias expectativas.
- **La calidad del producto**, que autoriza un precio superior o hace ganar partes de mercado.
- **La posibilidad de introducir innovaciones comerciales**, que les garantizarían por un tiempo una renta de monopolio o superior (surgen nuevos cabañeros, trazabilidad, carne orgánica, rollos podados con un determinado índice de rendimiento en madera libre de nudos, etc.).
- **La posibilidad permanente de reducción de costos**, por incrementos en la productividad y calidad de las especies forestales, forrajeras y ganaderas.

Eventualmente una quinta fuente de ganancia podría aplicarse a PyMEs con industria de transformación propia:

- **Flexibilidad productiva,** que permita ajustar rápidamente los costos a las variaciones de la demanda, sólo sería aplicable en el caso de una integración hacia delante, que por el tipo de desarrollo sería más factible de alcanzar en la industria forestal.

Adecuada identificación de las fuentes de ganancia

El haber identificado estas fuentes de ganancia, basadas en el engorde ganadero bajo un sistema pastoril y la producción de rollizos de calidad, les permite insertarse en la cadena de valor de la industria frigorífica e industria forestal vinculadas a los mercados externos más solventes o también integrarse ellos mismos hacia delante, con lo cual los riesgos propios de economías nacionales basadas en modelos de crecimiento impulsados por la exportación de materias primas y por una distribución de rentas dispar, se ven disminuidos o neutralizados. También dejan de lado (o reduce en forma muy significativa) la inserción en la cadena de valor de empresas o corporaciones involucradas en el negocio celulósico, de tableros o de madera aserrada de bajo valor, independientemente de que estas estén ligadas a mercados externos, en las cuales la fuente de ganancia son las economías de escala que consisten en

distribuir los costos fijos sobre el volumen más amplio posible para reducir costos unitarios (sexta fuente de ganancia).

Las otras claves del "modelo productivo silvopastoril"

El haber identificado las fuentes de ganancia, por sí sólo no garantiza el éxito de un "modelo productivo". Otros elementos son también de suma importancia para alcanzar el éxito. Boyer y Freyssenet los agrupan en tres grandes componentes:

- La "política-producto" concierne a los mercados y segmentos de mercado a los que se apunta, la concepción de los productos ofrecidos y de su gama, los objetivos de volumen de ventas, de diversidad de modelos, de calidad, de novedad y de margen. Parcialmente con referencia a este aspecto se hizo alguna mención en las fuentes de ganancia.
- La "organización productiva" afecta a los métodos y medios elegidos para realizar la "política producto". Si bien hay una suficiente disparidad entre los productores líderes en lo vinculado a estos aspectos, podemos encontrar en ella una de las causas de los anteriores fracasos en la difusión de estas prácticas. Empresas burocráticas, verticalmente organizadas en algunos casos, y/o con escaso conocimiento técnico en otros, pueden encontrarse entre las mismas. Como contrapartida entre los nuevos gerentes encontramos ejemplos de gestión orientada hacia el mejoramiento de procesos de trabajo involucrados en la actividad productiva. Se encuentran también ejemplos de gestión ambiental tendientes a seguir el rumbo que en ese campo se vienen difundiendo en el mundo.
- "La relación salarial", que está constituida por el sistema de incorporación de personal, de empleo, de clasificación, de remuneración directa e indirecta, de promoción, es para el "modelo productivo" una de las bases para el compromiso de manejo de la empresa. Al igual que en el caso anterior hay un grado de disparidad entre las distintas empresas, pero puede afirmarse que varias de ellas presentan características diferenciales con relación a la empresa netamente forestal o ganadera. Por ejemplo han eliminado el pago a destajo en operaciones de poda forestal, han dado mayor autonomía a los operarios previa capacitación, han capacitado sus operarios en la estimación de la disponibilidad forrajera de los potreros etc. Ello está reflejando una tendencia en gestión de los recursos humanos propia de una empresa orientada hacia la calidad y una organización más horizontal, ni paternalista ni altamente verticalizada.

SUSTENTABILIDAD SOCIAL Y ECONÓMICA

Puestos de trabajo generados por modelos productivos ganadero, forestal silvopastoril

El impacto social y consecuentemente económico, que puede provocar la adopción de este "modelo productivo" es elevado. Más allá de estabilizar el proceso de acumulación de capital empresario, dada la vinculación a mercados solventes, tiene un efecto multiplicador del empleo. No sólo en cantidad sino en calidad, ya que la industria forestal muestra como tendencia creciente en el mundo el manufacturar sus productos "*in situ*" y la industria mueblera requiere personal calificado.

En la tabla 2 se exhiben los puestos de trabajo potenciales que demandaría este modelo por cada mil hectáreas de manejo silvopastoril (Fassola *et al*, 2004).

Tabla 2: Estimación de la ocupación de mano de obra directa en un modelo productivo silvopastoril en la Zona Agroecológica Distrito de los Campos (Martinez Crovetto, 1963) por cada mil hectáreas.
Estimation of direct labour force applied to a silvopastoral productive model in Agroecologic Zone Distrito de los Campos (Martinez Crovetto, 1963) by 1000 has.

Mano de obra directa empleada en la etapa primaria de la producción			
Sistema	Ganadero (*hombres/1.000 ha*)	Forestal (*hombres/1.000 ha*)	Silvopastoril (*hombres/1.000 ha*)
Implementación	Alrededor de 2	3 - 7	4 - 8
Manejo	Alrededor de 1	3	4
Subtotal etapa primaria:	Alrededor de 3	6 – 10[i]	8 – 12[ii]
Mano de obra directa en Industrias (transformado a hombres/1.000 ha de sistema):			
	Frigorífico	Forestal de gran envergadura	Forestales PyMEs
Aprovechamiento		Muy variable, en función del tipo de máquinas e industria: Entre 15 y 30	11-15
1ª Transformación *			9-13
1º remanufactura**			21-27
Mueblería convencional (3 a 20 obreros/u)***		Sin datos	De 90 a 120
Frigorífico provincial (*50-100 cab/día*****)[iii]	Alrededor de 0,1, hasta ½ res		
Frigorífico exportador (*400-1200 cab/d*)*****	Alrededor de 1,4 Incluye despostado y empaque		Alrededor 1,2[iv]
TOTAL GENERAL:	4 - 4,5	21 - 40	Hasta 140 - 188

* Fuente: L. Colcombet-INTA EEA Montecarlo, encuesta a industrias de transformación de madera.
** Fuente: L. Colcombet-INTA EEA Montecarlo, encuesta a aserraderos PyMEs con sector de remanufactura.
*** Fuente: En base Censo de Industria Ciudad de Esperanza, Sta. Fe. Jornadas Técnicas. Expodema. Octubre 2003. Industria mueblera artesanal vinculada a mercados internos y externos solventes.
**** Fuente: L. Colcombet-INTA EEA Montecarlo, encuesta a frig. con habilitación zonal y regional, 0,1-0,2 jorn/cabz faen.
***** Fuente: Arq. A. Fassola. Estudio de Diseño de plantas frigoríficas. 0,8-0,9 Jornales por cabeza faenada

Los supuestos adoptados para establecer los puestos de trabajo generados por un modelo ganadero, uno forestal y otro silvopastoril en el NE de Corrientes fueron los siguientes:

[i] Mayor productividad por hora de trabajo de mano de obra y maquinaria, dado por un mayor volumen de madera extraída por intervención en un manejo forestal "convencional" respecto de un manejo silvopastoril.
[ii] La inversa de la nota "i".
[iii] La industria frigorífica provincial típicamente distribuye medias reses, y no cortes seleccionados.
[iv] Se asume que: a) la productividad se incrementará en el orden del 50% y b) el sistema silvopastoril podrá ser efectivamente implementada durante alrededor de 3/5 partes del ciclo forestal.

SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA Y AMBIENTAL

Análisis comparativo del valor de la producción de sistemas silvopastoriles, forestales y cultivos anuales.

A los fines de analizar la conveniencia financiera de la implementación de los sistemas silvopastoriles se procedió a considerar los costos e ingresos de los sistemas silvopastoriles, forestales y cultivos anuales en la Zona de Campos (Martinez Crovetto, 1963) para posteriormente, mediante un criterio de decisión establecer cual de ellos ofrecía el mejor comportamiento financiero.

Uno de los indicadores más comunes es Valor Presente Neto (VPN), el cual es complementado normalmente con la Tasa Interna de Retorno (TIR), aunque el presente análisis fue complementado aplicando otro criterio de decisión denominado Ingreso Anual Equivalente (IAE: Equal Annual Equivalent: EAE) (Jacobson, 1998). Según Jacobson (1998) cuando se compara usos de la tierra que tienen diferentes tiempos de inversión (maíz, sorgo, soja, cultivos anuales, mientras que la cosecha de rollizos requiere varios años) se necesita tener un período común de análisis. La fórmula del IAE combina todos los costos e ingresos en un sólo ingreso anual que es equivalente a todos los flujos de fondos durante un período de análisis distribuido uniformemente sobre el período. Pudiéndose definirlo como el monto de un pago anual que brindaría el VPN de un activo durante su período de vida (Jacobson, 1998). Su expresión es la siguiente:

$$IAE = VPN * FactordeAnualidad$$

$$FactordeAnualidad = \frac{i(1+i)^t}{i(1+i)^t - 1} \qquad \text{donde: } i\text{=interés; } t\text{= tiempo}$$

Esta metodología fue empleada para comparar el IAE resultante de cultivos anuales, soja y maíz, versus la actividad de engorde de novillos, como también el obtenido con la producción de un rodal de *Pinus taeda* con producción de raleos comerciales y el de un sistema silvopastoril con la misma especie manejada bajo un "régimen directo para aserrado" (sin producción de raleos comerciales) y orientado igualmente al engorde novillos.

Se presupuso un suelo rojo profundo del Sur de Misiones o NE de Corrientes, al cual se le asignó un Índice de Sitio 22. Mediante el Simulador de Crecimiento Forestal (Crechi *et al*, 1997) se obtuvieron las tablas de producción física correspondientes a regímenes forestales con raleos comerciales y "directos para aserrado", ya mencionados. Con posterioridad se estimaron los márgenes brutos de ambas actividades (Tablas 3 y 4).

En las tablas 5 y 6 se presentan la producción física y el margen bruto de la actividad ganadera pura. Para la ganadería en el SSP se consideró que ofrecía un margen bruto del 75 % del obtenido en forma pura a partir del año 3. En las tablas 7 y 8 se presentan la producción y el margen bruto de soja y maíz.

TABLA 3:PRODUCCIÓN FÍSICA Y MARGEN BRUTO/HA- CON RALEOS COMERCIALES (CRC)
PHISYCAL PRODUCTION AND GROSS MARGIN /HA – WITH COMMERCIAL THINNINGS (WCT)

	MB $/tn	1º RALEO	2º RALEO	3º RALEO	CORTA FINAL	TOTAL (tn)
RALEO (8 CM)	1	12.3	15.8	8.5	10.3	46.9
ROLLO FINO (18 cm)	18		40.1	51.4	62.7	154.2
ROLLO GRUESO (30 cm)	30			19.6	142.9	162.5
DEBOBINADO (40 cm)	80				102	102
INGRESOS $/ha		12.3	737.6	1521.7	13585.9	
VOLUMEN TOTAL		12.3	55.9	79.5	317.9	465.6
PLANTAS/HA		1000-450	300	222	222	
DAP (cm)					40,8	
AÑO		5	10	15	20	

TABLA 4 :PRODUCCIÓN FÍSICA Y MARGEN BRUTO FORESTAL DEL RÉGIMEN DIRECTO ARA ASERRADO EN EL SISTEMA SILVOPASTORIL (RDA-SSP)
PHYSICAL PRODUCTION AND GROSS MARGIN /HA OF FOREST COMPONENT IN THE DIRECT SAWLOG REGIME OF A SILVOPASTORAL SYSTEM (DSR-SSP)

	MB $/tn	1º RALEO	2º RALEO	CORTA FINAL	TOTAL (tn)
RALEO	0	3.1	21.7	8.5	33.3
ROLLO FINO (18 cm)	18			51.8	51.8
ROLLO GRUESO (30 cm)	29			117.6	117.6
DEBOBINADO (40 cm)	80			212.4	212.4
INGRESOS $/ha		0	0	21334.8	
VOLUMEN TOTAL		3.1	21.7	390.3	415.1
PLANTAS/HA		1000-450	200	200	
DAP (cm)				46,4	
AÑO		4	5 - 6	20	

TABLA 5: PRODUCCION FISICA ENGORDE NOVILLOS
PHYSICAL PRODUCTION IN CATTLE RAISING SYSTEM

PESO DE COMPRA	kg/cab	150	CARGA ANIMAL	cab/ha	0.63
PESO DE VENTA	kg/cab	420	CABEZAS EN ENGORDE	cab	379
AUMENTO DE PESO	kg/cab/año	100	CONSUMO DE CONCENTRADOS	kg/cab	0
	kg/cab/dia	0.27			
DURACION DEL ENGORDE	AÑOS	2.7	VENTAS ANUALES	kg/ha/año	93
	MESES	32.9		cab	133
	DIAS	986	COMPRAS ANUALES	kg/ha/año	35
MORTANDAD		2%		cab	140
PESO MEDIO	kg/cab	285			
RECEPTIVIDAD	kg/ha	180	PRODUCCION DE CARNE	kg/ha/año	58
SUPERFICIE GANADERA		600	EFICIENCIA DEL STOCK	%	32%
SUPERFICIE PASTURAS		0			

TABLA 6: RESULTADOS FINANCIEROS DEL ENGORDE DE NOVILLOS
FINANCIAL RESULTS IN CATTLE RAISING

	$/año	$/kg	$/HA/año	%/INGRESO
INGRESOS POR VENTA	92100	1.65	153.50	100%
COMPRA DE TERNEROS	44211	2.1	73.68	48%
INGRESO NETO	47889		79.82	52%
SANIDAD	3789		6.32	4%
PERSONAL	10920		18.20	12%
SUPLEMENTO MINERAL	4168		6.95	5%
CONCENTRADOS	0	0	0.00	0%
PASTURAS	0		0.00	0%
GASTOS DIRECTOS	18878		31.46	20%
MARGEN BRUTO	29011		48.35	31%

TABLA 7: PRODUCCIÓN Y MARGEN BRUTO/HA SOJA (BASE 100 HAS)
PHYSICAL PRODUCTION AND GROSS MARGIN /HA OF SOYBEAM CULTIVATION (BASIS 100 HAS)

	Unidad	$/unidad	Cant/ha	$/ha	%
Ingreso Bruto	tn	500	2.2	1100	
Comercialización	%		12%	132	
Cosecha	%		10%	110	
Ingreso Neto				858	100%
Labores	UTA	45	3	135	
Semilla	kg	1	97	97	
Fosfato diamónico	kg	1.2	140	168	
Glifosato	kg	2	29	58	
Insecticida	Lt	5	1	5	
Pulverizaciones	aplicaciones	30	2	60	
Gastos Directos				523	61%
Margen Bruto				335	39%

TABLA 8: PRODUCCIÓN Y MARGEN BRUTO/HA MAÍZ (BASE 100 HAS)
PHYSICAL PRODUCTION AND GROSS MARGIN /HA OF CORN CULTIVATION (BASIS 100 HAS)

	Unidad	$/unidad	Cant/ha	$/ha	%
Ingreso Bruto	tn	234	5	1170	
Comercialización	%		12%	140.4	
Cosecha	%		10%	117	
Ingreso Neto				913	100%
Labores	UTA	50	4	200	
Semilla	bolsa	1	180	180	
Fosfato diamónico	kg	1.2	100	120	
Herbicidas	Lt	12	2	24	
Insecticida	Lt	5	1	5	
Pulverizaciones	aplicaciones	30	2	60	
Gastos Directos				589	65%
Margen Bruto				324	35%

Con la información contenida en las Tablas precedentes se procedió a estimar el VNP de las actividades productivas anuales y plurianuales, estimándose posteriormente el IAE para cada una de ellas, pudiendo observarse en la tabla 9 los resultados.

TABLA 9: COMPARACIÓN DEL INGRESO ANUAL EQUIVALENTE (IAE) ENTRE LA ACTIVIDAD FORESTAL, SILVOPASTORIL, GANADERA Y EL CULTIVO DE MAÍZ Y SOJA EN EL NE DE CORRIENTES
COMPARISON OF EQUAL ANNUAL EQUIVALENT (EAE) OF FORESTRY, SILVOPASTORAL, CATTLE-RAISING, CORN AND SOYBEAN CULTIVATION IN THE NE OF CORRIENTES

IAE ($/ha/año)					
TASA	FORESTACION PURA	SISTEMA SILVOPASTORIL	INVERNADA DE NOVILLOS	MAIZ	SOJA
5%	408	576	50	333	345
7%	311	441	49.5	331	343
9%	229	329	49	330	341

Como resultado de este análisis se pudo verificar que tanto los sistemas silvopastoriles, como la producción forestal arrojaron un IAE superior al de los cultivos anuales al 5 % de interés, e incluso elevando la tasa al 7 % los SSP siguen teniendo un IAE superior. Sin embargo debe considerarse que los riesgos son mayores en los cultivos anuales, salvo que se implementen inversiones (riego) que tiendan a minimizarlos, razón por la cual no es lógico emplear una tasa superior en los cultivos forestales.

Es de destacar también que al valorizar los rollizos con diámetros en punta delgada de 40 cm, se tomó un criterio conservador, aunque durante Agosto y Setiembre de 2004 para esta categoría, podados, se registraron valores de $/tn 200 (margen bruto aprox $/tn 170) en el parque industrial de Puerto Rico y en la zona de Roulet (Eldorado), Misiones (Fuente propia). De haber empleado dicho valor, el IAE de los SSP y el manejo forestal con producción de raleos comerciales, se hubiera incrementado. Si se considera que en países vecinos dicha categoría de rollizo se ubica en los U$S/tn 60-85 (Fuente Bol. Precios Col. Ing. Ftales. de Mnes. y propia), no sería una hipótesis que pueda calificarse como optimista. Un criterio similar fue aplicado al ganado, ya que los precios obtenidos en frigoríficos exportadores o el mercado de Liniers son hasta un 20% superiores a los precios empleados en este ejercicio. Tampoco se consideró en el engorde de novillos la posibilidad de la suplementación sin confinamiento, ya que escapa al enfoque de este trabajo.

Si bien tanto en lo atinente a la generación de empleo como al análisis del IAE se hizo en base a modelos del NE de Corrientes modificando algunos indicadores, los conceptos son totalmente aplicables a las regiones ecológicas presentes en la provincia de Misiones (Papadakis, 1974). Puede argumentarse que en esas regiones se efectúan cultivos anuales (Maíz principalmente) bajo dosel, con lo cual el IAE de estos se incrementaría sustancialmente, pero dicha práctica se asemeja a un sistema “taungya”, más que a la puesta en práctica de un sistema agroforestal en forma deliberada.

Es de destacar también que para la comparación se consideró el 100% del suelo de la misma aptitud. En la práctica los porcentajes útiles disminuyen y por lo tanto el IAE disminuirá en mayor medida en las actividades agrícolas y en las forestales en menor medida, por poder utilizarse una mayor proporción de la superficie.

Tal como plantea Jacobson (1998) debieran considerarse otros factores, como las necesidades de flujo de caja – en cuyo análisis los cultivos anuales se verían beneficiados, si se logra disminuir los altos riesgos que implica su puesta en práctica en la región-, como también los impactos económicos y ambientales sobre la conservación del suelo, vida silvestre y calidad de las aguas, aspectos en los que los SSP ofrecen claras ventajas. La sola disminución de la velocidad de escurrimiento del agua en aquellos departamentos donde se efectuó el desmonte para establecer pasturas, acarrearía beneficios sociales de consideración, máxime para las ciudades que tienen su toma de agua en arroyos que nacen en las sierras centrales de Misiones.

Si la región es considerada “marginal” tanto para agricultura, como para ganadería ¿Por qué no potenciar su capacidad de uso forestal?

CONCLUSIONES

Puede considerarse que una adecuada identificación de las fuentes de ganancias por parte del grupo de gerentes, administradores y propietarios de explotaciones agropecuarias y forestales en Misiones y NE de Corrientes, ha contribuido a que se esté consolidando un nuevo “modelo productivo”, el silvopastoril. Pocas alternativas productivas en la región ofrecen varias fuentes de ganancia combinables al mismo tiempo.

Este nuevo “modelo productivo” por centrarse en PyMEs orientadas a la producción de madera de calidad, principalmente con destino a la industria mueblera y de “mouldings”, al igual que de carne de calidad, puede contribuir en forma más eficaz que otros a la

generación de empleo, al proceso de acumulación de capital y a la sustentabilidad ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

CRECHI H., FASSOLA H, FRIEDL A. 1997 Simulador forestal. Sistema de Simulación y crecimiento para especies forestales. Segunda parte: *Pinus taeda*. Proyecto Cooperativo Simuladores de Crecimiento. INTA EEA Montecarlo-FCF-Empresas Privadas Región NEA

BOYER, R.; FREYSSENET, M. 2001. *Los modelos productivos*, Ed, Lumen-Humanitas. Asoc. Trabajo y Sociedad. CEIL-PIETTE/CONICET. Inst. Arg. para el Desarrollo Económico/ Pág. 115

FASSOLA, H.E.; PACHAS, N. 2004. Un nuevo "modelo productivo" se está imponiendo en Misiones y NE de Corrientes. Revista "La Palanca". SRM Año 2 nº 16:3-6

FASSOLA, H. E.; PACHAS, N.; LACORTE, S. M.; COLCOMBET, L.; KELLER, A. 2004 ¡¡¡Muuucho vamos a crecer si lo hacemos bajo dosel!!!. IDIA forestal. En prensa

JACOBSON, M. 1998. Comparing values of timber production to agricultural crop production. Coop. Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Draft paper. P. 6.

KING K.F.S. 1987 The history of agroforestry. En: Agoforestry – a decade of development. Ed. By Steppler H.A. & Nair P.K.R.. Public., ICRAF, Nairobi, Kenya, pag.3.

MARTÍNEZ CROVETTO, R. (1963). Esquema Fitogeográfico de la Provincia de Misiones (República Argentina). Bonplandia, tomo 1, Nº 3, 171:215.

PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.

TORQUEBIAU E. 1989. Training Course on Agroforestry – Research for Development, ICRAF, Nairobi, Kenya.

YOUNG A. 1990. Ch 3. Soil Conservation and Sustainebility. En: Agroforestry for Soil Conservation. Ed. By C.A.B., UK, pag. 11.

EXPERIENCIAS SOBRE MANEJO SILVOPASTORIL EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES, ARGENTINA♣

EXPERIENCES ON SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES AND NE OF CORRIENTES, ARGENTINA

Fassola H. E.[1]
Lacorte S.M.[2]
Pachas N.[3]
Keller A.[4]

1. Ing. Ftal MBA. Investigador. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: hfassola@ceel.com.ar
2. Ing. Agr. MSc. Investigador. INTA CA Zaimán. R. 12 Km 7,5 (3300) Posadas, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3752 480 060. email: intasml@arnet.com.ar
3. Ing. Agr. Becario. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: apachas@agro.uba.ar
4. Ing. Ftal. Pasante. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y Fax : ++54 3751 480 057 / 480 512. email: intam@ceel.com.ar

SUMMARY

Silvopastoral systems are diffusing in an accelerate way in NE Corrientes and the Province of Misiones. Its technical basement began to be established in the middle 80´s, although fast adoption by the productive sector is due to the identification of four fonts of profits: offer diversity, quality of the products that allow to superior prices, possibility of introducing commercial innovations and the possibility of permanent cost reduction. In order to develop models that allow correct decision making process, during the last decade different trials were established. As result of this it could be to possible to verify several advantages of this production system, mainly referring to product quality. But up to the moment there's not available integers models, empirics or of processes, which could be used to understand the interrelations of all the elements of the system under different situations.

Key words: silvopastoral systems, models, silvopastoral management

RESÚMEN

Los sistemas silvopastoriles se están difundiendo aceleradamente en el NE de Corrientes y la Provincia de Misiones. Los fundamentos técnicos de estos comienzan a establecerse a mediados de la década de 1980, aunque la rápida adopción que de ellos está haciendo el sector productivo se debe a que han identificado cuatro fuentes de ganancias. Estas son la diversidad de la oferta, la calidad del producto que autoriza un precio superior, la posibilidad de introducir innovaciones comerciales y la posibilidad permanente de reducción de costos. A los fines de brindar elementos que favorezcan una adecuada toma de decisiones en la última década se iniciaron una serie de ensayos que han permitido identificar una serie de ventajas de estos sistemas. Estando fundamentalmente las referidas mismas a la calidad del producto, aunque se carece por el momento de modelos integrados, empíricos o de procesos, que

♣ Trabajo presentado como disertación en el panel de Gestao de Sistemas Silvopastoris, 3er Simposio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. Univ. Fed. De Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 23-24 de Setembro de 2004. Las actividades mencionadas en este artículo han sido parcialmente financiadas por el Proyecto forestal de Desarrollo (_Convenio SAGPYA-BIRF) y el PAN 437 "Sistemas silvopastoriles en la República Argentina".

permitan comprender acabadamente las interrelaciones de los elementos del sistema ante diversas situaciones.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles, modelos, manejo silvopastoril.

INTRODUCCIÓN

La región ecológica con clima subtropical sin estación seca (Papadakis, 1974), que comprende las provincias de Misiones y NE de Corrientes presenta zonas con historias muy diferenciadas en el empleo de sus recursos naturales (Fig. 1).

La subregión ecológica comprendida por los departamentos del sur de la provincia de Misiones, Candelaria, San Ignacio, Apóstoles y los del NE de Corrientes, Ituzaingó y Santo Tomé (1), cubierta por pastizales, se abocó a la actividad ganadera desde el arribo de los Jesuitas en el siglo XVII. Transformándose en la actividad característica hasta nuestros días, donde la cría de bovinos sobre la base de razas con alta proporción de sangre índica es la preponderante.

Las subregiones ecológicas ubicadas en los departamentos del centro y norte de Misiones (2 y 3), lindantes con Paraguay y Brasil, caracterizados por la presencia de la formación boscosa de la Selva Paranaense o Mata Atlántica, no es sino hasta el arribo de las corrientes inmigratorias de inicio del siglo XX que se incorporan al quehacer económico nacional, principalmente a través de la explotación de recursos forestales nativos y el cultivo de yerba mate (*Ilex paraguayensis*).

El cultivo de especies forestales de rápido crecimiento se inicia en esta región a fines de la década de 1940 con la radicación de industrias celulósicas en una primera instancia, siendo posteriormente impulsada por los sistemas de incentivos. Mediante estos, la implantación de coníferas, preferentemente, condujeron a que Misiones se constituyera en la principal provincia forestal del país abasteciendo un 40 del consumo nacional de rollizos. Esta actividad se expande fuertemente durante la década de 1990, conformándose otro polo forestal de importancia en el NE de Corrientes. La totalidad de la superficie implantada en toda la región supera en este momento loas 500.000 has

Fig. 1: Provincia de Misiones y NE de Corrientes
(1-2-3 Subregiones ecológicas, Papadakis, 1974)
▮ áreas promocionadas para forestación
Province of Misiones and NE of Correintes
(1-2-3 Ecological sub regions)
▮ Promoted areas for forestation

Sin embargo a pesar de pertenecer esta superficie en aproximadamente un 50 % a pequeños y medianos productores poco integrados al sector celulósico o de tableros, la actividad silvopastoril no alcanzó un desarrollo significativo. Fassola y Pachas (2004a). señalan que las bases de técnicas de manejo de este sistema comienzan a fundamentarse a partir de mediados de la década de 1980, cuando se inician estudios tanto desde lo forestal como desde lo ganadero -convergiendo posteriormente-, por parte de instituciones, empresas o productores, siendo el de Navajas *et al* (1992) uno de los iniciales y que permiten arribar al estado de conocimientos con que se cuenta hoy día. Sin embargo estos por sí solos, no pueden explicar el grado de difusión que están alcanzando en los últimos años y que permitan hablar de la imposición de un nuevo "modelo productivo".

De acuerdo con Fassola y Pachas (2004a) este fenómeno estaría dado por el surgimiento de una nueva clase gerencial que ha podido establecer, conciente o inconscientemente, cuatro fuentes de ganancia que se derivarían de la aplicación de este sistema productivo, generando un "compromiso de manejo de empresa" (Boyer y Freyssenet. 2001)

- La diversidad de la oferta, que les permitiría ampliar la demanda a todos los clientes solventes respondiendo a sus propias expectativas.
- La calidad del producto que autoriza un precio superior o hace ganar partes de mercado.
- La posibilidad de introducir innovaciones comerciales que les garantizarían, por un tiempo una renta de monopolio o superior (Surgen nuevos cabañeros, trazabilidad, carne orgánica, rollos podados con un determinado índice de rendimiento en madera clear, etc.).
- La posibilidad permanente de reducción de costos por ganancias genéticas del sector forestal e incrementos en la productividad y calidad de las especies forrajeras.

Este posicionamiento del sector productivo, cada vez más importante, demanda la generación de información necesaria para una adecuada toma de decisiones.

HIPÓTESIS INICIALES EN LOS ESTUDIOS SILVOPASTORILES.

Desde el punto de vista forestal, pasado mediados de la década de 1980 y siguiendo los conceptos de Fenton (1972), se comienza la instalación de ensayos silvícolas contemplando "Regímenes Directos para Aserrado" y tomando como hipótesis que los incrementos en área basal de rodales sometidos a podas y raleos podían ser predecidos a través de la sumatoria de las longitudes de copa verde de los árboles por hectárea (LCV, Km./ha) (Knowles y West, 1986). Entre ellos pueden mencionarse los de respuesta de *P. caribaea* var. caribaea, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* a tratamientos de poda y raleo (Fassola, 1991; Fassola, 1993; Fassola *et al*, 1999)

Esta expresión fue también empleada por Percival y Knowles (1986) para relacionar la biomasa forrajera con la estructura del rodal, permitiendo de ese modo con una sola variable controlar la respuesta a los tratamientos silvícolas de poda y raleo, como también regular la producción de biomasa forrajera. Siguiendo este mismo concepto Allegranza *et al* (1997) vinculan LCV de *Pinus caribaea* con la biomasa de pastizales *Axonopus compressus* y Pavetti *et al* (2000) establecen una relación similar entre diferentes pasturas y *Pinus elliottii*, aunque en ambos casos durante períodos limitados. Trabajos posteriores, durante períodos más extensos, realizados en *Pinus taeda* sometido a diferentes tratamientos de poda y raleo bajo cuyo dosel se desarrollaba un pastizal con predominio de *Axonopus compressus,* reflejaron que si bien había asociación entre LCV y la biomasa forrajera, esta no explicaba totalmente la

variación en la producción de forraje y se evidenciaron niveles de producción en función de las precipitaciones, Fig. 2 (Fassola *et al*, 2002a).

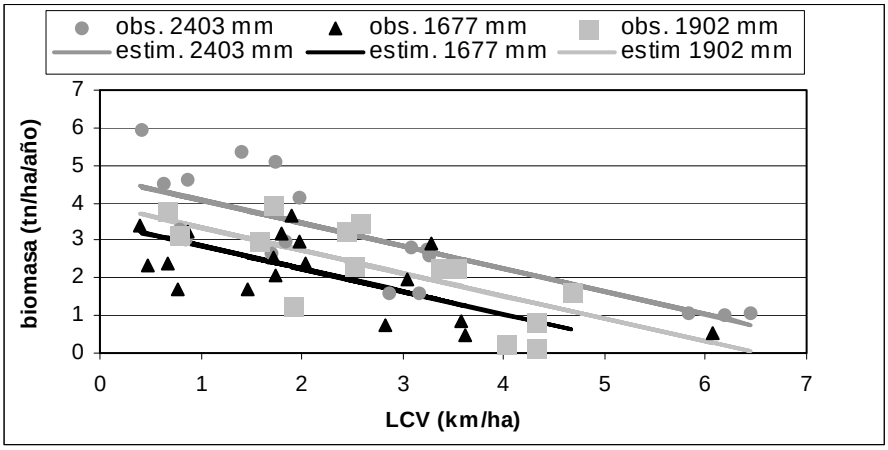


Figura 2. Relación entre estructura del dosel (LCV) de *Pinus* taeda L. y producción de *Axonopus compressus* en el NE de Corrientes para los distintos períodos de observación y de precipitaciones (Fuente: Fassola *et al*, 2002a)
Relationship between canopy structure (LCV) of *Pinus* taeda L. and forage biomass annual yield of *Axonopus compressus* in the NE of Corrientes for different observation periods an precipitation.

HIPÓTESIS ALTERNATIVAS

García (1990) considera que el empleo de LCV para la predicción de crecimientos no es adecuado, dado que en la poda se remueven ramas basales y en los raleos es extraída la totalidad del follaje del árbol, proponiendo en consecuencia emplear índices de ocupación. Aunque puntualiza que, cuando hay abundancia de información, el nivel de precisión de las predicciones es bueno. Por otra parte Dupraz (2002) sostiene, que si bien en la última década fue mucho lo que se avanzó tanto en el modelado de cultivos como en el de árboles individuales o de rodales, el modelado de las interacciones entre el árbol o rodal con el cultivo o pastura en sistemas agroforestales se encuentra aun en un estadio inicial.

La teoría del modelo del conducto (Shinozaki *et al*., 1979 cit. op. por Oohata, 1986) establece la relación entre el área de la sección transversal en la base de la copa con la biomasa foliar y sus extensiones referidas a la acumulación en conductos en desuso, forma del fuste y a la estructura de ramas en la canopia de árboles (Oohata y Shidei, 1971 cit. op. por Oohata, 1986), que establece que el área transversal de todas las ramas en cada orden es cercano a una constante, siendo lo mismo válido también para las raíces, son elemento teóricos importantes al analizar procesos de acumulación de biomasa y establecer cierto tipo de relaciones. Considerando estos conceptos en el ensayo de podas y raleos de *Pinus. taeda* ya mencionado (Fassola *et al*, 2002a) desde los inicios se procedió a la medición del diámetro en la base de la copa viva.

Asumiendo que la sección transversal de la base de la copa (gbcv) esta compuesta en su totalidad por tejido conductivo, Patiño *et al* (2003) establecieron relaciones entre la misma y el peso seco acumulado de las raicillas hasta 60 cm de profundidad en *Pinus taeda* sometido a distintos tratamientos de poda. Por lo cual podría ser empleada como un indicador de la ocupación del sitio por parte del árbol o del rodal. Pudiendo ser también una expresión de la intensidad y oportunidad de podas y raleos, y en base a las observaciones anteriores, sin las restricciones del empleo de la longitud de copa verde.

Con ese objetivo el área basal en la base de la copa verde (GBCV) de parcelas de *Pinus taeda* sometidas a distintos tratamientos de poda, y raleo (poda 0 %, 30 %, 50 % y 70 % en 2, 3 y 4 realces aplicados con intervalos de un año a partir de los tres años de edad; raleo 0 %, 50 %, 75 % y 85 % del número de árboles a los 3 años de edad) fue relacionada con la biomasa forrajera de *Axonopus compressus* obtenida entre los 5 y 10 años de edad del rodal (1998-2003), contrastándose también contra otras expresiones de la densidad del rodal como LCV.

Como resultado de este análisis los mejores resultados fueron obtenidos por modelos que vinculaban GBCV y algunos parámetros del rodal y del árbol medio, con la biomasa forrajera. A los fines de contar con una expresión única, se realizó un ajuste paramétrico de los coeficientes de los modelos versus la edad y la precipitación (Clutter *et al*, 1983). Finalmente por la bondad del ajuste fue seleccionado el basado en la edad, presentado en la Fig. 3 y cuya expresión es la siguiente:

$$y = \exp((5{,}67443 + 0{,}411417 * Edad) + (48{,}9766 - 8{,}85756 * Edad) * \frac{(GBCV * lcv)}{(G * ht)})$$ (Fuente: Fassola *et al* 2004 b)

Donde y = biomasa forrajera *A. compressus* tn/ha año

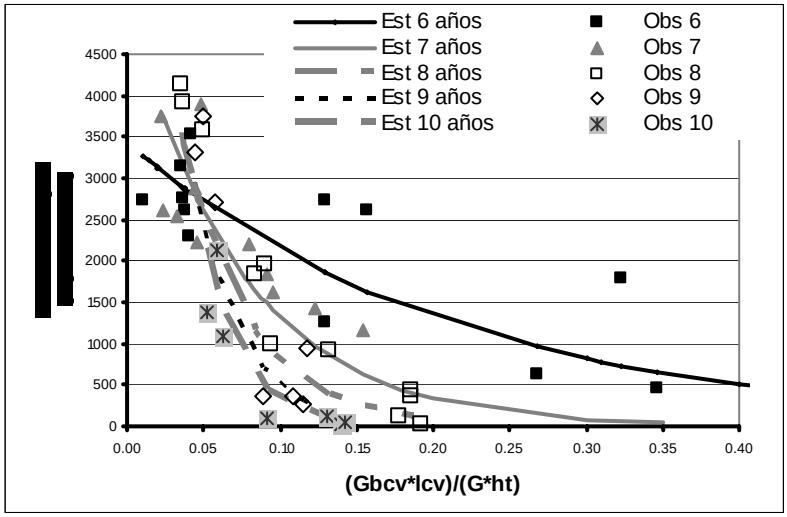


Figura 3. Relación entre variables del rodal y del árbol medio de *Pinus* taeda L. de seis a diez años de edad y la biomasa forrajera de *Axonopus compressus* en el NE de Corrientes (Fassola *et al*, 2004b) (GBCV: área basal en la base de la copa viva m^2/ha; G: área basal m^2/ha; lcv: longitud de copa viva del árbol medio m; ht: altura media m)

Relationship between stand and mean tree variables of *Pinus* taeda L from six to ten years old and the forage biomass of *Axonopus compressus* in the NE of Corrientes (Fassola *et al*, 2004b). (GBCV: basal area in the base of green crown m^2/ha; G: basal area m^2/ha; lcv: green crown length of the mean tree m; ht: mean height m)

De la representación gráfica del modelo surge una mayor variabilidad en la producción de biomasa forrajera a edades más jóvenes. Percival y Knowles (1986), empleando como covariable la profundidad de copa media, encontraron un efecto similar para las menores longitudes de copa, que en términos generales condicen con edades tempranas. Aunque lo más significativo fue que en el modelo general no pudo incluirse la producción a los cinco

años de edad, la cual coincidió con un año "Niño" (1998) en el cual las precipitaciones fueron muy superiores (2400 mm) a la media (1800mm).

NUEVOS ENFOQUES

Un modelo unidimensional como el planteado, según Dupraz (2000), no ha sido capaz de describir condiciones anómalas para el desarrollo del pastizal. Según este autor las interacciones entre el árbol y un cultivo requieren de un modelo integrado, tridimensional, que describa adecuadamente la intercepción de la radiación solar por el dosel arbóreo, el efecto del microclima, la acumulación de C en los árboles -recomendando el empleo de las reglas de acumulación del mismo basadas en la teoría del modelo del conducto-, la plasticidad del sistema de raíces del árbol y la capacidad de reflejar condiciones inusuales para el desarrollo del cultivo.

Analizando diversos modelos integrados, factibles de ser empleados en agroforestería, Dupraz (2000) descarta el modelo silvopastoril ALWAYS (Bergez *et al*, 1999) al no ser un modelo de procesos, sino basado en relaciones empíricas, razón por la cual no puede describir adecuadamente las interacciones árbol-pastura. Aunque considerando la arquitectura de este modelo, basado en el empleo de análisis y diseño orientado al objeto (Bergez *et al*, 1999), puede considerarse que la misma también sería adecuada para la descripción de las interacciones y procesos físicos y biológicos de los cinco componentes principales del sistema, clima, suelo, árboles, forrajeras y animales.

Sin embargo debe considerarse que en gran parte esa discusión está dada por el cambio dado en la política agrícola de la UE, donde en los últimos pasó de políticas de sostén de precio hacia políticas con gran énfasis en lo calidad de la tierra y la sustentabilidad ambiental (Bergez *et al*, 1999), situación que si bien es prioritaria para Misiones y NE de Corrientes, también lo es la sustentabilidad económica y social.

Considerando válidas las afirmaciones de Dupraz (2000) sobre los requerimientos de un modelo integrado, se presentan a continuación los trabajos efectuados en Misiones y NE de Corrientes ordenados de acuerdo con los mismos, aunque el enfoque modular planteado con anterioridad por Bergez *et al* (1999) no pierde vigencia.

Predicción del crecimiento de los árboles a partir de la acumulación de carbono

Los modelos de crecimiento existentes al momento, *Araucaria angustifolia* (Friedl *et al*, 1997), *Pinus taeda* (Crechi *et al*, 1997) y *Pinus elliottii* (Crechi *et al*, 1998) responden a series históricas de datos y los trabajos sobre acumulación de C en el árbol son incipientes ya que se refieren a ejemplares de un solo rodal *Pinus taeda* y a como se distribuye en los distintos compartimentos aéreos del árbol (Goya *et al*, 2003).

Considerando no sólo la importancia biológica del modelado de este proceso, sino la potencialidad económica futura, merced a la comercialización de bonos de carbono, debe considerarse también que restan aun realizar importantes estudios que vinculen la silvicultura con la calidad de los rollizos a obtener. Dado que los rollizos podados son la principal fuente de capitalización que genera un sistema silvopastoril existe la necesidad de profundizar y ampliar trabajos que permitan determinar el rendimiento en madera libre de nudos como el efectuado en *Pinus taeda* (Fig. 4) (Fassola *et al*, 2001) o desarrollar índices de madera podada (Park,1989)

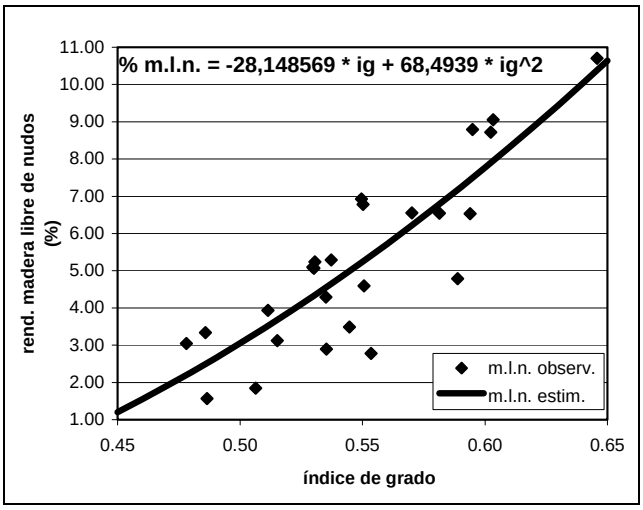


Figura 4: Porcentaje de madera libre de nudos (mln) estimada y observada con relación al índice de grado en rollizos podados de *Pinus taeda.* L (Fuente: Fassola: *et al*, 2001)

$$índice\,\deg rado(ig) = \frac{(dap(cm) * \ factordeconversiónindustrial)}{diametrodelcilindrocondefectos(cm)}$$

Clear wood (mln) percentage, estimated and observed, in relation to grade index in pruned butt logs of *Pinus taeda.* L

$$gradeindex(ig) = \frac{(dbh(cm) * convertionfactor)}{defectcore(cm)}$$

Intercepción de la luz

La influencia de la radiación solar en la producción de biomasa forrajera queda evidenciada al analizar la radiación fotosintéticamente activa disponible para el desarrollo de *Axonopus compressus* bajo dosel de *Pinus taeda* sometido a distintos tratamientos de poda y raleo (Fig. 5), al que se hiciera referencia en la Fig 3. Debe considerarse también que debido a la dinámica del rodal, permanentemente las condiciones de radiación están variando, por lo que a medida que el rodal se desarrolló también se produjeron cambios en la composición botánica, tal como fuera especificado por Ferrere *et al* (1999). Parcelas donde predominaba *Axonopus compressus* pasaron a tener predominio de de *Paspalum* sp, si disminuía la radiación, o bien se reducía drásticamente la participación de gramíneas propias de condiciones de cielo abierto en caso contrario.

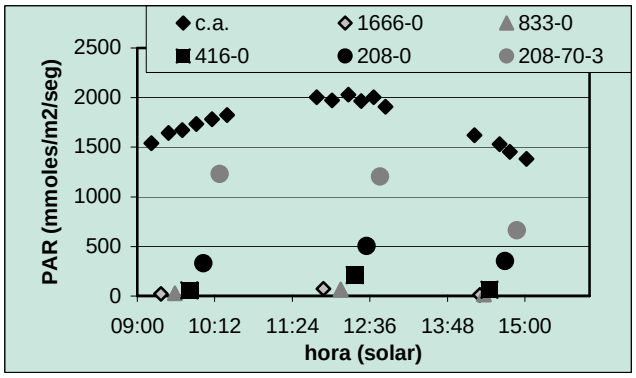


Fig. 5: Variación a distintas horas de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a cielo abierto (ca) durante el mes de enero y bajo dosel de *Pinus taeda* de 9 años de edad en distintas densidades (1666 a 208 pla/ha), intensidades de poda (0-70 %) y número de realces (0—3), NE de Corrientes. (Fuente: Fassola, 2002b).

Photosynthetic active radiation (PAR) during a day of January in open areas and below canopy of a 9 years old *Pinus taeda* plots with different densities (1666 to 208 s.p.ha), pruning intensities (0-70 %) and pruning lifts (0-3), in the NE of Corrientes.

Profundizar los conocimientos sobre los procesos fisiológicos que se generan a partir de la intercepción de la luz son de mucha utilidad, pero si bien *Pinus. taeda* (P.t) y los pastizales naturales con predominio de *Axonopus compressus* cubren extensas superficies, no es menos cierto que por condiciones de sitio *Pinus elliottii* (Pe) sigue siendo ampliamente difundido para implantar en zonas bajas, como también *Pinus caribaea* var hondurensis (Pc) por su mayor rendimiento en la industrialización y sus híbridos (Pe x Pc, F1 y F2) que han alcanzado una difusión notoria.

Tal como se ve en la figura 6 todos ellos interceptan la luz de forma diferente, variando consecuentemente la forma de acumulación de C con la especie forestal y también viéndose afectado el estrato herbáceo de acuerdo con el tipo de dosel arbóreo.

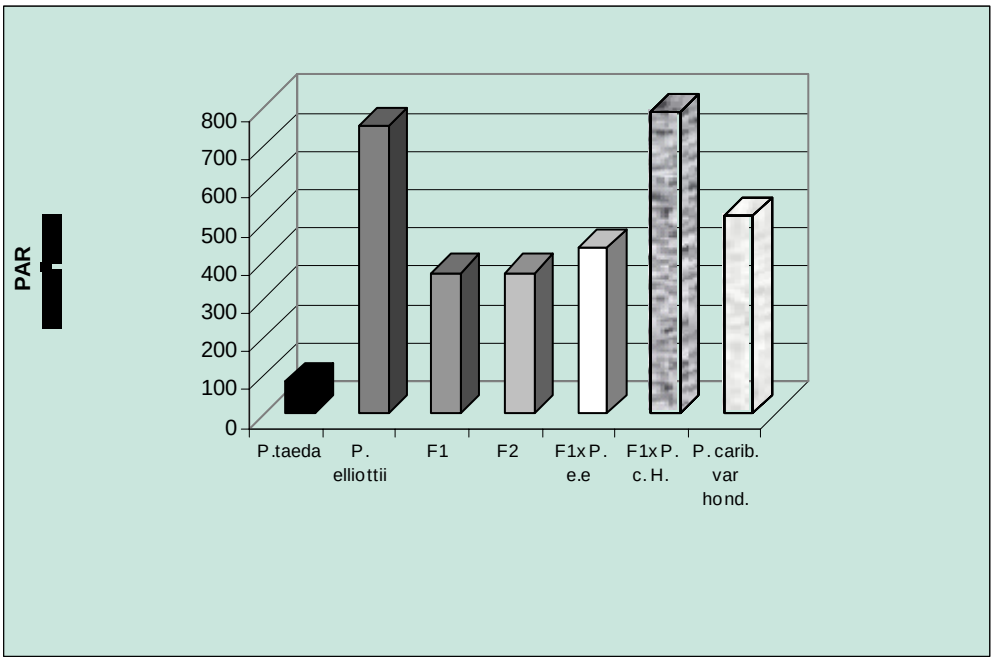


Fig. 6. Radiación fotosintéticamente activa bajo dosel de distintos materiales genéticos de coníferas en Misiones, a los 4 años de edad, 1100 pla ha, en el cenit mes de enero (Fuente Fassola, 2002b)

Photosynthetic active radiation (PAR) below canopy of different conifers in Misiones at four years old, 1100 s.p.ha, at cenit during January

Dada la imposibilidad material de atender todas las combinaciones entre pastos y forestales se inició la instalación de ensayos *Axonopus compressus* bajo mayas que proporcionaban distintos niveles de permeabilidad a la radiación solar. Como resultado de ello fue posible identificar claramente el efecto de la luz sobre el crecimiento de la forrajera (Fig. 7)

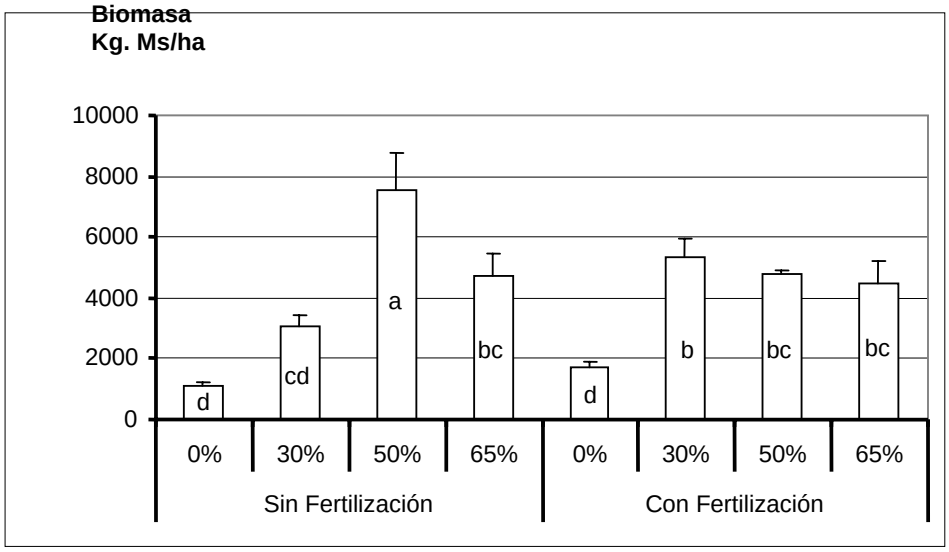


Fig. 7: Biomasa forrajera de *Axonopus compressus* bajo mayas de distinta permeabilidad a la luz, con y sin fertilización de superfosfato triple de calcio (SPT) (260 Kg./ha equivalente a 120 Kg. P_2O_5/ha) (Fuente Lacorte *et al*, 2002)
Forage biomass of *Axonopus compressus* under artificial shadow of different permeability to light, with and without fertilization of superphofate triple of calcium (260 kg/ha equivalent to 120 Kg P2O5/ha)

El efecto del microclima y la capacidad de reflejar condiciones inusuales para el desarrollo del cultivo

Tabla 1: Concentración de N, P, K y PH del suelo bajo distintos niveles de sombra y fertilización fosforada
(Fuente Lacorte *et al*, 2002)
Soil concentration of N,P,K and PH under different shadows levels and phosphorous fertilization.

Sombra	Fertilización	N-Total	P-P205	K	PH
%		(%)	ppm	meq/100gr	Agua, 1:2,5
0%	S/F	0,13	0,81	0,04	5,05
30%	S/F	0,15	2,4	0,03	5,2
50%	S/F	0,14	2,81	0,07	5,3
65%	S/F	0,13	2,81	0,05	5,2
0%	C/F	0,13	5,9	0,07	4,85
30%	C/F	0,10	7,3	0,06	5,3
50%	C/F	0,13	12,24	0,08	5,35
65%	C/F	0,13	18,06	0,04	5,3

La adición de superfosfato triple de calcio en el ensayo bajo cubiertas plásticas de distintas permeabilidad a la luz, a parte de tener como objetivo determinar su efecto sobre la producción de biomasa de *Axonopus compressus*, conllevó asociados análisis de suelo que permitieron la identificación de procesos a nivel del mismo, pudiéndose observar tendencias crecientes en la concentración de fósforo en él a medida que aumentaba el nivel de sombra

(Tabla. 1). El análisis sobre la composición química de la forrajera permitió observar también una tendencia similar en hoja (Tabla 2).

Tabla 2: Concentración de proteínas, P, FDN (Fibra Detergente Neutro) y FDA (Fibra Detergente Acido) en hoja de *Axonopus compressus* bajo distintos niveles de sombra y fertilización fosforada (Fuente Lacorte *et al*, 2002)

Foliar concentration of proteins, P, FDN and FDA of *Axonopus compressus* under different levels of shadow and phosphorous fertilization

Sombra	Fertilización	Proteína	Fósforo	FDN	FDA
%		(%) MS	g/100g		
0 %	C/F	10.3	0.231	60.8	32.8
30 %	C/F	9.6	0.254	61.5	33.3
50 %	C/F	9.3	0.254	61.1	35.2
65 %	C/F	12.5	0.291	61.1	36.1
0 %	S/F	9.4	0.17	60.7	35.7
30 %	S/F	10.2	0.174	59.5	34.2
50 %	S/F	9.2	0.201	60.6	36.2
65 %	S/F	12.1	0.209	59.7	35.6

Un ensayo de similares características, aunque empleando *Axonopus catarinensis* y controlando la humedad en porcentajes determinados de la capacidad de campo, permitió determinar durante el otoño de 2004 que si bien la producción de biomasa total fue mayor a cielo abierto (Fig 8) – debe considerarse que el período analizado fue de baja demanda ambiental- , la proporción de hoja con respecto al tallo fue superior en los tratamientos con 30 % y 50 % de sombra (Fig. 9), confirmándose también una tendencia creciente, con el nivel de sombra, en el contenido de fósforo y proteína en hoja (Pachas *et al*, 2004). Por otra parte la disminución de la biomasa forrajera cuando el porcentaje de humedad del suelo se aproxima a su máximo podría explicar lo que acontecería en años con precipitaciones por encima de lo normal.

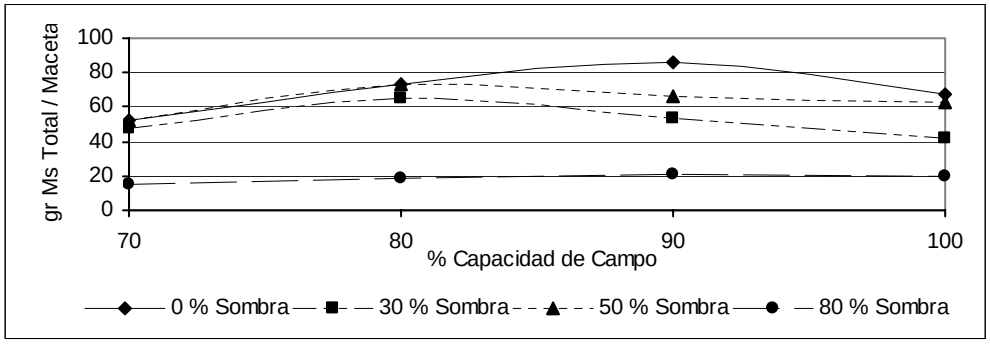


Fig. 8: Biomasa de *Axonopus catarinensis* según disponibilidad de agua en suelo y bajo distintos porcentajes de sombreamiento. Otoño 2004 (Fuente: Pachas *et al*, 2004)

Biomass of *Axonopus catarinensis* in relation with soil water availability and under different shadow percentage

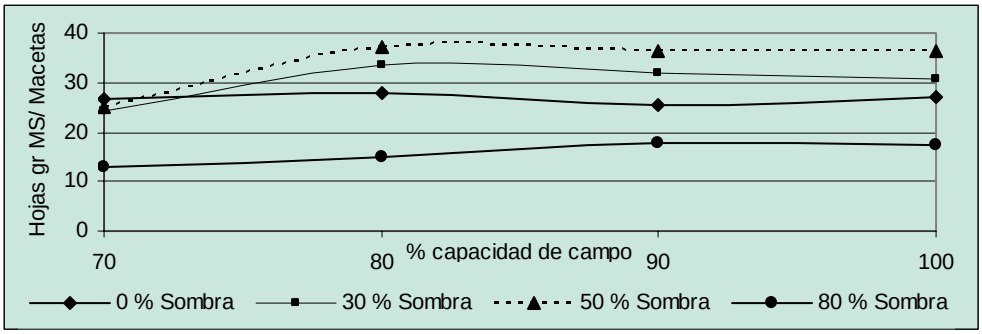


Fig. 9: Biomasa de hojas de *Axonopus catarinensis* según disponibilidad de agua en suelo y bajo distintos porcentajes de sombreamiento. Otoño 2004 (Fuente: Pachas *et al*, 2004)
Foliar biomass of *Axonopus catarinensis* in relation with soil water availability and under different shadow percentage

Un sistema silvopastoril del norte de Misiones, entre *Pinus elliottii x Pinus caribaea* var. Hondurensis (F2) y *Brachiaria brizantha* (Hochst) Staff permitió observar un comportamiento diferenciado en la proporción de materia verde forrajera y materia muerta de acuerdo con la densidad del forestal. Esta mejora en la calidad forrajera observada en algunas herbáceas puede ser atribuible no sólo al nivel de radiación que estas reciben, sino también a cambios en el microclima generado (Colcombet *et al*, 2003).

Plasticidad del sistema de raíces del árbol

Trabajos como los de Hacke *et al* (2000), con *Pinus taeda*, donde se establece la estrecha relación entre biomasa foliar y raíces absorbentes o que la disponibilidad de recursos limitantes también pueden alterar la dinámica de raíces en bosques de esa especie, al igual que la porosidad del suelo que influye en el uso del agua por parte del árbol, permiten identificar la pertinencia de esos tipos de estudios en un modelo silvopastoril.

Bergez *et al* (1999) al establecer las relaciones entre árboles, animales y suelo, menciona como uno de los factores relevantes el efecto de la compactación por pisoteo, aspecto no menor en la región bajo estudio por el tipo de suelo arcilloso, con períodos de alto contenido de humedad y la tendencia creciente a emplear cargas animales altas por cortos períodos de tiempo.

Salvo la determinación de la afectación de las raicillas finas por actividades de poda, no se ha encarado ningún estudio tendiente a determinar el efecto de la compactación en la dinámica de las mismas. Sólo se ha determinado que una carga animal equivalente a una cabeza cada 2.500 kg/Ms forrajera no provocó diferencias significativas entre el crecimiento en altura y diámetro de rodales de *Grevillea robusta* con y sin pastoreo (Lacorte *et al*, 2003). Tampoco fue posible encontrar diferencias significativas en los niveles de compactación del suelo en rodales de la misma especie, de diferentes densidades, con y sin pastoreo en niveles similares a los señalados (Martiarena *et al*, 2003)

CONSIDERACIONES

Puede considerarse que de las experiencias realizadas en la última década surgen resultados donde se evidencian las ventajas de la implementación de sistemas silvopastoriles, sobre todo referidas a la mayor producción de las forrajeras y de su calidad con respecto a su crecimiento a cielo abierto, como también el incremento en grados de calidad superior de madera aserrada al desarrollarse pocos árboles de gran diámetro por hectárea y ciertas relaciones que permiten una aproximación a la regulación de la densidad para alcanzar los objetivos del manejo.

Todos estos conocimientos contribuirán a que el ritmo de adopción de este sistema de manejo se incremente aun más dado el mayor nivel de información disponible para una mejor identificación de las fuentes de ganancias por parte de los productores. Aunque faltan aun elementos relativos al comportamiento de leguminosas, puras o consociadas con herbáceas e identificar aspectos que puedan ser relevantes en la producción cárnica.

Sin embargo el diseño de nuevas experiencias debe pautarse de manera tal de poder alcanzar modelos integrados que permitan, primariamente en forma empírica, analizar las interrelaciones existentes entre los diversos elementos que integran el sistema. La disponibilidad de equipamiento y recursos humanos debe permitir a futuro el desarrollo de modelos basados en procesos.

BIBLIOGRAFÍA

ALEGRANZA, D.; TORRES, E; REBORATTI; H. B.; FASSOLA, H.E. 1997 Efecto de la densidad del Pinus caribaea var caribaea sobre la oferta forrajera. Informe técnico nº 18. EEA Montecarlo. 11p.

BENVENUTTI, M.A.; PAVETTI D.R.; CORREA M.; PEREGO, J.L.. 2000. Evaluación de especies forrajeras gramíneas tropicales en distintos niveles de iluminación bajo monte forestal de pino para uso en sistemas foresto ganaderos. INTA Cerro Azul. Informe Técnico nº 70. 18 pp

BERGEZ, J-E; ETIENNE, M.; BALANDIER, P. 1999. ALWAYS: a plot based silvopastoral system model. Ecological Modeling 115:1-17. Elsevier.

BOYER, R; FREYSSENET, M. 2001. Los modelos productivos. Ed, Lumen-Humanitas. Asoc. Trabajo y Sociedad. CEIL-PIETTE/CONICET. Inst. Arg. para el Desarrollo Económico/ Pág. 115

CRECHI, E.; FASSOLA, H.; FRIEDL, A. 1997 Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. Segunda Parte: *Pinus taeda*. Proyecto Cooperativo Simuladores de Crecimiento INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.
Montecarlo.

CRECHI, E.; FASSOLA, H.; FRIEDL, A. 1998 Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. *Pinus elliotti* L.. Manual de descripción técnica. Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento. INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.

CLUTTER, J.L; FORSTON J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. Timber Management. A Quantitative Approach. United States of America. 1983. 333 p.

COLCOMBET, L; LACORTE, S.M.; FASSOLA, H.E.; PACHAS, N; FERRERE, P.; ALEGRANZA, D.. 2003. Resultados iniciales de un sistema silvopastoril en el norte de misiones, argentina, entre *Pinus elliottii x Pinus caribaea* var. Hondurensis (F2) y *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. Actas X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. 7pp.

DUPRAZ, CH. 2002 Tree crops interaction models. State of the art report. Silvoarable agroforestry for Europe (SAFE). Deliverable D.1.1 of the SAFE European Research contract QLK5-CT-2001-00560. Pp 31.

FASSOLA, H. E. 1991. Respuesta del *P. caribaea* var caribaea a los tratamientos silvícolas directos en Misiones. Inf. De Avance 2. Actas Jornadas sobre P. caribaea, CIEF,. Eldorado, Misiones.p 151-163.

FASSOLA, H. E. 1993. Regímenes silvícolas con Producción de madera libre de nudos en *Pinus elliottii* Engelm en la zona central de la provincia de Corrientes. 1er informe de avance:

El control del diámetro sobre muñón en 15 cm con tratamientos directos, en dos operaciones de poda. Ivyraretá 3:28-62.
FASSOLA, H. E.; FERRERE, P.; RUIBAL DE GELID, M. 1999. Crecimiento en área basal de plantaciones jóvenes de *Pinus taeda* L. origen Marion. Informe Final PIA 20/98. Convenio SAGPYA-BIRF. INTA EEA Montecarlo 11p.
FASSOLA, H.E; FAHLER, J.; FERRERE, P.; ALLEGRANZA, D.; BERNIO, J. 2001.Determinação do cilindro com defeitos em toras podadas de *Pinus taeda* L. e sua relação com o rendimiento em madeira livre de nós. Defect core determination in pruned butt logs of *Pinus taeda* L and its relationship with clear wood yield. Actas del 2º Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal. Pp 173-188. Univ. Fed. De Santa María. Centro de Cs. Rurais. Programa de Pós-graduaçao em engenharia Florestal. 13-14 de Setiembre de 2001. Santa María-RS. Brasil.
FASSOLA, H E.; FERRERE, P.; LACORTE, S. M.; RODRÍGUEZ A.; F. 2002a. Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. en el Noreste de Corrientes, Argentina. RIA, 31 (2): 73-96
FASSOLA, H. E. 2002b. Gestión de sistemas silvopastoriles (desde una perspectiva Forestal). Actas Seminario sobre Pymes, integración, comercio internacional y desarrollo regional. Instituto Gastón Dachary. Posadas. 17p.
FASSOLA, H.E.; PACHAS, N. 2004a. Un nuevo "modelo productivo" se está imponiendo en Misiones y NE de Corrientes. La Palanca. Sociedad Rural de Misiones. Año 2nº 16:3-5
FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; PACHAS, N.; KELLER, A.; PEZZUTTI; R. 2004b. Modelo de producción de biomasa de *Axonopus Compressus* bajo dosel de *Pinus taeda*. INTA EEA Montecarlo. Informe inédito. 7pp.
FENTON, R. 1972. New approahes in softwood silviculture. Actas VII Congreso Forestal Mundial. II : 1568-1572. Buenos Aires.
FERRERE, P.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; ALLEGRANZA, D. 1999. Producción forrajera de un pastizal bajo distintos grados de cobertura del dosel en una plantación de *Pinus taeda* L. Informe Final PIA 20/97. Convenio SAGPYA-BIRF. INTA EEA Montecarlo 8 p.
FRIEDL, A.; CRECHI, H.; FASSOLA, H. 1997. Simulador Forestal. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. Primera parte: *Araucaria angustifolia*. Proyecto Cooperativo Simuladores de Crecimiento. INTA, Fac. Cs. Ftales. UNAM y Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes. Montecarlo.
GARCÍA O. 1990. Growth of thinned and pruned stands. In: James, R., y Tarlton, G.L. (Eds.), New approaches to spacing and thinning in Plantation Forestry: Proceedings of an IUFRO Symposium, Rotorua, New Zeland, 10-14 April 1989. Ministry of Forestry, FRI Bulletin n.151, p.84-97
GOYA, J.; PÉREZ, C.; FRANGI, J.L.; FERNÁNDEZ, R. 2003 Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. Ecología Austral Diciembre 2003. Asoc. Argentina de Ecología. 113 p.
HACKE, U.G.; SPERRY, J.S.; EWERS, B.E.; ELLSWOTH, D.S.; SCHÄFER, K.V.R.; OREN, R. 2000. Influence of soil porosity on water use in Pinus taeda. Oecologia 124:495–505.
KNOWLES, R.L.; WEST G. G. (1986). The use of crown length to predict the effects of pruning and thinning in *Pinus Radiata*. Crown and canopy structure in relation to productivity. IUFRO. Edited by Fujimory T. And Withehead D. Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki, Japan:104-117.
LACORTE, S. M.; FASSOLA, L. E.; PACHAS, N.; COLCOMBET, L. 2002. Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. En el sur de Misiones, Argentina. INTA EEA Montecarlo. Informe inédito. 7pp.

LACORTE, S.M.; FASSOLA, H.E.; DOMECQ, C.; SAN JOSÉ, M.; HENNIG, A.; CORREA, M.; FERRERE, P.; MOSCOVICH F. 2003. Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA vol 32 nº2: 79-97

MARTIARENA, R.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S.M.; HENNIG, A.; PACHAS, N. 2003. Determinación del nivel de compactación del suelo en rodales de *Grevillea robusta* A. cunn. De distinta densidad inicial de plantación, con y sin pastoreo bovino. EEA INTA Montecarlo. Informe interno inédito. 2p.

NAVAJAS, S;. FAHLER, J.; CASANOVA, D.; LACORTE, S. M. (1992). Pastoreo de pasto elefante CV Panamá (*Pennisetum purpureum* Schum.) bajo cubierta de un monte de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* en el NE de Corrientes. YVYRARETA, año 3, Nº3, Julio 1992, 72:78.

OOHATA S. 1986. Some Quantitative analyses of tree form : further extensions to the pipe model theory. Crown and Canopy Structure in relation to Productivity. Ed. By T. Fujimori and D. Withehead. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan. IUFRO. Pp 159-171.

PACHAS, N; KELLER, A.; FASSOLA, H.E.; LACORTE, S. M.; PINASO, M. 2004. Producción, morfología y calidad nutritiva de *Axonopus catarinensis Valls* bajo diferentes condiciones lumínicas e hídricas. INTA EEA Montecarlo. Informe inédito. 12p

PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.

PARK, J.C. 1989. Pruned Log Index. NZJFS 19 (1): 41-53.

PATIÑO, C; FASSOLA, H. E; FERRERE, P.; PEZZUTTI, R. 2003. Efectos de tratamientos silvícolas sobre la biomasa de raíces finas de *Pinus taeda* L. INTA Montecarlo. Informe inédito.

PERCIVAL, N.S.; KNOWLES, R.L. (1986). Relationship between Radiata pine and understorey pasture production. Agroforestry Symposium Proceedings. Forest Research Institute. pp. 152-160.

EFECTO DE DIFERENTES GRADOS DE SOMBREADO , CON Y SIN FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA, SOBRE LA PRODUCCIÓN DE UN PASTIZAL MODIFICADO CON PREDOMINIO DE *Axonopus compresus* (Swartz) Beauv. EN EL SUR DE MISIONES, ARGENTINA♣.

Lacorte, S. M[1].
Fassola H. E. [2]
Pachas N. [3]
Colcombet L. [4]

1. Ing. Agr. MSc. INTA CA Zaimán. Ruta 12 Km 7,5. (3300) Posadas. TE y FA ++54 3752 480 640. email: intasml@arnet.com.ar
2. Ing. Ftal. MBA. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: hfasola@ceel.com.ar
3. Ing. Agr. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: npachas@montecarlo.inta.gov.ar
4. Ing. Ftal. MBA. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. TE y FAX ++54 3751 480 057. email: crm@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

Closed to Posadas City in a grassland, were *Axonopus compressus* is the main specie, a trial with the purpose of determining the effect of the shadow and phosphorous fertilization on it was established. It was used a split plot design, where shadow level was the main factor (0%; 30 %, 50 % y 65 %) and phosphorous fertilization level was the secondary factor (without fertilization and an equivalent of 120 kg P2O5/ha).Soil and foliar analysis were carried out at the end of the essay. As a result of this it was possible to determinate the beneficial effect of shadow on grassland production, also in soil and forage quality. Non significance differences were found between P fertilization treatments, but there was a significance interaction between fertilization and shadow.

Key words: grassland, ecophisiology, radiation, fertilization**,** *Axonopus compresuss*

RESUMEN

En cercanías de la ciudad de Posadas, en un pastizal con predominio de *Axonopus compresus* se instaló un ensayo a los fines de determinar el efecto de distintos niveles de sombra y fertilización fosfórica, sobre la producción del mismo. Se empleó un diseño de parcelas divididas, con tres bloques, siendo la sombra el factor principal (0%; 30 %, 50 % y 65 %) y la fertilización fosforada el factor secundario (sin fertilización y el equivalente a 120 kg P2O5/ha). También se efectuaron análisis de suelos y foliares al momento de la finalización del ensayo. Como resultado se pudo constatar el efecto benéfico de la sombra sobre la producción del pastizal, el suelo y la calidad forrajera. No se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización, pero se observó interacción significativa entre sombra y fertilización.

♣ Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto de Ámbito Nacional PAN 437 “Sistemas silvopastoriles en la República Argentina: aspectos básicos del funcionamiento de los sistemas para el desarrollo de tecnologías de instalación y manejo”.

Palabras Clave: pastizal, ecofisiología, radiación, fertilización, *Axonopus compresus*

INTRODUCCIÓN

El *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. es originario del trópico de Centro América, América del Sur e Islas del Caribe que en los últimos 30 – 150 años se difundió, en forma accidental en la mayoría de los casos, en SE de EE UU, África, SE de Asia, incluyendo la India, Filipinas, Australia e Islas del Pacífico. Este género está integrado por un complejo de especies dentro de las cuales el *A. compressus* es el de más amplia difusión. Es una especie heterógama, de fertilización cruzada, que puede hibridarse con otras especies (Bogdan, 1977).

Localmente se lo denomina como "pasto jesuita" y es una de las gramíneas de mayor valor forrajero que componen los pastizales de lomas e inclusive de zonas anegadizas del Sur de Misiones y NE de Corrientes (Fontana 1996, Lacorte y Goldfarb 1996, Fernández *et al*,. 1983). A su vez es una especie colonizadora en pasturas implantadas degradadas, hecho comúnmente registrado en la zona (Lacorte, 2003) y en otros países (Bogdan, 1977).

De acuerdo al archivo del INTA Zaimán (1960/61/62/63) los valores mensuales de proteína bruta (PB) para la especie en estudio, creciendo a cielo abierto, oscilan desde un mínimo de 4,4% hasta un máximo de 8,01%, desconociéndose el estado vegetativo al momento del muestreo y cómo se realizó el mismo. Dirven (1971), citado por Bogdan (1977) obtuvo con alta fertilización nitrogenada, valores de 10.640 kgMS/ha y un contenido PB 22,3% en un rebrote de tres semanas. Por otro lado, Pérego *et al*. (1996) trabajando durante dos años (Sept.93 – Sept. 95) con *Axonopus* sp "Rauh", ecotipo seleccionado localmente, bajo dosel de *Araucaria angustifolia* de 20 años y una densidad de 430 árboles/ha obtuvo una producción de 4708 kgMS/ha/año, con un valor promedio anual de 9,33% de proteína bruta, con valores máximos de 15,3% (Abril y Julio) y mínimo de 2,2% (Julio). En general los valores más bajos se presentan a partir de Enero, atribuyéndole esto a la floración de la especie. Sin embargo, comparando los contenidos de PB mensuales, estos presentan un comportamiento errático tal vez por influencia de factores climáticos como temperatura y precipitación. En cuanto al contenido de fósforo, el promedio anual fue de 0,328 g/100gMS, indicando que supera ampliamente a otras gramíneas que se desarrollan en la provincia de Misiones.

En plantaciones forestales realizadas sobre pastizales, ya sean con mínima labranza o laboreo total del suelo, cuando comienza el sombreado por el dosel arbóreo, aproximadamente a los tres años dependiendo de la calidad de sitio, es la especie predominante del tapiz vegetal que se establece en dichas condiciones (Fassola *et al.* 2002; Lacorte *et al.*, 2003). Torres (1983) indica que en sistemas silvopastoriles donde no se aplican insumos para el manejo forrajero, el *Axonopus* sp se establece y hay escasas ventajas en reemplazarlo e introducir otras especies. Stür (1990), Wong (1990) y Pezo y Muhammad (1999) indican que el *Axonopus compressus* es una de las especies más tolerantes a altas condiciones de sombra.

Wilson (1990), en una experiencia con *Panicum maximum* var. Trichoglume desarrollándose bajo sombra artificial que permitía el paso de 50% de luz, encontró comparando esta situación respecto a cielo abierto, una disminución de la temperatura del suelo entre 14 a 20 Cº y un incremento en el rendimiento del forraje de 43%, en el contenido de nitrógeno en hojas de 36% y nitrógeno y nitratos en el suelo de 106%. Atribuye esto a mejores condiciones ambientales bajo sombra que permiten una más efectiva actividad microbiana que actúa sobre la materia orgánica y consecuentemente una mayor liberación de N2 mineralizado que es utilizado por las gramíneas, concepto que es compartido también por Shelton *et al.*(1987).

En base a los antecedentes mencionados y el potencial forrajero del *Axonopus compressus* en sistemas silvopastoriles, especialmente en regímenes silvícolas directos, se realizó la presente experiencia bajo condiciones controladas de sombra, con y sin fertilización fosfórica con el fin de estudiar sus influencias sobre la producción y calidad y modificación del tapiz por incremento de leguminosas nativas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

La experiencia se realizó en el INTA – Campo Anexo Zaimán, en el Sur de Misiones (Lat.27°26' – Long.55°53'), sobre un pastizal con predominio de *Axonopus compressus*, que colonizó antiguas pasturas degradadas. El mismo permaneció bajo pastoreo suave durante los últimos 10 años.

El clima es subtropical húmedo, con un régimen pluviométrico isohigro (Olinuk, 2004) y los suelos predominantes en la región son rojos profundos, arcillosos y bien drenados, perteneciente a los grandes grupos Kandihumultes y Kandiudalfes (INTA, 1990). El relieve es ondulado, con pendientes de 3 a 10 % (Fernández *et al*., 1996).

Información meteorológica

Los registros de precipitación y temperaturas máximas, medias y mínimas a nivel de casilla meteorológica durante la experiencia se tomaron en el mismo sitio.

Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de parcelas dividas con estructura de bloques distribuidos en sentido E-W, N-S y NW-SE. Los datos fueron analizados por Análisis de varianza (ANVA) y se compararon las medias muestrales utilizando la Prueba de Tukey para todas las variables. Para todos los casos se utilizo el software estadístico InfoStat (2002).

Tratamientos

El factor principal fue la sombra, con cuatro niveles: cielo abierto (0% S); 30% de sombra (30% S); 50% de sombra (50% S) y 65% de sombra (65% S). Para generarlos se utilizó malla plástica comercial, con una superficie plana ubicada a 1,20m de altura sobre el pastizal, cerrándose los costados con una inclinación de 45º, evitando así la entrada de radiación lateral. El factor secundario fue la fertilización, en dos niveles, sin fertilizante y con fertilización en una dosis de 260kg/ha superfosfato triple de calcio (SPT) equivalente a 120 kg P2O5/ha, aplicado en cobertura. La unidad experimental fue de 5m x 3m y la unidad de muestreo de 2m x 3m, ubicada en el centro de aquella.

Cortes y procesamiento del material

El corte inicial de emparejamiento, la fertilización y la cobertura plástica de los tratamientos se realizaron el 25 y 26/Octubre/01. Este y los cortes siguientes (Dic./01; Mz./02; Ag./02 y Nov./02) fueron realizados a una altura de 10 cm. El material cosechado se pesó en verde, separándose una submuestra de materia compuesta (MCOMP) y otra donde se separó materia verde forrajera (MVF), materia muerta (MM) y malezas (MAL), llevándose tanto la materia compuesta como los componentes a estufa a 60ºC hasta peso constante. La MVF del último corte se sometió a análisis de calidad forrajera. El incremento diario (INC) fue calculado dividiento la MCOMP producida en los cuatro cortes por los días del período analizado. Después de cada corte se realizó uno de emparejamiento de todas las unidades experimentales, retirándose el material de las mismas.

Muestreo de suelo

Al terminar la experiencia se efectuaron tres sub-muestreos en cada tratamiento, correspondientes a las tres repeticiones, conformándose finalmente uno compuesto para cada tratamiento, analizándose químicamente los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones durante los años 2000 (anterior a la experiencia) y 2001 no difirieron del promedio histórico (1916mm, 1831 mm y 1800 mm respectivamente). En cambio, el año 2002 con una precipitación de 2589 mm superó ampliamente al valor histórico. Las temperaturas mínimas absolutas a nivel de casilla meteorológica se registraron en los tres años en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Se observaron heladas agrícolas en todos los años, coincidentes con los valores más bajos de temperatura registrados en casilla meteorológica (cuadro AI del Apéndice).

Los análisis de suelo en cada tratamiento al finalizar el ensayo (Cuadro AII Apéndice), muestran que los valores de C/N, contenido de fósforo, CIC total y saturación de bases, dentro de cada nivel de sombra, fueron mayores en los casos con fertilización respecto a los no fertilizados, precisamente como efecto de la misma. A su vez, el contenido de fósforo, muestra una tendencia a ser mayor a medida que se incrementa la sombra, tanto cuando se fertilizó como cuando no se lo hizo. Este hecho fue confirmado anteriormente por Sosa (Com. Pers., 2004) en otras experiencias en la zona, quién atribuye a que la sombra disminuye la temperatura del suelo, permitiendo una mejor actividad microbiana. Coincidentemente, Pezo y Muhammad (1999, b), citando a varios autores, indican que la sombra provoca una disminución en la tasa de mineralización de la materia orgánica. El microclima (humedad-temperatura) generado por la sombra favorecería la actividad biológica de la microflora y fauna del suelo, por otra parte la tasa de liberación de los elementos más móviles (potasio, nitrógeno) sería más lenta bajo sombra, compatible con la capacidad de absorción de las plantas forrajeras.

Como resultado de la producción del pastizal bajo las diferentes condiciones se estableció que las medias de producción de MCOMP de acuerdo a la disposición de los bloques tuvieron diferencias significativas (N-S 6110,63 kg Ms/ha (a); E-W 5047,63 kgMS/ha (b); NE-SE 3942,50 kgMS/ha). Esto sugeriría la influencia del sentido de la radiación sobre la producción total. Sin embargo, en el incremento diario de producción INC y en la MVF no hubo tanta influencia de la orientación. Entre la media del INC N-S (15,75 kgMS/ha/día) y la E-W (13,13 kgMS/ha/día) no hubo diferencias significativas y la NW-SE (10,25 kgMS/ha/día) fue diferente significativamente a las dos anteriores. Por otro lado, en la MVF predominó la N-S como en el caso de la MCOMP (N-S 4938,25 kgMS/ha (a); E-W 4082,38 kgMS/ha (ab); 3214,38 kgMS/ha (b)). Los tres componentes analizados mostraron una menor producción en la orientación NE-SE.

No hubo diferencias significativas entre medias con y sin fertilización en la MCOMP (S/F 5104,83 kgMS/ha y C/F 4962,33 kgMS/ha); en el INC (S/F 13,25 kgMS/día y C/F 12,83 kgMS/día) y en la MVF, donde el aporte de leguminosas fue despreciable, (S/F 4096,67 kgMS/día y C/F 4060 kgMS/día). Esto no coincide con los resultados obtenidos por Pera (2003), que trabajando con un pastizal con predominio de *Axonopus compressus* en el N de corrientes y en condiciones de cielo abierto, logra 5920 kgMS/ha sin fertilización fosfórica y 6693,1 con 150 kg de superfosfato triple de calcio/ha (46% P_2O5) significativamente superior al testigo. Ambas cifras son muy elevadas comparadas con los resultados de la presente experiencia.

Por otro lado, las medias de producción en los tres niveles de sombra fueron superiores estadísticamente respecto a la de cielo abierto (0% S). En efecto, entre 50% S (6814 kgMS/ha) y 65% S (5999 kgMS/ha) no hubo diferencias significativas y entre esta y la de 30% S (5164,17 kgMS/ha) tampoco la hubo. La media de producción a cielo abierto (2157,17 kgMS/ha) fue menor significativamente que las logradas bajo los tres niveles de sombras mencionados. Benvenuti *et al.* (2000 a) logran una elevada producción con *Axonopus* sp Rauh a cielo abierto (4670 kgMS/ha), con 49% de luz (7921 kgMS/ha) y con 33% de luz (8079 kgMS/ha), duplicando en estos dos últimos tratamientos lo logrado por Pérego (1996).

Además los INC 50% S (17,67^{a} kgMS/ha/día), 65% S (15,67^{ab} kgMS/ha/día), 30% S (13,17^{b} kgMS/ha/día) y 0% S (5,67^{c} kgMS/ha/día), presentaron la misma tendencia que la MCOMP.

El efecto de la sombra sobre la producción de MVF fue levemente diferente al de la MCOMP. Con 50% S la producción fue de 6140,17 kgMS/ha, significativamente superior al resto de los tratamientos. Entre la de 65% S (4594,83 kgMS/ha) y la de 30% S (4184,33 kgMS/ha) no hubo diferencias, siendo ambas superiores significativamente a la de cielo abierto (1394 kgMS/ha).

En cuanto a la interacción fertilización por sombra (Fig 1), si bien hubo diferencias significativas, se observa que no hay consistencia entre las medias de los tratamientos. Las máximas producciones de MCOMP se lograron con 50% S S/F con 8370,33 kgMS/ha, 30% S C/F con 6473,67 kgMS/ha y 6135,33 con 65% S C/F, sin diferencias significativas entre las mismas. Las mínimas se registraron 0% S C/F (2255,33 kgMS/ha) y 0% S S/F (2059 kgMS/ha), sin diferencias significativas entre estos tratamientos pero si con los de mayor producción y los intermedios. El incremento diario de producción (INC) siguió un mismo patrón que la MCOMP, por lo cual es válido lo expresado anteriormente.

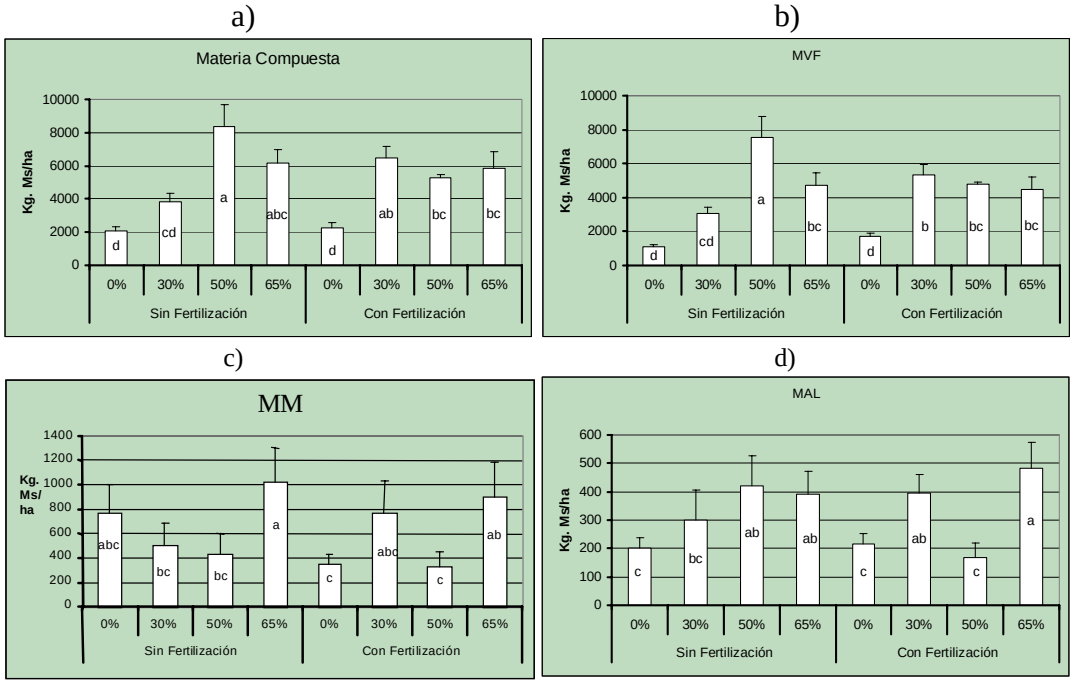


Figura 1.- Producción acumulada de 4 cortes (387 días) de un pastizal con predomino de *Axonopus compressus* Swartz (Beauv) bajo diferentes niveles de sombra, con y sin fertilizante fosfórico, para distintos estratos herbáceos , en el Sur de Misiones, Argentina.

a) MCOMP: materia compuesta; b) MVF: materia verde forrajera; c) MM: materia muerta; d) MAL: malezas

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leqq 0.05$).

Accumulated production of 4 harvest (387 days) in grassland with predominance of *Axonopus compressus* Swartz (Beauv), under different levels of shadow and P fertilization, for different herbaceous strata, in southern Misiones, Argentina

La MM con y sin fertilización y las MAL con fertilización, no presentan una tendencia definida. En cambio las MAL sin fertilización siguen la misma tendencia que la MCOMP y la MVF, ambas sin fertilización, teniendo el pico máximo de aporte con 50% de sombra.

En la Tabla 1 se presenta el análisis químico de la MVF, donde.se observa que en el caso de fósforo y potasio, con y sin fertilización fosfórica, hay un incremento en el contenido a medida que se incrementan los niveles de sombra. Los valores de celulosa y lignina son inferiores y los de FDN similares a los presentados por cuatro gramíneas tropicales (pangola, colonial, bermuda de la costa y elefante) en un rebrote de 60 días y los de sílice son también iguales o menores a los obtenidos en bermuda de la costa en diferentes condiciones (Van Soest, 1982). La FDN es aproximadamente un 10% menor que las determinaciones realizadas por Benvenutti (2000 b), promedio de 9 especies de gramíneas tropicales.

Tabla1.- Análisis químico de la Materia Verde Forrajera de *Axonopus compresus* (Swartz) Beauv., correspondiente al último corte (07/Noviembre/02).*
Chemical analysis of green forage dry matter of *Axonopus compresus* (Swartz) Beauv., in the last harvest (november 7-2002)

Tratamientos	Fósforo (g/100 gMS)	Proteína (g/100 gMS)	Potasio (g/100 gMS)	Sodio (g/100 gMS)	FDN (g/100 gMS)	FDA (g/100 gMS)	Celulosa (g/100 gMS)	Lignina (g/100 gMS)	Sílice (g/100 gMS)	Cenizas Totales (g/100 gMS)
C/F 0 % S	0,231	10,3	1,22	0,031	60,8	32,8	28,2	3,0	1,6	6,6
C/F 30 % S	0,254	9,6	1,46	0,037	61,5	33,3	28,6	2,9	1,8	7,0
C/F 50 % S	0,254	9,3	1,97	0,025	61,1	35,2	30,0	2,9	2,3	7,6
C/F 65 % S	0,291	12,5	2,62	0,041	61,1	36,1	30,2	3,9	1,9	8,4
S/F 0 % S	0,170	9,4	1,65	0,037	60,7	35,7	28,9	4,5	2,3	6,6
S/F 30 % S	0,174	10,2	1,59	0,031	59,5	34,2	29,5	3,0	1,7	6,6
S/F 50 % S	0,201	9,2	1,74	0,028	60,6	36,2	31,6	3,3	1,4	6,4
S/F 65 % S	0,209	12,1	2,29	0,037	59,7	35,6	30,2	3,6	1,8	7,4

***** Laboratorio de Forrajes – INTA-EEA Mercedes, Corrientes.

Si bien es un análisis puntual, los valores de fósforo, proteína y potasio superan los requerimientos de una vaca de cría; el sodio es deficiente en menos de la mitad de lo requerido (0,08 g/100 gMS) (Royo Pallarés *et al.*, 1994).

CONCLUSIONES

En la orientación N-S se produjo la mayor cantidad de materia compuesta, seguida por la E-W y NW-SE. El incremento diario y la materia verde forrajera siguen la misma tendencia, aunque entre la orientación N-S y E-W no hubo diferencias significativas. Los valores más bajos de los tres parámetros s obtuvieron con la orientación NW-SE. Esto sugeriría que para un sistema silvopastoril, la plantación en el sentido N-S favorecería una mayor producción forrajera.

La fertilización fosfórica no tuvo efecto en la producción de materia compuesta, incremento diario y materia verde forrajera.

La producción de materia compuesta bajo los tres niveles de sombra fue significativamente superior a la situación de cielo abierto. Además se presentó una tendencia de incremento de producción a medida que aumentó la sombra, con un máximo con 50% de sombra, sin diferencias significativas con la de 65% de sombra, aunque en esta última decayó.

La producción de materia compuesta no muestra consistencia con la interacción sombra – fertilizante. El máximo se logró con 50% de sombra sin fertilización, siguiéndole la de igual sombra con fertilización, sin haber diferencias significativas entre ambas. A cielo abierto con y sin fertilización la producción fue menor significativamente que las producciones bajo los tres niveles de sombra. La materia verde forrajera presentó prácticamente el mismo proceso que la anterior. En cuanto a la materia muerta y las malezas tampoco mostraron una tendencia definida siendo en ambos casos más erráticos los resultados con fertilización, registrándose el máximo con 65% de sombra con y sin fertilización.

En el suelo se detectó un mayor contenido de P en las parcelas fertilizadas. Por otro lado, a la misma dosis de P con mayor sombreado la disponibilidad de dicho elemento se incrementó hasta valores elevados.

En la materia verde forrajera, los contenidos de fósforo y potasio mostraron una fuerte tendencia a ser mayores cuando incrementaron los niveles de sombra. El contenido de proteína no presenta ninguna tendencia. El mismo comportamiento que el caso anterior se registró en el resto de los parámetros analizados.

BIBLIOGRAFÍA

BENVENUTTI M.A., PAVETTI D.R., CORREA E.M. Y PÉREGO J. (2000). Evaluación de especies forrajeras gramíneas tropicales en distintos niveles de iluminación bajo monte forestal de pino para uso en sistemas forestoganaderos. INTA-EEA Cerro Azul, Inf. Técn. Nº70, pág.6.

BOGDAN A.V. (1977). En: Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes),Trop. Agric. Series. Longman, London, pag.45-46.

FASSOLA H.E., FERRERE P., LACORTE S.M., RODRÍGUEZ F. (2002). Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. en el Noreste de Corrientes, Argentina. RIA, 31 (2): 73-96.

FERNÁNDEZ J.G., BENÍTEZ C.A., ROYO PALLARÉS O. (1983). Principales forrajeras nativas del Medio Este de la provincia de Corrientes, Serie Técnica Nº 23, pág. 18-19.

FERNÁNDEZ, R., PHAR, N., LUPI, A. (1996). Evaluación del crecimiento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en diferentes condiciones de sitio del noreste argentino. Actas del XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencias del Suelo. Disco Compacto. Aguas de Lindoia, San Pablo.

FONTANA J.L. (1996). Los pajonales mesófilos semi-naturales de Misiones (Argentina). Phytocoenologia, 26 (2) 179 – 221. Berlin-Stutgart, Junio 28,1996.

INFOSTAT (2002). *Infostat versión 1.1*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

LACORTE S.M., GOLDFARB M.C. (1996). Evaluación agronómica de un pastizal nativo del Sur de Misiones. INTA - EEA Cerro Azul, Miscelánea Nº34, pág.1-15.

LACORTE S.M., COLCOMBET L. (2003). Producción de carne con novillos cruza cebú en pastizales del Sur de Misiones. La Palanca (Soc. Rural Mnes.) Año 1, Nº3, pág.15-20.

LACORTE S.M., FASSOLA H.E., DOMECQ C., SAN JOSÉ M., HENNIG A., CORREA E.M., FERRERE P., MOSCOVICH, F.(2003). Efecto del pastoreo sobre el crecimiento de *Grevillea robusta* y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA, 32 (2): 79-96.

OLINUCK J.A. (2004). El Clima del Departamento Capital-Período 1970-2001. INTA-EEA Cerro Azul, Inf. Técn. Nº 87 (En prensa).

PERA R.D. (2003). Efecto de la fertilización fosfórica y nitrogenada sobre la producción de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv., en primavera-verano-otoño, en el NE de la Provincia de Corrientes, Argentina. Tesis Ing. Agr., pág. 28.Univ. Del Salvador, Cps. San Roque González, Gdor. Virasoro, Ctes.

PÉREGO J. (1996). El pasto Rauh (Axonopus sp) una forrajera de parquizado. INTA – EEA Montecarlo, Citrumisiones nº 24, Pág. 20–26, Dic. 1996.

PEZO D. Y MUHAMMAD I. (1999). Tema 3-Interacciones leñosa perenne-pastura, pág. 47. En: Sistemas Silvopastoriles, Módulo 2, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ROLLO PALLARÉS O., PIZZIO R., BENÍTEZ C. Y FERNÉNDEZ J.C. (1994). Malezales de la provincia de Corrientes. Características y problemática. Noticias y Comentarios Nº29, Agosto 1994, pág.3. INTA-EEA Mercedes, Corrientes.

SHELTON H.M., HUMPHREYS L.R., BATELLO C. (1987). Pastures en the plantations of Asia and the Pacific: Perfomance and Prospect. Trop. Grssld. 21 (4), 159-168.

STÜR W.W. (1990). Screening forage species for shade tolerance – A preliminary report. Forages for Plantation Crops. ACIAR Proceedings Nº 32. Ed. H.M. Shelton & W.W. Stür, pp.58-63.

TORRES F. (1983). Role of woody perennials in animal agroforestry. Agroforestry Sistems 1:131-163.

VAN SOEST P. (1982).Ch. 3 – Quality of Fedstuffs, pág. 69 y 73. En: Nutritional Ecology of the Ruminants. Ed 1982.

WILSON J.R. (1990). The eleventh hypotesis; Shade. Agroforestry Today, 2 (1), 14-15.

WONG C.C. (1990). Shade tolerance of tropical forages: A review. Forages for Plantation Crops. ACIAR Proceedings Nº 32. Ed. H.M. Shelton & W.W. Stür, pp.64-69.

APÉNDICE

Cuadro AI- Precipitación y temperaturas mínimas absolutas registradas durante la experiencia y promedios históricos (Olinuck, 2004 *op cit*.).

Precipitation and absolute minimum temperature during the essay and historic means

	E	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
AÑO	**2000** (PPanual)**1916.0**mm											
Pp (mm)	204,5	136,5	150,0	75,7	143,5	246,5	58,0	91,5	67,5	415,5	186,3	140,5
Tem (ºC)	16,1	17,0	11,0	9,2	5,2	3,1	-1,0	5,0	4,8	10,0	9,1	13,0
AÑO	**2001** (PPanual) **1831.0 mm**											
Pp (mm)	267,0	255,5	287,0	180,5	36,5	74,0	72,0	68,0	159,5	213,5	174,5	43,0
Tem (ºC)	13,2	21,2	15,0	14,6	5,8	1,3	-0,5	8,5	6,0	9,0	14,0	12,8
AÑO	**2002**(PP anual) **2589,3 mm**											
Pp (mm)	301,0	44,5	250,0	229,0	219,5	70,0	106,3	241,5	196,0	390,5	203,0	338,0
Tem (ºC)	14,9	16,7	16,0	13,4	9,9	3,8	4,0	4,0	1,0	8,0	10,5	14,5

PROM.	**1970 2001** (PP anual) **1800.1mm**											
Pp (mm)	151.5	168.9	144.7	165.2	143.0	143.5	106.5	102.2	143.0	193.2	158.3	180.1
Tem (ºC)							-3.9 record 1975					

Cuadro A II. Análisis de suelos de las parcelas con y sin fertilizante fosfórico (260 kgSPT /ha) y con diferentes grados de sombreamiento. Fecha muestreo: 18/Abril/03.*

Soil analysis without fertilization and with P fertilization and different shadow levels (sample date: 03/04/18)

Fertilización**	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F
% Sombra	0%	0%	30%	30%	50%	50%	65%	65%
M.O.% Fac. Oxidable	2,66	1,85	1,79	2,31	2,60	1,85	2,66	2,14
N Total %	0,13	0,13	0,10	0,15	0,13	0,14	0,13	0,13
C %	1,55	1,07	1,04	1,35	1,51	1,07	1,55	1,24
C/N	11,92	8,23	10,40	9,00	11,61	8,23	11,92	9,53
P P2O5 ppm	**5,90**	**0,81**	**7,30**	**2,40**	**12,24**	**2,81**	**18,06**	**2,81**
K meq/100g	0,07	0,04	0,06	0,03	0,08	0,07	0,04	0,05
Ca "	3,52	2,10	2,79	1,47	2,79	2,45	3,03	2,64
Mg "	2,45	1,13	0,93	1,12	1,37	0,78	0,98	1,28
Na "	0,06	0,04	0,25	0,06	0,24	0,19	0,27	0,1
Suma de Bases (S)	6,10	3,31	4,03	2,68	4,48	3,49	4,32	4,07
Acidéz Inter. meq/100g	4,92	4,37	3,81	3,72	4,74	3,90	3,99	4,09
CIC total meq/100g (T)	11,02	7,68	7,84	6,40	9,22	7,39	8,31	8,16
Satur. de Bases %(V%)	55,35	43,09	51,4	41,87	48,59	47,22	51,98	48,87
pH (Agua, 1:2,5)	4,85	5,05	5,30	5,20	5,35	5,30	5,30	5,20
pH (ClK, 1:2,5)	4,60	4,70	4,85	4,80	4,90	4,85	4,90	4,80
Al Inter. meq/100g	0,13	0,18	0,18	0,13	ND	ND	0,13	0,61

Observaciones: * Lab. de suelos, INTA-EEA Cerro Azul. ** C/F= con fertilizante; S/F= sin fertilizante. ND= no detectado.

EFECTOS DEL ÁRBOL Y SISTEMAS DE LABRANZA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DEL SUR OESTE DE CÓRDOBA, ARGENTINA.

EFFECTS OF TREE AND TILLAGE SYSTEMS ON THE PRODUCTIVITY OF THE HERBACEOUS STRATUM IN SILVOPASTORAL SYSTEMS IN THE SOUTHWEST OF CÓRDOBA, ARGENTINA.

José Omar Plevich[1]
Cecilia Saroff[2]
Carmen gloria Cholaky[3]
Telmo Pereyra[4]
Omar Miguel Barotto[5]
Hector Roque Pagliaricci[6]

[1.] Magister en Ciencias Forestales. Depto de Producción Vegetal. F.A.V. UNRC. E-mail: oplevich@ayv.unrc.edu.ar
[2.] Master en Ciencias Agropecuarias. Depto de Producción Vegetal. F.A.V. UNRC. E-mail: csaroff@ayv.unrc.edu.ar
[3.] Master en Ciencias Agropecuarias. Depto de Ecología Agrícola. F.A.V. UNRC. E-mail: ccholaky@ayv.unrc.edu.ar
[4.] Lic. en Ciencias Químicas. Depto de Producción animal. F.A.V. UNRC. E-mail: tpereyra@ayv.unrc.edu.ar
[5.] Ing. Agr. Depto de Producción Vegetal. F.A.V. UNRC. E-mail: obarotto@ayv.unrc.edu.ar
[6.]Dr. en Ciencias Agropecuarias Depto de Producción animal. F.A.V. UNRC. E-mail: hpagliaricci@ayv.unrc.edu.ar

SUMMARY:

A silvopastoril system with two different tree species was established in a split plot experiment in 1998. The system includes a double row of trees planted at each side of an "alley" of 21m. The species of trees were *Pinus elliottii* and *Eucalyptus viminalis. T*he forage was *Avena sativa.* Two systems of reduced tillage one superficial and other deep were used. To estimate the forage biomass, plots at two distances from the trees (2 and 10.5m) and one plot without trees.

The results shows that forage biomass production was superior in the plots with deep tillage and the fifth years "alley" associated with *Pinus elliottii.* It should be also noted that the election of the arboreal species to design the alley can be one of the key for successful silvopastoral systems.

Key words: Silvopastoral system, forage biomass, tillage.

RESUMEN:

Un sistema silvopastoril con dos especies de árboles fue establecido durante 1998 en un diseño de parcelas divididas. El sistema incluye una doble hilera de árboles plantados a cada lado de un callejón de 21 m. Las especies de árboles corresponden a *Pinus elliottii* y *Eucalyptus viminalis* . La especie forrajera fue *Avena sativa.* En el callejón, dos sistemas de labranza reducida fueron utilizados, uno superficial y el otro profundo.

Para estimar la biomasa forrajera, se colocaron parcelas a dos distancias desde el árbol (2 y 10.5 m) y en un testigo sin árboles.

Los resultados muestran que la producción de biomasa forrajera durante el quinto año de establecimiento de un sistema silvopastoril, fue superior en las parcelas con labranza reducida

profunda y en el callejón asociado a *Pinus elliottii.* Además, se observa que la elección de la especie arbórea es clave para el éxito de un sistema silvopastoril.

INTRODUCCION:

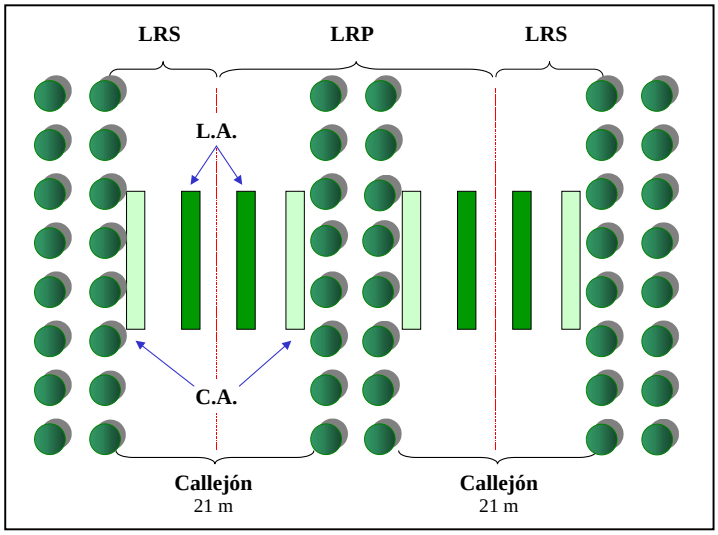
En el suroeste de la provincia de Córdoba, Argentina, existen tierras con severos procesos de erosión hídrica, debido a la interacción del relieve ondulado, precipitaciones de alta intensidad, suelos francos y sistemas de producción agrícola basados en el laboreo permanente (Cantero et al. 1998). Para mitigar los procesos erosivos se establecieron sistemas silvopastoriles donde se combinaron cultivos forrajeros con árboles. Para mejorar la condición física del suelo dos sistemas de labranza reducida fueron implementados. El objetivo de este documento es establecer los efectos de los árboles y los sistemas de labranza sobre la producción de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un sistema silvopastoril con dos especies de árboles fue establecido durante 1998 en un diseño de parcelas divididas. El sistema incluye una doble hilera de árboles plantados a cada lado de un callejón de 21 m (fig. 1).

Fig. 1: Diseño del experimento

LRS: Labranza reducida superficial.
LRP: Labranza reducida profunda.
L.A. : Parcela a 10.5m desde el árbol.
C.A. : Parcela a 2 m desde el árbol.



Las especies de árboles corresponden a *Pinus elliottii* y *Eucalyptus viminalis* . La especie forrajera fue *Avena sativa.* En el callejón, dos sistemas de labranza reducida fueron utilizados, uno superficial (rastra excéntrica y siembra) y el otro profundo (reja cero alada y siembra).
Para estimar la biomasa forrajera, se colocaron parcelas a dos distancias desde el árbol (2 y 10.5 m) y en un testigo sin árboles. La producción de biomasa forrajera fue medida al final del ciclo de vida de la avena. Durante el año 2003, al quinto año de establecido el sistema silvopastoril los

datos fueron colectados y analizados por medio de un análisis de varianza y la comparación de medias según el tratamiento LSD de Fisher.

RESULTADOS

Los datos de biomasa forrajera asociados con las especies arbóreas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Producción de biomasa forrajera asociada a las especies arbóreas

Tratamiento	Producción de biomasa forrajera (kg MS/ha)
Pinus elliottii	1912,25 a
Eucalyptus viminalis	1079,25 b
Potrero sin árboles (testigo)	1261,50 b

Diferentes letras indican diferencias significativas por el test LSD de fisher a P<0,05

Los datos que observados en la tabla 1 muestran que la producción de biomasa forrajera fue significativamente superior (P< 0.05) cuando la avena creció en el callejón asociado con *Pinus elliottii*, que cuando lo hizo en la parcela asociada a *Eucalyptus* viminalis o en un potrero sin árboles. Esto sugiere que las tasa de evaporación en el callejón con pinos es más bajo que en el potrero sin árboles, traduciéndose en una mayor acumulación de agua en el suelo para la producción de biomasa forrajera. Sin embargo en el callejón con eucalipto la producción de biomasa forrajera cercana a los árboles fue significativamente baja, posiblemente debido a efectos de alelopatía.

Los datos de biomasa forrajera asociados con las labranzas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Producción de biomasa forrajera asociada a las labranzas.

Tratamiento	Producción de biomasa forrajera (kg MS/ha)
Labranza reducida profunda	1577,83 a
Labranza reducida profunda	1257,50 b

Diferentes letras indican diferencias significativas por el test LSD de fisher a P<0,05

Los datos que observados en la tabla 2 muestran que la producción de biomasa forrajera fue significativamente superior (P< 0.05) cuando la labranza utilizada fue la reducida profunda. En esta labranza se logro una mayor de exploración de raíces que permitió a Avena sativa contar con mayor nivel de agua para la producción.

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que la producción de biomasa forrajera durante el quinto año de establecimiento de un sistema silvopastoril, fue superior en las parcelas con labranza reducida profunda y en el callejón asociado a *Pinus elliottii.* Esto muestra, ademas que la elección de la especie arbórea es clave para el éxito de un sistema silvopastoril (Pezzo y Ibrahim, 1999).

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, H. P.; P. Soto y P. Melin (1984). Método para estimar el crecimiento de las praderas de secano, por medio de cortes en ausencia de pastoreo. Agricultura Técnica (Chile) 44(4):325-333.

Cantero, A.; M. Cantú; J.M. Cisneros; J.J. Cantero; M. Blarasin; A. Degioanni; J. Gonzalez; V. Becerra; H. Gil; J. De Prada; S. Degiovanni; C. Cholaky; M. Villegas; A. Cabrera Y E. Carlos – 1998 - Las tierras y aguas del sur de Córdoba. Propuesta para un manejo sustentable. Editorial UNRC, 119 págs.

Pezzo, D. y M. Ibrahim, (1999). Sistemas silvopastoriles. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. 275 págs.

INTRODUCCIÓN Y CULTIVO DE *Tuber melanosporu*m Vitt. EN CHILE

INTRODUCTION AND CULTIVATION OF *Tuber melanosporu*m Vitt. IN CHILE

Rómulo Santelices [1]
Francisco Pérez [2]
Ricardo Ramírez [3]
Santiago Reyna [4]

1. Ingeniero Forestal, Magíster en Ciencias, Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Católica del Maule, Centro de Investigación en Biotecnología Silvoagrícola, Avenida San Miguel 3605, Talca, Chile. E-mail rsanteli@hualo.ucm.cl
2. Ingeniero Forestal, Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Católica del Maule, Avenida San Miguel 3605, Talca, Chile. E-mail fperez@infor.cl
3. Ingeniero Forestal, Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Católica del Maule, Avenida San Miguel 3605, Talca, Chile. E-mail proyecto@hualo.ucm.cl
4. Doctor Ingeniero de Montes, Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, Parque Tecnológico, C/Charles R. Darwin, 14, E-46980 (Paterna) Valencia, España. E-mail fundacion@ceam.es

SUMMARY

We studied the possibility to cultivate *Tuber melanosporum* Vitt. (Black Truffle) in Chile. The climatic conditions of some areas in Chile are very similar to the best truffle producing areas in Europe. These areas are located primarily in the central zone between 33º and 40º S latitude. However, contrary to Europe where soils commonly present a high pH (7.5 to 8.5) most of the appropriate soils in Chile have a pH ranging from 5.5 to 7.0. This discrepancy in pH can be corrected by means of lime application. To investigate the field behaviour and growth of *T. melanosporum* three sites under different environmental conditions were selected where experimental truffières was established. Seedlings of *Quercus ilex*, *Q. robur*, *Corylus avellana Nothofagus obliqua* and *N. glauca* were inoculated using dried spore inoculum of *T. melanosporum* which was mixed with inert talcum powder as a coadjutant. The programme of inoculation and plant production was conducted under greenhouse conditions. Based on preliminary data and analyses of mycorrhizal morphotypes, the presence of *Tuber melanosporum* has been confirmed in all species 5 months after inoculation

RESUMEN

Se analiza la posibilidad de introducir en Chile el cultivo de *Tuber melanosporum* Vitt., conocido corrientemente como trufa negra. Para ello se considera que las condiciones climáticas de algunas áreas son muy similares a aquellas de mejor producción en Europa. Estas se concentran entre los 33º y 40º de latitud sur en la zona central. Sin embargo, la mayoría de los suelos apropiados para este cultivo tiene un pH relativamente bajo, a diferencia de Europa en donde comúnmente es más alto. Esta diferencia puede ser corregida fácilmente por medio de enmiendas con cal. Para llevar a cabo el estudio, se seleccionaron y trataron tres diferentes sitios para establecer plantaciones experimentales. Paralelamente, se llevó a cabo un programa de micorrización con plantas de *Quercus ilex*, *Q. robur*, *Corylus*

avellana, Nothofagus obliqua y *N. glauca* usando como inóculo esporas de *T. melanosporum* deshidratadas y dispersadas en talco inerte como coadyudante. El programa de inoculación se llevó a cabo en un invernadero implementado con todas las condiciones de seguridad para evitar la contaminación con otros hongos. Después de cinco meses de efectuada la inoculación, los resultados muestran que la micorrización alcanzó altos niveles en todas plantas, excepto en *N. glauca*.

INTRODUCCIÓN

Uno de los hongos micorrícicos de mayor valor comercial en el mundo es *Tuber melanosporum* Vitt., llegando a alcanzar precios superiores a los US$ 700 por kilo fresco. Sin embargo, su cultivo se ha logrado en un número limitado de países en el Hemisferio Norte (REYNA, 2000), aunque en el último tiempo ha sido introducido en Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia, países que están comenzando recién a producir (HALL *et al*., 2001). También se han reportado trabajos en Israel, Sudáfrica y Argentina (REYNA, 2000; REYNA *et al*., 2002).

Hoy en día, los métodos de producción se basan en la obtención de plantas micorrizadas bajo condiciones controladas de invernadero, con técnicas que son incluso mantenidas como secreto comercial. A pesar de que se producen muchos cientos de miles de plantas inoculadas cada año y que se establecen extensas áreas para el cultivo de trufa, no ha sido posible detener la tendencia a la baja que hoy se da en la producción de trufas (REYNA, 2000). La razón de ello podría encontrarse en la competencia ejercida por otros hongos nativos micorrícicos, ya sea en la etapa de invernadero o posteriormente en la plantación.

En la actualidad, han sido establecidas truffières en Nueva Zelanda y Estados Unidos, lo que muestra que es posible el cultivo fuera del área de distribución natural en donde las condiciones de clima y suelo no son las ideales (HALL *et al*., 2001).

La oferta de hongos micorrícicos en Chile se concentra en unas pocas especies. Se destacan *Suillus luteous* (Fries) S.F. Gray y *Lactarius deliciosus* (L.: Fr.) S.F. Gray, los que han sido introducidos accidentalmente al país y tienen un relativo bajo valor comercial. En consecuencia, es atractiva la introducción de hongos de mayor valor comercial, especialmente aquellos que se podrían comercializar contra temporada. En este contexto, *T. melanosporum* aparece como una alternativa comercial interesante, pero para ello deben estudiarse variados factores tanto en la primera etapa de inoculación en invernadero, como posteriormente en el establecimiento de las truffières.

El propósito de este estudio es comparar las condiciones agroclimáticas de la zona central de Chile con las del área de distribución natural de *T. melanosporum* para llegar a seleccionar sitios para el establecimiento de plantaciones y, además, analizar el proceso de inoculación bajo condiciones controladas de invernadero.

MATERIAL Y MÉTODO

Mediante revisión bibliográfica se recopilaron antecedentes relacionados con el cultivo de *T. melansporum* en su área de distribución natural y fuera de ella. Estos fueron comparados con las condiciones agroecológicas de la zona central de Chile, de tal forma de tener parámetros para la selección de sitios para ensayos y para el programa de inoculación.

Condiciones agroecológicas para el cultivo de *Tuber melanosporum* en Chile

Los suelos donde la especie se distribuye en Europa en forma natural tienen un pH alto (7,5 a 8,5). En cambio en Chile, en aquellas áreas donde las condiciones climáticas son

favorables para el desarrollo del hongo, la mayoría presenta un pH relativamente bajo (5,5 a 6,5). Existen suelos con pH más altos, aquellos de origen calcáreo, ubicados en la zona norte del país donde los niveles de precipitación y temperatura no son adecuados para este cultivo.

Las áreas más favorables para establecer plantaciones con trufas se encuentran entre la Región del Maule y la Región de los Lagos (35º a 40º latitud sur), en donde el clima predominante es el mediterráneo templado (Tabla 1). Sin embargo, estos suelos tienen un pH levemente ácido, lo que no es adecuado para el cultivo de trufas, razón por la cual es necesario realizar enmiendas con cal para corregirlo. Por otra parte, es necesario destacar que para cultivar trufas los suelos no deben ser excesivamente fértiles, básicamente para favorecer la asociación entre el hongo y la planta. En consecuencia, existe una amplia gama de suelos susceptibles de ser aprovechados para este efecto, incluso en sectores marginales, sin ejercer competencia para aquellos destinados a un cultivo intensivo.

Tabla 1: Comparación de algunos parámetros climáticos de áreas truferas en Europa con una de la zona mediterránea de Chile.
Table 1. Comparisons of some climate parameters of European truffières areas with a typical Mediterranean area of Chile.

Parámetro	Europa		Chile
	Francia e Italia	España	Molina (35º S)
Precipitación anual	600 a 1500 mm	500 a 900 mm	900 mm
Temperatura media anual	-	11 a 14ºC	13,8ºC
Temperatura media diaria en verano	17,5 a 22ºC	19 a 23ºC	19,9ºC
Temperatura media diaria en invierno	1 a 8ºC	1,6 a 8,2ºC	7,9 ºC

Fuente: Reyna (2000) y Hall (2001).

Como se ha mencionado, *T. melanosporum* tiene requerimientos ambientales específicos, al igual que los árboles huésped por lo que su selección también es un factor que puede llegar a ser crítico. En este sentido, es necesario señalar que en Chile se han introducido varias de estas especies, todas originarias de Europa, adaptándose bien a las condiciones locales y se puede afirmar que se encuentran ya asilvestradas. Esto permite asegurar el material vegetal para la inoculación.

Producción y análisis de plantas micorrizadas

La obtención de inóculo de alta calidad es indispensable y el primer paso para tener éxito en el programa de inoculación. Para este efecto se consideró colectar el material en el tiempo apropiado, asegurando que las trufas tuvieran buena maduración. Además, se consideró la identificación del material, ya que es común en Europa la confusión con otras trufas como *T. brumale*, de inferior calidad y precio. Las trufas fueron cosechadas en enero de 2002 de una antigua plantación de *Q. ilex* en una propiedad privada en Castellón, España. Posteriormente, en laboratorio fueron prolijamente limpiadas y desinfectadas.

La inoculación se efectuó bajo condiciones controladas en un invernadero recubierto con plástico e implementado con sistemas de ventilación y control de temperatura. Se consideraron estrictas medidas de seguridad con el objeto de disminuir el riesgo de contaminación con otros hongos. El proceso de inoculación se llevó a cabo en noviembre de 2002 con plantas *Q. ilex*, *Q. robur*, *C. avellana*, *N. glauca* y *N. obliqua* preparadas especialmente para ello en el invernadero. La inoculación se realizó siguiendo el método de CARTIÉ *et al*. (1999), aplicando directamente a las raíces de las plantas el inóculo deshidratado y dispersado en talco.

Transcurridos cinco meses de efectuada la inoculación se procedió a realizar el análisis de micorrización, siguiendo la técnica desarrollada por REYNA (1999). Se tomó una muestra de 7 cc, equivalente al 2% del volumen de cada raíz. Las muestras fueron limpiadas cuidadosamente y luego fueron analizadas bajo lupa y microscopio. La información obtenida fue contrastada con los trabajos de ZAMBONELLI *et al*. (1993), RAUSCHER *et al*. (1995), ETAYO y de MIGUEL (1998) y REYNA (1999).

RESULTADOS

Selección de sitios para plantaciones experimentales

Después de un riguroso análisis de las características agroecológicas de diferentes predios en la zona central de Chile, se procedió a seleccionar tres unidades (Tabla 2).

Tabla 2: Ubicación y pH de los sitios seleccionados para plantaciones experimentales en la Región del Maule de Chile.
Table 2: Location and pH of the selected sites for establishment experimental truffères in the Maule Region of Chile.

Zona de referencia	Ubicación geográfica	pH	
		Normal	Corregido
Curicó (precordilera andina)	35º 05’ latitud sur	6,12	7,6
San Clemente (precordilera andina)	35º 35’ latitud sur	6,00	7,9
Parral (Valle Central)	36º 08’ latitud sur	6,45	7,6

Para corregir el pH se efectuó una enmienda aplicando en promedio 15 ton de cal por hectárea. Para ello se efectuó una aradura del suelo con arado de disco y posteriormente la aplicación de cal fina. De acuerdo a la reacción posterior del suelo, se seguirá aplicando al suelo gradualmente una mezcla de cal fina y granular.

Análisis de micorrización

Después de cinco meses de incubación se efectuó el análisis de micorrización observándose buenos resultados. En este periodo no se consideró *C. avellana* por problemas en el desarrollo de las plantas (Tabla 3).

Tabla 3: Análisis de micorrización.
Table 3: Mycorrhizal analysis.

Huésped	Promedio de raíces micorrizadas por planta	Estándar de infección
Quercus ilex	2.338	Muy bueno
Quercus robur	2.957	Muy bueno *
Nothofagus obliqua	2.672	Muy bueno
Nothofagus glauca	107	Bajo
Promedio	2.656	Muy bueno

* Se encontró algo de contaminación con *Inocybe* sp.

Para las especies con las que se asocia *T. melanosporum* en su área de distribución natural los resultados obtenidos aseguran superar con éxito una de las fases críticas para

establecer el cultivo de trufas en Chile, es decir, la producción de plantas infectadas. En términos relativos, se obtuvo un grado de micorrización superior al 40%. Por otra parte, el estándar de infección logrado con *N. obliqua* abre una nueva perspectiva de investigación en relación al cultivo de este hongo.

CONCLUSIÓN

En la zona central de Chile las condiciones climáticas y de suelo son similares a las del área de distribución natural de *T. melanosporum*, lo que permite estimar que su cultivo es factible. Sin embargo, es fundamental corregir el pH del suelo, lo que fácilmente se logra con enmiendas de cal. También debe considerarse la implementación de un sistema de riego a fin de suplementar el déficit de precipitación en ese periodo.

Existen dos tiempos críticos para desarrollar con éxito las plantaciones de trufa. El primero de ellos es durante la fase de inoculación y el segundo corresponde al establecimiento de las plantas infectadas con el hongo en terreno. La inoculación se puede lograr con éxito al manejar con rigurosidad las condiciones de asepsia en el invernadero.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda financiera prestada por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) para la realización de este proyecto (código C01-1-A-085 de la Universidad Católica del Maule).

BIBLIOGRAFÍA

CARTIÉ, G; Palazón, C.; Delgado, I.; Barriuso, J. 1999. Influencia del método de inoculación, del tipo de substrato y de la procedencia de la trufa, en la micorrización de *Quercus ilex* L. por *Tuber melanosporum* Vitt, y en la supervivencia de las plantas. En: Actes du V Congrès International Science et culture de la Truffe. Aix-en-Provence (France).

ETAYO, M.L. y De Miguel, A.M. 1998. Estudio de las ectomicorrizas en una trufera cultivada situada en Oloriz (Navarra). Publicaciones de biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica Nº 11: 55-114.

HALL, I.; Brown, G. and Byars, J. 2001. The black truffle: its history, uses and cultivation. New Zealand Ministry of Agriculture & Fisheries. Second Edition. 107 pp.

RAUSCHER, T.; Agerer, R. and Chevalier, G. 1995. Ektomycorrhizen von *Tuber melanosporum*, *Tuber mesentericum* und *Tuber rufum* (Tuberales) an *Corylus avellana*. Nova Hedwigia 61: 281-322.

REYNA, S.; 1999. Aproximación a una selvicultura trufera. Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. España.

REYNA, S., 2000. Trufa, Truficultura y Selvicultura Trufera. Ediciones Mundiprensa, Madrid. 229 pp.

REYNA, S.; Rodríguez Barreal, J.; Folch, L.; Pérez Badia, R.; García, S.; Jiménez, E. 2002. Truffle silviculture in Mediterranean forests. In: Edible mushrooms and their cultivation, Hall, I.; Wan, Y.; Zambonelli, A. and Danell, E. *Ed*. Proceedings of the Second International Conference on Edible Mycorrhizal Mushrooms, Christchurch, New Zealand. New Zealand Institute For Crop and Food Research Limited, Christchurch.

ZAMBONELLI, A.; Salomoni S.; Pisi A. 1993. Caraterizzacione anatomo-morfologica delle micorrice di Tuber ssp. su *Quercus pubescenns* Willd. Micologia Italiana Nº3: 73-90.

RESISTENCIA NATURAL DE LA MADERA DE *Melia azedarach*, FRENTE AL ATAQUE DE TRES ESPECIES DE HONGOS XILÓFAGOS

NATURAL STRENGTH OF *Melia azedarach* WOOD FACING THE ATTACK OF THREE SPECIES OF XYLOPHAGOUS FUNGI.

BOBADILLA, Elisa Alicia[1]
STEHR, Alicia Mónica [2]
SILVA, Fidelina [3]
CALLABA Ricardo E. [4]

[1] Cátedra Calidad y Normalización., Facultad de Ciencias Forestales. UNaM Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. Email: elisa@facfor.unam.edu.ar

[2] Cátedra de Protección Forestal, Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. (3380) Eldorado. Misiones. astehr@facfor.unam.edu.ar

[3] Cátedra Estadística, Facultad de Ciencias Forestales. UNaM Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. Email: fidelina@facfor.unam.edu.ar

[4] Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. (3380) Eldorado. Misiones. rcallaba@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The general objective of this work was to determine the natural strength of Paraíso wood (*Melia, azedarach),* under two conditions: without washing and after suffering cycles of washing with water in the extractor Sohxlet, facing the action of fungi *Pycnosporus sanguineus, Ganoderma applanatum and Laetiporus sulphureus,* to classify them in strength grades, using Findlay criteria. Wood was selected at random from local wood industries and the fungi were supplied by the Faculty of Exact Sciences from UBA. Ten test tubes of 3 x 1 x 0,5 cm according to techniques suggested by the IRAM Norm Nº 9518, were used. Before inoculating the test tubes with fungi mycelium, the initial weight P(i) was determined, 50 % of them were washed with water in an extractor Sohxlet. After that all the test tubes were submitted to the action of the three xylophagous fungi in a laboratory during three months. After that period they were taken away and they were weighed. With these data the percentage of the loss of weight that the test tube experimented with respect to the beginning of the experience was determined. The percentage of loss weigh was higher than 20 % of their initial weight, for the three fungi *Pycnosporus sanguineus, Ganoderma applanatum and Laetiporus sulphureus,* independently of the treatments. In the case of the fungus *Laetiporus sulphureus* the loss weight reaches the 56,2 %. According to Findlay classification, Paraíso wood is perishable, facing the action of the three xylophagous fungi, independently of the usage conditions, that is to say under protection from climatic conditions or in the open air.

Key words: Natural strength, Xylophagous fungi, *Melia azedarach.*

RESUMEN

El objetivo general del proyecto fue determinar la resistencia natural bajo dos condiciones, sin lavado y luego de sufrir ciclos de lavados con agua en extractor Sohxlet, de la madera de Paraíso (*Melia, azedarach*), frente a la acción de los hongos *Pycnosporus sanguineus, Ganoderma applanatum y Laetiporus sulphureus,* y clasificarlos en grados de resistencia, utilizando el criterio de Findlay. La madera fue seleccionada al azar de industrias

madereras locales y las cepas de hongos fueron proporcionadas por la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. Se utilizaron 10 probetas de 3 x 1 x 0,5 cm, según técnicas sugeridas por la Norma I.R.A.M. Nº 9518. Antes de inocular las probetas con micelio de hongos, se determinó el peso inicial P(i), el 50% de las mismas fue lavada con agua en un extractor Sohxlet. Posteriormente todas las probetas fueron sometidas en laboratorio, a la acción de los tres hongos xilófagos, durante tres meses; pasado este periodo, fueron retiradas y pesadas P(f). Con estos datos se determinó el porcentaje de pérdida de peso que experimentaron las probetas respecto al inicio de la experiencia. Para los tres hongos, *Pycnosporus sanguineus, Ganoderma applanatum y Laetiporus sulphureus* e independientemente de los tratamientos, el porcentaje de pérdida fue superior a 25 % de su peso inicial, llegando en el caso del hongo *Laetiporus sulphureus,* al 56,2 % de pérdida en peso. De acuerdo a la clasificación de Findlay la madera de Paraíso, es "perecedera" frente a la acción de los tres hongos xilófagos, independientemente de las condiciones de uso, al resguardo de las condiciones climáticas o a la intemperie.

Palabras claves: Resistencia natural, Hongos xilófagos, *Melia azedarach*.

INTRODUCCIÓN

El empleo de una madera en un uso determinado, depende principalmente de sus propiedades físicas, mecánicas y de su carácter estético, definidas sobre la madera sana. Sin embargo es necesario, no dejar de considerar que estas propiedades son modificadas en mayor o menor escala, cuando la madera sufre alteraciones en el transcurso del tiempo (García Sola, E. 1974).

Entre las causas que provocan alteraciones de la madera, ocupa un lugar muy importante los hongos xilófagos. Estos son los responsables de grandes pérdidas económicas por la destrucción de las maderas, principalmente aquellas destinadas a la construcción de viviendas. (CRECHI E. 1984).Tal es la importancia, que ha dado origen a la industria de la preservación de madera. La acción de los hongos xilófagos, depende fundamentalmente de las condiciones de uso, donde la presencia de agua y oxígeno en cantidades relativamente importantes, determinan situaciones favorables para la vida y desarrollo de las colonias.

Las maderas tienen una resistencia diferente a la acción de los agentes micológicos, debido a su estructura y a las proporciones de sustancias químicas contenidas en los tejidos leñosos, variables según la especie, la edad del árbol y las condiciones de desarrollo (Carballeira López *et al*, 1986).

Se entiende por resistencia natural al conjunto de propiedades de la madera, características de cada especie, que le confieren una determinada durabilidad en servicio, cuando son utilizados sin ningún tratamiento preservativo.

Según estudio realizado por el área de Tecnología de la Facultad de Ciencias Forestales, Pereyra, *et al*, (1989) sobre las cualidades físicas y mecánicas de la especie Paraíso, la misma es considerada apta para la industria de la construcción y para la fabricación de muebles.

El objetivo del trabajo consistió en determinar la resistencia natural de la madera de paraíso, bajo dos condiciones: a) madera natural y b) madera luego de haber sufrido un ciclo de lavado con agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Madera

Se utilizó como material para los ensayos madera aserrada de industrias locales de las especies: Paraíso *(Melia azadarach)*: especie exótica, su madera presenta rasgos parecidos al cedro misionero, con albura estrecha de color amarillo ocre, netamente diferenciado del color

castaño rojizo, su densidad es de 0.520 gr/cm^3. Tiene una regeneración natural abundante. (Gartland y Bohren, 1990).

Hongos

Las probetas fueron depositadas sobre el cultivo de cepas de 3 hongos xilófagos: *Pycnoporus sanguineus*,(BAFC: 2341), *Laetiporus sulphureus*, (BAFC: 205), *Ganoderma applanatum,* (BAFC: 1168). Los mismos fueron proporcionados por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Metodología

Se prepararon 10 probetas de 3 x 1 x 0,5 cm, de madera sana, sin nudos ni grietas, libres de pudrición u otros defectos y con el eje mayor paralelo a la dirección de las fibras, por cepa de hongos (Norma I.R.A.M. Nº 9518).

Se colocaron las mismas en un climatizador regulado a 25º C y 85 % de humedad, controlando su peso hasta que se mantenga constante por un período no inferior a 48 horas, al cual se le denominó peso inicial **(Pi).**

El 50 % de las probetas se llevó a estufa a 110 ºC para su esterilización, durante 1/2 hora, y luego permanecieron por12 horas a 30ºC, de modo que alcancen una humedad suficiente que se estima en 30% de agua contenida.

El 50 % restante de probetas fueron colocadas en una cámara extractor Sohxlet, y se efectuó 10 pasadas de agua destilada a través de la misma, una vez finalizada esta operación y para asegurar la esterilidad, el agua de la cámara fue hervida.

Esta paso tiene como objetivo eliminar las sustancias solubles en agua, completada esta etapa, las probetas tenían una humedad suficiente de alrededor del 40%.

Para calcular el peso perdido durante el lavado se tomó 5 probetas de cada especie, se llevó a estado anhidro y se pesó, este dato es el $\mathbf{P_{a1}}$, (peso anhidro antes de ser lavadas), luego se dejaron al aire de laboratorio durante 48 horas y se sometió al lavado en cámara Sohxlet, con 10 pasadas de agua destilada, luego se la deja escurrir y se la lleva nuevamente a estado anhidro, se pesó y se obtuvo $\mathbf{Pa_2}$ (peso anhidro después de lavado), con estos datos se determinó el porcentaje de perdida de peso por lavado **ΔP%,** que se descontó del peso inicial (Pi).

El medio de cultivo utilizado fue el sugerido en la Norma I.R.A.M. Nº 9518, que una vez preparado se colocó en tubos de ensayo de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro, obturados con tapas de algodón y luego esterilizado en autoclave a 0,5 atm de presión durante 30 minutos.

En condiciones asépticas se colocaron en cada tubo, pequeños trozos de micelio, que permanecieron en estufa a 27 ºC +/- 1 ºC por 14 días, los tubos que no desarrollaron vigorosamente fueron desechados.

Las probetas esterilizadas y humectadas ya descriptas, se colocaron sobre el pico de flauta cubierta de micelio en los tubos previamente identificados y para evitar la contaminación de las muestras se trabajó en una cámara de flujo laminar. Estos fueron depositados en estufa de cultivo a una temperatura de 26 – 28 ºC, durante tres meses.

Transcurrido este lapso de tiempo se retiraron las probetas, se eliminó el micelio remanente y se colocó en ambiente de laboratorio durante 3 días, se tomó el peso de cada una de ellas que se identificó como peso final **(Pf)**.

La pérdida de peso del tejido leñoso, en el caso de madera natural, esta referida a la diferencia de peso de tejido leñoso inicial y final. En el caso de madera lavada, al peso inicial sin lavado antes del ataque (Pi) se le debió descontar la pérdida de peso por lavado (ΔP %),

obteniéndose en éste caso un peso inicial **(Pi_1)**, resultando la pérdida de peso de tejido leñoso por la acción conjunta de lavado más el hongo, (Pi_1) menos (Pf).

De acuerdo a esta pérdida de peso se las clasificó, siguiendo el criterio de FINDLAY, (1938), en 5 grupos, basado en que los promedios de pérdidas de peso producido por los hongos durante un determinado lapso de tiempo, estaban relacionadas con su grado de resistencia a la pudrición. Dicha clasificación se presenta en la tabla Nº 1.

Tabla Nº 1: Clasificación de Findlay
Table Nº1: Findlay´s Classification

% pérdida de peso	grado de resistencia
hasta 1%	Muy resistente
2 - 5 %	Resistente
5 - 10 %	Moderadamente resistente
10 - 30%	No resistente
Superior al 30%	Perecederas

RESULTADOS

En la tabla Nº 1 puede observarse la susceptibilidad de la especie paraíso al ataque de hongos xilófagos. En el caso de la madera en estado natural, la especie de hongo *Ganoderma applanatum* es menos agresiva provocando una pérdida de peso del orden del 25 % y la madera dentro de la clasificación de Findlay es "no resistente". En el caso de los hongos *Pycnoporus sanguineus y Laetiporus sulphureus*, la madera sufre una pérdida de peso superior al 30 % y pasa a ser una madera clasificada como "perecedera".

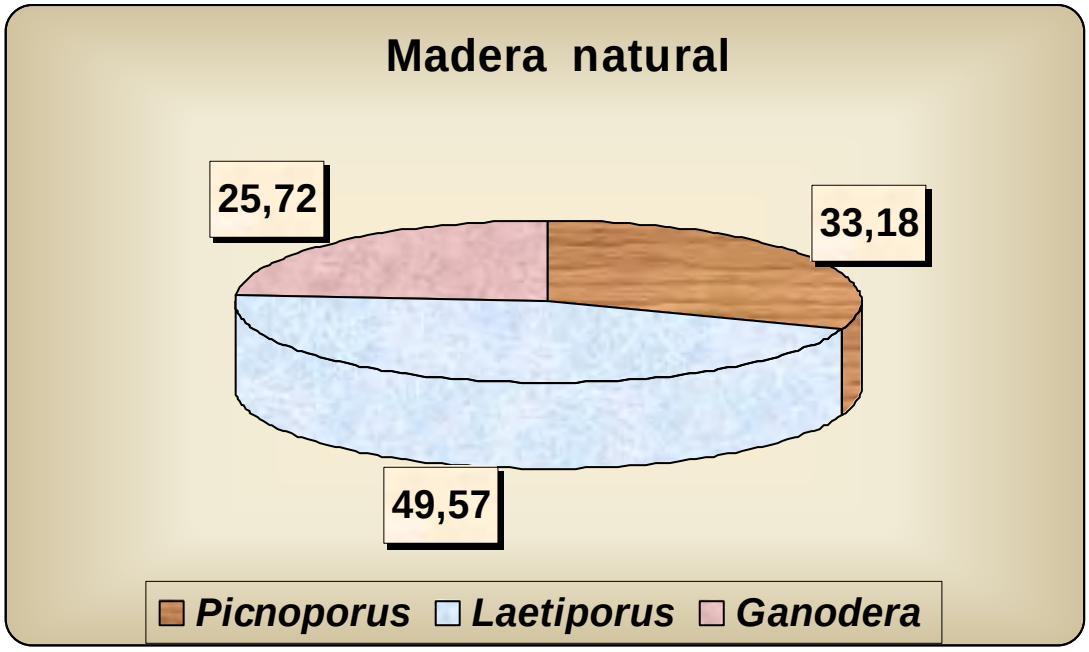


Grafico Nº 1: Porcentaje de pérdida de peso de la Madera Natural de Paraíso
Picture Nº 1: Percentage of loss weigh of Natural Wood of Paraíso.

En el gráfico Nº 2 puede observarse que independientemente del tratamiento que sufre la madera, se repite con un pequeño porcentaje de aumento la pérdida de peso de madera e inclusive en el mismo orden los hongos, primero y el menos agresivo el hongo *Ganoderma applanatum*, luego los hongos *Pycnoporus sanguineus y Laetiporus sulphureus*, que provoca

una pérdida en la madera una pérdida superior a los 35 %, que hace de la misma una madera de acuerdo a la clasificación de Findlay, “perecedera”.

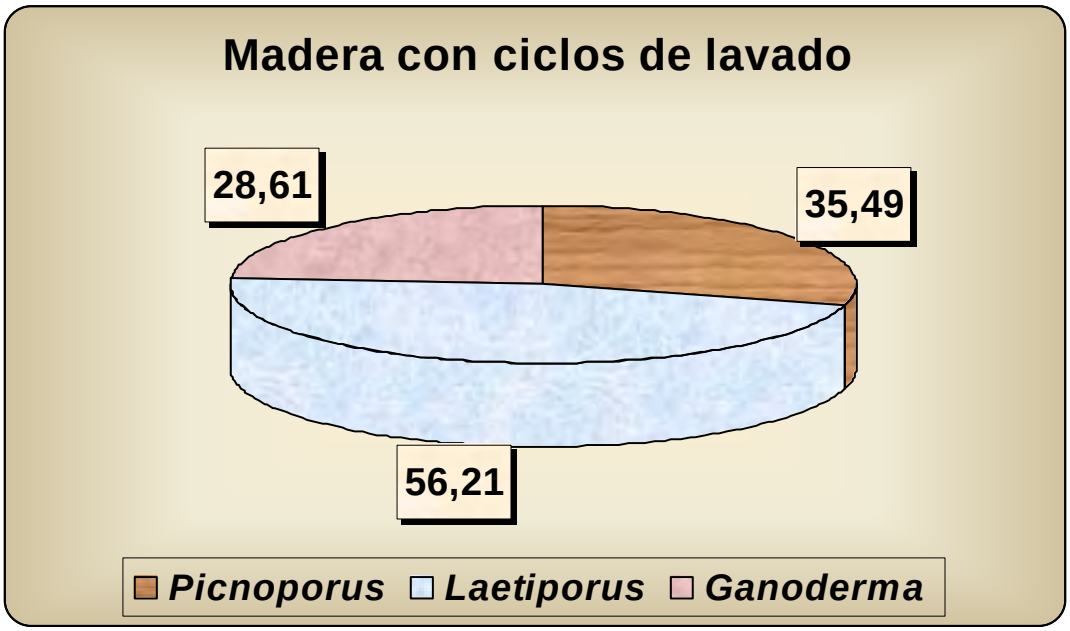


Grafico Nº 2: Porcentaje de pérdida de peso de la Madera de Paraíso con ciclos de lavado.
Picture Nº 2 : Percentage of loss weigh of Paraíso wood with washing cycles

CONCLUSIONES

Independientemente del tratamiento efectuado a las probetas de paraíso (*Melia azedarach)*, su comportamiento frente a la acción de los tres hongos dio como resultado la pérdida de peso en promedio superior al 30 %, lo que hace que sea clasificada según Findlay como una madera “perecedera”.

Los resultados indican que el uso de la madera de paraíso en las construcciones en las cuales queden directamente expuestas a la influencia de los factores meteorológicos ambientales, no es recomendable

AGRADECIMIENTO

A la docente Silvia Graciela Martínez, por la elaboración del resumen en Ingles.

BIBLIOGRAFÍA

CRECHI, E.; 1984. Durabilidad Natural Relativa del Durámen de Maderas Misioneras. Secretaría General de Ciencia y Tecnología, UNaM.

GARCÍA SOLA, E. 1974. Diseño y Tecnología para viviendas de interés Social. Dpto. de Física, Química y Geociencia, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste.

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES, 1962. Normas I.R.A.M. 9518.

CARBALLEIRA López, Gonzalo & Milano, Sidney. 1986. Manual de Preservación de Maderas.Vol. II, Capítulo 10.Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Paulo.

FINDLAY W. P. K.. Convention: British Wood Preserving Asociation.1951. “The value of laboratory test on wood preservatives”.

GARTLAND, H. M., BOHREN, A. Ivyraretá, número 1. Año 1990. ISIF (Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales). Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Misiones.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1996. Anales de la Administración Nacional de Bosques. 179 pgs.

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA DE *Hovenia dulcis Thunb.*

Mariano M. Di Stasi [1]
Marcelo A. Moschner [2]
Alicia V. Bohren [3]

[1.] Estudiante 5º año Ing. Ftal. F.C.F-U.Na.M. Bertoni 124-Eldorado-Mnes. Email: marianodistasi@yahoo.com.ar
[2].Estudiante 4º año Ing. Ftal. F.C.F-U.Na.M. Bertoni 124-Eldorado-Mnes.
[3].Ing.Ftal. Docente F.C.F-U.Na.M. Bertoni 124-Eldorado-Mnes.
alicia@facfor.unam.edu.ar

Summary

This work attempts the study about anatomic characteristics of *Hovenia dulcis'* Thunb wood, in Misiones. In macroscopic observation is possible to see the wood with semicircle porosity, or having tendency to it, with small porous. In microscopic observation, we find isolated porous and in same quantity manifold shorts between 2 and 3 porous and perfect delimited wall. These, are small to moderate vessels in length and diameter, are straight with plain perforations and as loped divisions. Without sticky stores inside. The fibers organized radialy are quite close by themselves, with limited punctuations of thin wall, and are moderate to long elements. The woody radious of rectilineous course with few visible punctuations, irregulary organized, uniseried and in a greatest number multiseried, constituted by erect and procumbent cells, belong to heterogeneous II A and B of Kribis' type. The woody parenchyma is represented by axial paratraqueal parenchyma, in it's greatest number, incomplete vasicentric and final parenchyma in bands, which remarks the growing ring. In the radious cells were found oxalate calcium crystals.

Key words: *Hovenia dulcis*, anatomical characteristic.

Resumen

El presente trabajo plantea el estudio de las características anatómicas de la madera de *Hovenia dulcis* Thunb. en la provincia de Misiones. *En* observación macroscópica podemos observar el leño con porosidad semicircular o tendiente a ella, con los poros pequeños. En observación microscópica encontramos poros solitarios y en igual cantidad múltiples cortos de 2 a 3 poros y pared bien demarcada. Son vasos pequeños a medianos en longitud y en diámetro, rectos, con perforaciones simples y tabiques inclinados. Sin depósitos gomosos en su interior. Las fibras dispuestas radialmente bastante apretadas entre sí, con escasas puntuaciones de pared delgada, y son elementos medianos a largos. Los radios leñosos de trayecto rectilíneo, con puntuaciones muy poco visibles, dispuestos irregularmente, uniseriados y multiseriados en su mayoría, constituidos por células procumbentes y erguidas, corresponden al tipo Heterogéneo II A y B de Kribs. El parénquima leñoso está representado por parénquima axial paratraqueal, en su mayoría vasicéntrico incompleto y parénquima terminal en bandas, que demarcan el anillo de crecimiento. En las células de los radios se encontraron cristales prismáticos de oxalato calcio.

Palabras claves: *Hovenia dulcis*, características anatómicas.

INTRODUCCIÓN

La ***Hovenia dulcis***,Thunb[1]. es una especie arbórea perteneciente a la familia de las ***Rhamnáceas***, originaria del Sur de Asia, más precisamente de la China y es ampliamente cultivada en el Japón y en la India. Se lo conoce con el nombre común de "hovenia", "árbol de las pasas" o "uva china", esta especie ha alcanzado el estado de naturalizada en la provincia de Misiones.

Presenta un porte mediano a grande, que puede alcanzar 20 m de altura a los 12 años (Carnevale, 1947) y según los estudios realizados por Domingo Cozzo (1956) su diámetro puede variar entre 25 y 40 cm en Misiones. Hábito de copa baja, se caracteriza por tener un fuste recto de gran longitud, base reforzada, corteza fisurada con fisuras anastomosadas de color castaño oscuro. La copa es cónica a oblonga, voluminosa de follaje caduco, ramificación con tendencia a monopodial.

Las hojas son simples, alternas, elíptico-oblongas, de 10 a 12 cm de largo y 6 a 8 cm de ancho, acuminadas. Borde aserrado, glabras, pecíolos largos, trinervadas, color verde oscuro en la cara superior y verde claro en el envés.

Las flores son pequeñas, hermafroditas, panículas terminales y axiales de color blanco crema, los pedúnculos de las flores después de la caída se engrosan y se vuelven carnosos, tomando una coloración rojiza y un sabor dulce (comestible).

El fruto es de forma esfericie, pequeño, contiene 3 semillas achatadas, pequeñas, casi redondas, lisas, lustrosas, a veces embebido en el pedúnculo carnoso.

Es una especie que puede adaptarse a climas cálidos, templados y algo fríos, no es exigente en fertilidad de suelos.

Los usos y aplicaciones de su madera se han incrementado en los últimos tiempos, principalmente en carpintería, además de ser una especie productora de leña tradicional en la zona.

No se conocen estudios sobre la anatomía de la madera para la especie relacionadas a la región, por lo que no se tienen referencias e información fehaciente sobre la misma, constituyendo el propósito de este estudio la de proporcionar datos sobre el leño de esta especie.

MATERIALES Y METODOS

1. Se obtuvieron tres rodelas de la sección transversal del tronco, a la altura de pecho (DAP 1,30 m). De cada rodela se seleccionaron 4 probetas de duramen y albura. Para las descripciones macroscópicas las probetas fueron de 2 cm x 5 cm x 15 cm para el estudio microscópico, consistente en cubos de 2 cm x 2 cm x 2 cm con los lados perfectamente orientados en los tres planos básicos de estudio para el estudio microscópico.

2. Las probetas para el estudio macroscópico se sometieron a un proceso de acabamiento superficial, con lijas de diferentes granulometrías para una mejor observación de las características de la madera en los tres planos básicos de estudio. Para las descripciones macroscópicas se utilizó la nomenclatura y clasificación propuesta por Tortorelli y Cristiani.

[1] Etimología: *Hovenia*, en honor de David Hove (1724-1787), senador alemán que ayudo a Thunberg a financiar su expedición a Surafrica, Java y Japón. *Dulcis*, del latín dulcis-e, dulce, por sus frutos.

3. Las probetas para el estudio microscópico fueron sometidas a un proceso de ablandamiento, consistente en la cocción de los cubos durante 28 hs en agua con unas pocas gotas de detergente comercial, con la finalidad de mantener la humectación de las mismas..

4. A partir de estas probetas se realizaron cortes con un micrótomo Marca Zeiss para madera, obteniéndose secciones de los distintos planos, cuyos espesores variaron de 20 a 30 micras, conservándose en agua hasta la siguiente etapa.

5. Las láminas se sometieron a una técnica de teñido, de triple coloración (Parameswaran y Liese) con los colorantes Rojo de Acridina, Crisoidina y Astra Blue, con la finalidad de resaltar los diferentes tejidos del leño.

6. Seguidamente se procedió a deshidratar las láminas, sometiéndolas a diferentes graduaciones de alcohol (50%, 70 %, 96 %, y absoluto), conservándolas en Xilol hasta el montaje.

7. Se encuadraron y montaron los cortes en los portaobjetos, para su fijación se utilizó "Entellan", y luego se colocaron los cubre objetos correspondientes.

8. Una vez que las muestras se secaron, se etiquetaron con el nombre científico de la especie, la familia y referencias del material de herbario.

9. Por último se procede a la observación y descripción del material.

Con el objetivo de medir los elementos celulares constituyentes del leño, se procedió a la obtención de material disociado (Burger y otros), que a continuación se detalla:

1. Se cortaron astillas de madera en el sentido longitudinal de los cubos extraídos con anterioridad, y se las introdujo en un tubo de ensayo con una solución de Jeffrey (solución de ácido nítrico y sulfúrico al 10%).

2. Estos tubos tapados, se colocaron en un agitador bajo la campana de gas, durante 6 Hs.

3. Luego se procedió al lavado y filtrado con agua destilada.

4. Se tiñó el disociado con Safranina al 1%, durante 30 minutos.

5. Se lavó con agua destilada retirando el exceso de colorante.

6. Se deshidrató, pasando el disociado a través de graduaciones de alcohol en forma creciente (50%, 70 %, 96 %, y absoluto), conservándose en Xilol hasta el montaje..

7. El material disociado se montó sobre porta objetos colocando "Entellan"en los mismos.

8. El proceso se completó con el etiquetado; cuando las muestras se secaron.

Las descripciones macroscópicas se realizaron utilizando la nomenclatura y metodología de Tortorelli (1960), con ayuda de una lupa de mano de hasta 10 X.

Para las descripciones microscópicas de las láminas y las mediciones de los elementos utilizados se ha utilizado la metodología, nomenclatura y clasificación propuesta por la IAWA (International Anathomic Wood Association). La observación y descripción de las láminas se realizó con un microscopio óptico Olympus. Para la obtención de las fotomicrografías, se utilizó un microscopio de luz trinocular marca Kyowa-Unilux 12, con cámara de video marca Sony.

Para las mediciones celulares sobre el disociado, se utilizó un microscopio Olympus con ocular micrométrico.

RESULTADOS

Descripción macroscópica

Leño con porosidad semicircular o tendiente a ella, con los poros pequeños y visibles con lupa de mano, con la cual se alcanza a ver los radios leñosos y el parénquima leñosos. No se diferencia a simple vista la albura del duramen.

Descripción microscópica

Vasos

Dispuestos en porosidad semicircular o tendiente a ella, poros solitarios y en igual cantidad múltiples cortos de 2 a 3 poros y pared bien demarcada. Son pequeños a medianos de diámetro medio tangencial 95,42 µ, (31,25 µ -208 µ) y σ 39,2 µ.
Elementos vasculares rectos, con placas de perforaciones simples y tabiques inclinados, su longitud media es de 476,69 µ, (333,33 µ - 677,08 µ) y σ 94,26 µ, siendo vasos medianos. Sin depósitos gomosos en su interior.

Fibras

Dispuestas radialmente bastante apretadas entre sí, con escasas puntuaciones de pared delgada, de diámetro medio 52, 4 µ y de diámetro de lumen 33,52 µ con un espesor de pared de 9,54 µ. Su longitud media es de 1790,6 µ, (831 µ - 2780 µ), y σ 647, 72 µ, siendo medianas a largas

Radios leñosos

De trayecto rectilíneo, con puntuaciones muy poco visibles. Dispuestos irregularmente uniseriados y multiseriados en su mayoría. Constituidos por células procumbentes y erguidas. Corresponden al tipo Heterogéneo II A y B de Kribs. Son elementos bajos a medianos, de altura media para multiseriado 469,5 µ, (208 µ - 979,1) σ 178,1 µ; para uniseriado altura media 231,7 µ, (83 µ - 416 µ) y σ 88,8 µ y conformados entre 2 a 12 células. Los radios multiseriados son angostos a medianos, de ancho medio 57,17 µ, (31,2 µ - 83,3 µ), σ 17,20 µ.

Parénquima leñoso

Parénquima axial paratraqueal, en su mayoría vasicéntrico incompleto.
Parénquima terminal en bandas de 2 a 6 células de ancho, que demarcan el anillo de crecimiento.

Contenido celulares

Se observa en todos los cortes cristales romboidales de oxalato de calcio, en las células del parénquima de los radios y en menor cantidad en las células del parénquima paratraqueal y terminal.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que las características anatómicas de la madera son coincidente a la descripción hecha por Metcalfe, C. R (1965) para la especie en su lugar de origen, con la única excepción de haber encontrado en nuestro estudio cristales prismáticos de oxalatos de calcio en las células parenquimáticas.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a la Escuela Agrotécnica Eldorado, y en especial al Técnico Agrónomo Silvio Woitschach por su colaboración desinteresada en la obtención de las rodelas de trabajo.

Al Sr. Hugo Morza y a la Srta. Daniela Cabanne, por el incondicional apoyo en la toma de muestras y en los trabajos de microscopía.

A la Licenciada Dora Miranda, Ingeniera Beatriz Eibl, Ingeniero Luis Grance e Ingeniero Jorge Ferrari, por los comentarios, sugerencias y apoyo recibido.

Al amigo Claudio Dummel, por su tiempo dedicado a la obtención de las microfotografía.

BIBLIOGRAFÍA

Carnevale, Juan. 1947 Arboles Forestales. Tercera edición. Librería Hachette. Buenos Aires (Argentina)

Cozzo, Domingo. 1995. Silvicultura de Plantaciones Maderables Tomo II. Orientación Gráfica Editora. Bs.As. (Argentina). Pág. 888.

Cristiani, Luis Q. Iconografía Anatómica de Maderas Argentinas.

Metcalfe, C. R. 1965. Anatomy of the Dicotyledons Volumen 1. Oxford. Pag. 404-410.

Parameswaran, N. Y otros. 1970. Mikroskopie der Rinde tropischer Holzarten..In: H. Freund (ed.), Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Bd V, Teil 1:227-306.

Prodan, Michail y Roland Peters. 1997 **.**Mensura Forestal. San José-Costa Rica. Pag.

Tortorelli, Lucas A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial ACME. Buenos Aires (Argentina). Pag. 130-149.

IMPREGNACION EN MADERA DE PROGENIES DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* EN SANTIAGO DEL ESTERO

Graciela Moreno[1]
Graciela Moglia[2]
Estela Pan[3]
Ana M. Giménez[4]

1 Master en Ciencias y Tecnología de la Madera. ITM. FCF - email: gamoreno@unse.edu.ar

2 Doctora en Ciencias Naturales. INSIMA. FCF - email: vimog @unse. edu.ar

3 Master en Ciencias y Tecnología de la Madera. ITM. FCF - email : epan@unse.edu.ar

4 Doctora en Ciencias Naturales. INSIMA - FCF - email: amig@unse.edu.ar

RESUMEN

El eucalipto para postes, se obtuvo frecuentemente de plantaciones de más de 15 años. Hoy al considerar que la albura es la zona del leño que recibe mejor las sustancias preservantes la industria de la preservación nos permite utilizar ejemplares de menor edad. El objetivo de esta trabajo es dar un índice de la permeabilidad e impregnabilidad de la madera de individuos de 7 años de edad, seleccionados por un programa de Mejoramiento. Se tomaron 7 ejemplares, correspondientes a 2 orígenes (A y B), seleccionados por ser los que presentaron un valor medio de densidad seca mas alto 0,712 g / cm^3 Se confeccionaron probetas para los ensayos de forma cilíndrica, de un diámetro aproximado de 30 mm y longitudes de 3cm, 6cm y 9 cm.

Se determinó un valor promedio de permeabilidad longitudinal, para madera de albura, de 9 darcy.

En cuanto a la impregnación de la madera, se realizaron ensayos con el propósito de definir un tratamiento adecuado, para la utilización de la madera a nivel industrial.

Los resultados preliminares muestran valores de Retención medios de 5,53 a 9,6 K_g / m^3 de madera, mostrando claramente que las mayores retenciones en las hijuelas que son de albura pura. Estos valores, cumplen con lo especificado por la Norma IRAM 9505 el uso de madera (redonda y aserrada) en contacto con el suelo.

Palabras clave: Eucalyptus, permeabilidad, impregnación, durabilidad.

INTRODUCCION

Las especies del género *Eucalyptus* han cobrado en los últimos años una singular trascendencia en la implantación de bosques, ocupando un lugar preferencial en la Silvicultura de países templado- cálidos y tropicales del mundo.

La multiplicidad de usos, así como las características tecnológicas de la madera, la velocidad de crecimiento y el desarrollo vegetativo que alcanzan, son algunos de los factores que determinan su cultivo, superando en importancia al de otros grupos forestales como Coníferas, Salicaceas, Fagáceas.

Entre las numerosas especies de este género el *Eucalyptus camaldulensis* , es una especie frugal, que por su rusticidad vegeta donde otras especies forestales no pueden hacerlo. Su

madera, de color rojizo, se oscurece al oxidarse en contacto con el aire. Es dura y pesada, presentando un buen veteado con fibras entrelazadas y de textura compacta.

Se emplea principalmente para puentes, durmientes, postes telegráficos, pilotes adoquines, pisos entablonados etc. (H, MANGIERI -J, DIMITRI).

La madera de *Eucalyptus camaldulensis* presenta buenas características de dureza, permite un excelente acabado, lo que la hace sumamente atractiva para la fabricación de pisos.(J,MUÑIZ - A,MUÑOZ SOTOMAYOR).2003.

El aserrado de madera de Eucalipto para parquet se realiza preferentemente en Mendoza y Buenos Aires debido a la dureza exigida se emplean preferentemente los eucaliptos colorados (*E. tereticornis y E. camaldulensis*).(M,SÁNCHEZ ACOSTA).1995

El *Eucalypto camaldulensis* posee una madera apta para: pastas celulosicas, tableros de fibras, postes impregnados, partes de equipos y de maquinas paneles aglomerados, carpintería rural, marcos para puertas , ventanas, puntales para minas, carrocerías, pisos parquet etc.(J.C. TINTO)1979

Dimitri y Mangieri reportan de que la madera de *E. camaldulensis* es de relativa durabilidad natural, cuando se emplea en contacto con el suelo. C, Mantero en ensayos de laboratorio, determina que la albura es susceptible al ataque de hongos, en cambio el duramen es resistente. Por su durabilidad natural se hallan incluidos en el segundo lugar dentro de las maderas australianas.

Cuando se utiliza para parquet, pisos entablonados, la madera de eucalipto con cierta proporción de albura , ésta es susceptible de ser atacada por la " carcoma", insecto de la familia Lyctidae (DIMITRI-MANGIERI). Si se utiliza para postes rurales o tendido de líneas de energía, o en usos en exteriores, necesitan de un tratamiento preservante para incrementar su durabilidad.

Considerando los usos arriba mencionados, la facilidad con que crece esta especie en nuestra provincia y conociendo las buenas propiedades tecnológicas que presenta la madera madura, en este trabajo se planteo como objetivo:" obtener un índice de la permeabilidad e impregnabilidad de la madera de individuos de 7 años de edad seleccionados por un programa de Mejoramiento".

MATERIALES Y METODOS

El material utilizado fue tomado de 40 individuos seleccionados considerando un índice basado en niveles independientes de selección de altura, dap y densidad básica con pylodín.

Los ensayos de **permeabilidad** se llevaron a cabo en un permeabilímetro construido en el ITM, se utilizó agua destilada, a temperatura ambiente.

La madera aserrada se dejó estacionar para un secado natural, hasta alcanzar un contenido de humedad del 12%.De listones de forma prismática, se elaboraron probetas de forma cilíndrica de 30mm de diámetro y longitudes variables de 3, 6 y 9 cm, diferenciando las zonas de albura y duramen.

Los ensayos de **impregnación** se efectuaron con el propósito de definir un tratamiento adecuado desde el punto de vista de la utilización industrial de la madera.

Para realizar dichos ensayos se propuso un arreglo factorial completamente aleatorizado compuesto de nueve tratamientos resultantes de la combinación de tres valores depresión con tres tiempos, dispuesto en un diseño con tres repeticiones por tratamiento.

Los diferentes tratamientos se realizaron en una planta de impregnación a escala laboratorio en la cual se desarrollan métodos a vacío- presión. Se utilizó como solución preservante una sal hidrosoluble tipo CCA-C.(sales cupro - cromo - arsenicales), con una concentración de 2,08% y densidad de 1,026gr/$cm^{3.}$

De los 40 individuos seleccionados, se tomaron los ejemplares que presentaron mayores densidades, de las familias A,B con un valor medio de 0.712 gr/cm^3 (IRAM 9544), con el propósito de elaborar hijuelas para pisos , ya que este es uno de los principales usos de la madera obtenida en individuos que tienen una edad superior a los 18 años .

De la primera troza del fuste (base - dap) se sacaron tablones y de ellos, sin diferenciar albura y duramen, se elaboraron probetas (hijuelas) de 1cm de espesor x 5cm de ancho x20 cm de largo.

Para realizar el control de calidad de los diferentes procesos se midió la **Retención** y **Penetración** de la solución preservante.

Los ensayos de Penetración se realizan mediante un método colorimétrico (cualitativo), el mismo consiste en pulverizar una solución de ensayo "cromo-azurol" sobre la superficie transversal y longitudinal de la madera y reconocer, por el color azulado, la presencia de cobre (Cu) en la zona penetrada por el preservante

Para la determinación de la Retención se consideraron: los valores de los pesos de las probetas antes y después de la impregnación, el volumen de la madera impregnada y la concentración de la solución preservante.

RESULTADOS

Los resultados preliminares obtenidos en los ensayos indican una permeabilidad longitudinal de 9 darcy para la albura *de E. camaldulensis* .En cambio las probetas de duramen se mostraron totalmente impermeables .

En cuanto a los ensayos de impregnación, se realizo el control de calidad de los diferentes programas determinando la Penetración y la Retención de la solución preservante.

La Penetración determinada mediante un método colorimétrico, nos permitió observar una penetración total en las hijuelas de albura, mientras que las hijuelas de la zona duraminizada solo presentaron una penetración escasa, superficial, que dejo ver el duramen refractario después de un cepillado de las hijuelas, y en muchos casos una penetración nula.

Los valores medios de Retención, en los diferentes tratamientos, van de 5,53 a 9,6 Kg/m^3

mostrando las mayores retenciones en las hijuelas de albura pura estos valores cumplen con las retenciones especificadas en normas IRAM 9505, NCh 819 , ISO 9002. Para el caso del uso de madera redonda o aserrada en contacto con el suelo.

CONCLUSIÓN

De los resultados preliminares se puede inferir que el comportamiento de la madera de, estos individuos jóvenes, de 7 años de edad, es similar al del eucalipto maduro de 18 años o más, ante los procesos de impregnación industrial.

Que la madera en rollo o aserrada con cierta proporción de albura, colocada en zonas susceptibles al ataque de agentes de origen biológico y no biológico, necesita de un tratamiento protector para asegurar la durabilidad de la vida útil de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

MANGIERI, h., DIMITRI, J. 1979: Los Eucalyptus en Silvicultura

MANTERO, CARLOS. 2003.Aptitud de uso de madera de los Eucalyptus colorados para carpintería de obra (Uruguay).

CASTRO, RAUL. 2003. Estudios de la Madera Desarrollados en el LATU Sector Productos Forestales.

TINTO, J. C. 1979. Utilización de los Recursos Forestales Argentinos.

NORMAS IRAM 9505. Preservadores de Maderas. Penetraciones y retenciones aconsejables.

NORMA NCh 819. Madera Preservada. Clasificación y requisitos.

NORMAS NCh 755. Madera. Preservación. Medición de la penetración y de la retención de preservadores en la madera.

JUACIDA, R. 1980. Algunos factores que influyen en la permeabilidad de las maderas. Publicación docente Nº 3. Facultad de Ciencias forestales. Universidad Austral de Chile.

PROPIEDADES FISICAS EN LA MADERA DE PROGENIES DE EUCALYPTUS CAMALDULENSIS EN SANTIAGO DEL ESTERO

Estela Pan[1]
Juana Moglia[2]
Graciela Moreno[3]
Ana María Giménez[4]

1. Master en ciencias y tecnología de la madera. ITM. Fac. C. Ftales. UNSE. Avda. Belgrano 1912. Sgo. del Estero. Argentina.
2. Doctora en ciencias naturales. INSIMA. Fac. C. Ftales. UNSE. Avda. Belgrano 1912. Sgo. del Estero. Argentina.
3. Master en ciencias y tecnología de la madera ITM. Fac. C. Ftales. UNSE. Avda. Belgrano 1912. Sgo. del Estero. Argentina.
4. Doctora en ciencias naturales INSIMA Fac. C. Ftales. UNSE. Avda. Belgrano 1912. Sgo. del Estero. Argentina.

Resumen

Los objetivos de este trabajo fueron determinar las propiedades físicas: densidad básica, contracciones y estabilidad dimensional en individuos seleccionados de un ensayo de progenies de *Eucalyptus camaldulensis* en Santiago del Estero de 7 años de edad.
Los individuos se seleccionaron en base a un índice basado en niveles independientes de selección de altura, dap y densidad básica con pylodin.
La determinación de las propiedades físicas se realizo según la metodología indicada en Normas IRAM 9544, 9543 y DIN 52184.
Los resultados son los siguientes:
Densidad básica: Los mayores valores de densidad básica fueron alcanzados por las familias de orígenes A y B (ρ_b =0,68gr/cm^3 y 0,65gr/cm^3).
Contracción volumétrica: el rango de variación de la contracción volumétrica máxima osciló desde un 17 % a 14,50 %, correspondientes a las familias de orígenes B y A, hasta un valor mínimo de 11,75% del origen D. Los individuos provenientes de los orígenes (E y K) valores de contracción longitudinal excesivamente altos (1,55% y 1,24%).
Estabilidad dimensional: Los ensayo para determinar las estabilidad dimensional en base a coeficientes de contracción, muestran como muy estables a las familias de progenies C y E (Q_V = 0,45) para ambas y como medianamente estable a la familia A (Q_V =0,60).

Palabras claves: densidad básica, contracción volumétrica, estabilidad dimensional, progenies.

Introducción

Las especies del genero Eucalyptus, fueron introducidas en nuestro país a fines de siglo pasado, siendo originaria de Australia. Por sus características de rápido crecimiento, capacidad de adaptación a diversos ambientes y las estrategias de regeneración, son consideradas una de las especies m[as difundidas del mundo.
A pesar del conocimiento a nivel mundial que se tiene del cultivo de diversas especies de Eucalyptus, solo en las últimos décadas comienza su comercio internacional.

El Eucalyptus camaldulensis es la especie de mas amplia distribución que crece en una variedad de condiciones climáticas, siendo resistente a fríos, heladas y calores excesivos, prosperando en suelos húmedos pero también en suelos secos y salados.
La madera de Eucalyptus camaldulensis es una madera de peso especifico alto que se ubica en el grupo de las “pesadas” o “coloradas” (Tinto, 1978).
Con respecto a las contracciones los Eucalyptus muestran tensiones internas que acarrean problemas en la industrialización (rajaduras, alabeos, grietas(.
Presentan características de dureza, permitiendo un buen acabado, lo que la hace atractiva para la producción de pisos de parquet entablonados (Muñiz Glez, J; Muñoz Soto Mayor, A.; 2003).
Según Tinto (1978) el Eucalyptus camaldulensis es poco estable dimensionalmente respecto a otros especies de Eucalyptus, propiedad medida a través de la relación T/R (coeficiente de anisotropía). En cambio Rosende y Castillo (1073) reportan que el Eucalyptus camaldulensis y Eucalyptus globulus, son maderas que se contraen apreciablemente al secar desde verde, pero que una vez puesta en servicio muestran una gran estabilidad dimensional, valor medido a través del coeficiente de rectratabilidad.
Considerando las buenas propiedades tecnológicas del Eucalyptus camaldulensis maduro y el comportamiento antes los diferentes usos industriales, el objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades físicas, densidad básica, contracciones y estabilidad dimensional en individuos seleccionados de un ensayo de progenies de Eucalyptus camaldulensis, en Santiago del Estero de siete años de edad.

Material y método

Como material se utilizo madera proveniente de cuarenta individuos de Eucalyptus camaldulensis seleccionados en base a un índice basado en niveles independientes de selección de altura, dap y densidad básica con pylodin.

Preparación de las probetas de maderas

Los rollos de 1,40 m se aserraron longitudinalmente para obtener tablones centrales de 8 cm. de espesor, protegiendo con pintura alquitranada en sus caras transversales para evitar la desecación brusca.
Los tablones seleccionados fueron aserradas y maquinados para la elaboración de las probetas destinadas a los ensayos físicos, de acuerdo a lo prescrito por normas IRAM 9543, 9544 (densidad, contracciones y coeficiente de retractabilidad).

Densidad básica

La densidad básica o peso seco volumétrico, es una característica importante que tienen estrecha relación con cada una de las propiedades físicas, mecánicas, químicas y anatómicas de la madera. Es empleada como criterio de evaluación permitiendo predecir las posibilidades de uso y la calidad de los productos a obtener.
Para la determinación de la propiedad se siguió la metodología prescrita por Norma IRAN 9544.

Contracciones y Estabilidad dimensional

Para la determinación de las contracciones y estabilidad dimensional, valorada en base al coeficiente de retractabilidad, se extrajeron probetas de 20 mm X 20 mm en la dirección radila y tangencial y 20 mm X 20 mm X 85 mm para dirección longitudinal.
Las probetas fueron sumergidas en aguas a temperatura ambiente durante siete días hasta lograr la saturación completa. Seguidamente, fueron colocadas en cámaras de climatización a una temperatura de 25°C y humedad relativa de 65%.
Finalmente las mismas fueron llevadas a estufa a temperatura de 100 ± 3°C durante 48 horas hasta peso constante.

Antes del ingreso y egreso de las muestras en cada uno de los ambientes fueron pesadas y medidas con la precisión reportadas por .

Resultados preliminares

Los ensayos para la determinación de las propiedades físicas (densidad básica, contracción volumétrica) y estabilidad dimensional (coeficiente de retractabilidad volumétrica) se realizaron en sobre individuos seleccionados, repartidos en siete familias de progenies (A, B, C, D, E, K, LL).

Cuadro I
Densidad básica promedio de las siete familias de progenies

Familias	Promedio ρ_b = gr/cm^3
A	0,68
B	0,65
C	0,57
D	0,59
E	0,57
K	0,64
LL	0,64

Cuadro II
Contracción volumétrica media de las siete familias de progenies

Familias	Promedio β_v %
A	15,00
B	17,47
C	12.30
D	11,75
E	13,12
K	14,49
LL	12,19

Cuadro III
Coeficiente de retractabilidad volumétrica promedio

Familias	Promedio Q_v
A	0,60
B	0,51
C	0,48
D	0,46
E	0,45
K	0,46
LL	0,47

En el cuadro I se observa que los valores más altos en densidad básica, fueron alcanzados por las familias de progenies A (ρ_b = 0,68 gr/cm^3) y B (ρ_b = 0,65 gr/cm^3) respectivamente, presentando los valores m{as bajos las familias C y E (ρ_b = 0,57 gr/cm^3).

En el cuadro II se observa que el rango de variación de la contracción volumétrica máxima osciló desde 17,47% hasta 15% para las familias A y B respectivamente.

Estos resultados fueron obtenidos, debido a que individuos pertenecientes a estas familias presentaron valores de contracción longitudinal muy altos (1,03%). Los valores mínimos que se muestran en esta propiedad física fueron presentados por las familias D (11,65%), LL (12%) y C (12,30%).

El cuadro III se muestran como muy estables las familias C y E (Q_v = 0,45), mientras que la familia A (Q_v = 0,60) presenta poca estabilidad dimensional (Froment, G.; 1954).

Bibliografía

- Acosta Sanchez, Martín. Experiencia argentina en el uso de la madera de eucalipto. San Pablo. Brasil. 1995.
- Coronel, E. 1989. Estudio y determinación de las propiedades físico – mecánicas de las maderas del parque Chaqueño. Valores y variaciones de las propiedades. Primera parte. ITM Serie de publicaciones 8906, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE.

- Cuevas, H. 1988. Un criterio de selección y consideraciones de uso de la madera en construcción. Bosque 9 (2): 71 – 76.
- Froment, G. 1954. Las maderas de construcción. Editorial Víctor lerú, Buenos Aires, Argentina.
- Mitchell, H. L. 1972. How PEG helps the hobbyist who works with wood. Forest products Laboratory.
- Moreno, G.; Medina, J. 1991. Estabilización dimensional de madera de Quebracho blanco por impregnación con tanino. ITM Serie de publicaciones 8906, ITM Serie de publicaciones 9102, Facultad de Ciencias Forestales.
- Norma IRAN 9552. 1971. Tablillas de madera machihembrada para parquet.
- Pan, E.; Ruiz, A.; Lopez, C. 1999. Estudio de la estabilidad dimensional en maderas nativas y cultivadas del parque chaqueño. Revista quebracho.
- Rosende, R.; Castillo, H. 1973. Contracción, colapso y juego de maderas chilenas. Boletín Informativo N° 27. Instituto Forestal. Chile. 39 p.
- SAGyP – INTA. 1995. Manual para productores de eucaliptos de la mesopotamia argentina.
- Siau, J. F.; Meyer, J. A. Y Skaar, C. 1965. Dimensional Stabilization of Wood. For. Prod. Journal 15 (4): 162 – 166.
- Tinto, J. 1978. Aportes del sector forestal a la construcción de viviendas. Folleto Técnico Forestal N° 44. Segunda Edición. Argentina. 142 p.

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MADERA DE KIRI, GREVILLEA, PARAISO Y TOONA EN LA PRODUCCIÓN DE ABERTURAS Y MUEBLES DE ALTA CALIDAD

STUDY OF THE BEHAVIOUR OF KIRI, GREVILLEA, PARAISO AND TOONA TIMBER IN THE PRODUCTION OF WINDOWS AND FURNITURE OF HIGH QUALITY

Pereyra Obdulio [1]

Suirezs Teresa Maria[2]

Pitsch Cristina[3]

Báez Rubén[4]

1. Ing. Ftal (MSc) Obdulio Pereyra Profesor Adjunto Te: 03751–420299/ 431526/15663128
2. Ing. Ftal (MSc) Teresa M. Suirezs Profesor Adjunto Te: 03751-430684/431526
3. Ing. Ftal. Adscripta Cristina Pitsch a la cátedra de secado y preservación de la madera.
4. Ing. Ftal. Adscripto Rubén Báez a la cátedra de secado y preservación de la madera.

SUMMARY

This work had as objectives to determine the properties and the behaviour of paraiso (*Melia azederach)*, "kiri" (*Paulonia tomentosa),* toona, (*Toona ciliate),* and grevillea, (*Grevillea robusta),* timber cultivated in the region, in different industrial processes such as the building of furniture, and windows oh high quality.

The studied properties were, specific gravity, full contraction, retractation coefficient, anisotropy of contraction and static bending under the IRAM N° 9544 and DIN N° 52186 Norms. The behaviour of the timber in the processes of sawing and drying were determined. Different pieces of furniture were designed and built. Beautiful desings and adequate behaviour as regards as the studied properties were obtained. The desings and building of doors and windows were done according to their final use. (Places in or outside the house).

Key words: Technological characteristics, forest species, furniture, quality.

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo determinar las propiedades física y mecánicas, y el comportamiento en distintos procesos industriales, construcción de muebles y aberturas de alta calidad de maderas de las especies: paraíso (*Melia azederach*), kiri (*Paulonia tomentosa*), toona (*Toona ciliata*) y grevillea (*Grevillea robusta*), cultivadas en la región.

Las propiedades estudiadas fueron, pesos específicos, contracción total, coeficiente de retractabilidad, anisotropía de contracción y flexión estática, bajo las Normas IRAM (Instituto

Argentino de Racionalización de Materiales) N° 9544, 9543 y DIN (Deutsche Industrie Norm) N° 52186.

Se determinó el comportamiento de las maderas en el proceso de aserrado y secado. Se diseñaron y confeccionaron muebles, obteniéndose diseños vistosos, y un adecuado comportamiento en cuanto a sus propiedades. Para la construcción de aberturas se lograron diseños y confección acorde a cada lugar de aplicación.

Palabras clave: Características tecnológicas, especies forestales, muebles, Calidad.

INTRODUCCIÓN

Si bien las maderas del bosque nativo son las mas buscadas para la construcción de muebles y aberturas de calidad, se debe considerar que existen otras especies introducidas en nuestro país que presentan características adecuadas para tales fines, que pueden reemplazar a las especies nativas. Se hace necesario a efectos de suplir deficiencias en la obtención de materia prima, el estudio del comportamiento tecnológico industrial de las maderas de cuatro especies forestales exóticas que prosperan en la Provincia de Misiones, paraíso (*Melia azederach*), kiri (*Paulonia tomentosa*), toona (*Toona ciliata*) y grevillea (*Grevillea robusta*).

Paraíso (*Melia azedarach)*

Su madera presenta rasgos parecidos al cedro misionero, con albura estrecha de color amarillo ocre, netamente diferenciada del duramen castaño rojizo, su densidad es de 0,520 gr/cm³. Estabilidad dimensional intermedia (TINTO, 1978).

Es una madera blanda fácil de trabajar, se presta bien para proceso de debobinado, corte plano, admite bien las colas, lustres y barnices (LEONARDIS, 1977).

Grevillea (*Grevillea robusta)*

Exhibe una excelente madera con diseño jaspeado altamente vistoso, similar al roble; su albura es de color blanca grisácea y el duramen castaño rosado claro. Textura mediana, grano derecho, la densidad es de 0,600 gr/cm³ en material seco al aire. Es madera semidura, fácil de trabajar en todos los procesos, tanto manuales como mecánicos. Se debobina fácilmente y toma bien las colas, tintes, lustres, barnices y pinturas. (TINTO, 1978)

Kiri (*Paulownia tomentosa) (Thumb*)

Su madera es buena para determinados usos, tiene albura y durámen poco diferenciados. El brillo es suave y satinado. La densidad media es de 0,240 g/cm³, las contracciones son bajas, lo que confiere a ésta madera una excelente estabilidad dimensional en servicio. Se trabaja con suma facilidad, resultando una madera blanda, dócil sin tendencia a rajarse en el clavado, pero con poca adherencia. Toma bien los tintes, barnices, pintura y colas. Se utiliza para embalajes, muebles de todo tipo, tacos de zapatos, persianas (LEONARDIS, 1977).

Toona (*Toona ciliata*)

Posee una madera de características muy similares al Cedro de Misiones y se conoce poco sobre el comportamiento tecnológico del mismo.

MATERIALES Y METODOS

El material ensayado se obtuvo de 3 (tres) ejemplares de cada una de las especies estudiadas, de 18 y 20 años de edad, provenientes de plantaciones comerciales, del departamento de Eldorado, Misiones.

Para la determinación del comportamiento de estas especies al proceso de aserrado (rendimiento), se ha trabajado con diez rollo de 30 a 35 cm de diámetro y un largo de 3 metros.

Para la verificar el comportamiento al proceso de secado y confeccionar curvas de secado, se utilizó una cámara de secado convencional, con una capacidad útil de 1,5 m³ de madera, en la cual se realizaron tres repeticiones para cada especies hasta lograr el mejor resultado en la confección de las curvas.

Para la determinación de la humedad, peso específico aparente, contracciones se emplearon las Normas IRAM N° 9532, 9544, 9543, respectivamente. Los ensayos mecánicos de flexión estática se realizaron utilizándose la Norma DIN N° 52186.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso específicos aparentes de las maderas

En la tabla 1, se observan los valores de los pesos específicos aparentes de las maderas de grevillea, paraíso, toona y kiri. Estos valores fueron corroborados con el trabajo realizado por GONZALES et al. 2003.

Tabla 1: Pesos específicos aparentes, estacionado (12%), básico y anhidro.

Propiedades físicas		Especies			
		Grevillea	Kiri	Paraíso	Toona
Pesos específicos aparentes de las maderas (gr/cm^3)	Estacionado (12%)	0,530	0.270	0,600	0.422
	DS	0,02	0.02	0.03	0.059
	CV %	2,8	8	5	14
	Anhidro	0,500	0.250	0.570	0.379
	DS	0,02	0.015	0.024	0.054
	CV %	3,6	6	4	14.3
	Básico	0,440	0.230	0.500	0.337
	DS	0,02	0.012	0.016	0.047
	CV %	4,4	5.5	3	14

DS: Desvio estándar CV: Coeficiente de variación

Contracción total

En la tabla 2 se presentan los valores medios, desvío estandart y coeficiente de variación de, contracción total en las tres direcciones estudiadas y coeficiente de anisotropía de contracción de las maderas del paraíso y toona, grevillea, kiri. Las maderas de grevillea y toona, consideradas maderas normales. Coronel 1994. La madera del Kiri arrojo un coeficiente de anisotropía mas elevado con respecto a las demás especies, sin embargo esta no presenta dificultades en el trabajo de la madera debido a su bajo porcentaje de contracción en las direcciones radiales y tangenciales.

Tabla 2: Contracciones totales y anisotropía de contracción

Propiedades físicas		Especies			
		Grevillea	Kiri	Paraíso	Toona
Contracción total (%)	Tangencial	5.69	4.507	6.82	7.85
	DS	0.43	0.302	1,6	1.76
	CV %	7,6	6.7	23	22
	Radial	3,5	1.576	5.44	4.11
	DS	0,30	0.22	0.8	1.12

	CV %	8,5	14	14.8	27.20
	Axial	0.52	0.29	0.46	0.30
	DS	0.168	0.108	0.20	0.08
	CV %	32	36	4.31	27.30
Coeficiente de anisotropía		1.62	2.85	1.25	1.90

DS: Desvio estándar CV: Coeficiente de variación

Coeficiente de retractabilidad

En la tabla 3 pueden observarse los coeficientes de retractabilidad de las especies estudiadas. El coeficiente de retractabilidad en la dirección tangencial y radial en grevillea es de 0.25 y 0.23 respectivamente, toona 0,24 tangencial y 016 radial, paraíso 0,20 y 0,18 y la madera del kiri presenta los coeficientes de retractabilidad tangencial y radial de 0,12 y 0,05.

Tabla 3: Coeficiente de retractabilidad

		Especies			
Propiedades físicas		**Grevillea**	**Kiri**	**Paraíso**	**Toona**
Coeficiente de retractabilidad	**Tangencial**	**0.25**	**0.12**	**0.20**	**0.24**
	D S	0.047	0.019	0.073	0.040
	C V (%)	19.8	16.2	33	16.4
	Radial	**0.23**	**0.05**	**0.18**	**0.16**
	D S	0.061	0.006	0.034	0.054
	C V (%)	26	12	18.5	33.3

DS: Desvío estándar CV: Coeficiente de variación

Propiedades Mecánicas

Se presentan los valores promedios de módulos de rotura y módulos de elasticidad, desvío estándar y coeficiente de elasticidad en la tabla 4.

Tabla 4: Módulo de rotura y Módulo de elasticidad a la flexión estática

Propiedades mecánicas		Especies			
		Grevillea	Kiri	Paraíso	Toona
Flexión estática	Módulo de rotura kg/cm^2	**521.55**	**256,85**	**852.89**	**468**
	DS	76.46	71,26	200.2	85
	CV %	14	27	23	18.20
	Módulo de elasticidad kg/cm^2	**45693**	**25261.52**	**72505**	**65118**
	DS	11889	5951	14698	12959
	CV %	26	23	20	19.9

DS: Desvío estándar. CV: Coeficiente de variación

Rendimiento en el proceso de aserrado

Los resultados obtenidos en el rendimiento del proceso de aserrado, arrojaron resultados muy satisfactorios, en la tabla 5 se pueden observarse los porcentajes de rendimientos.

Tabla 5: Rendimiento en el proceso de aserrado

Especie	Rendimiento (%)
Kiri	50 %
Grevillea	48 %
Toona	50%
Paraíso	55%

Confección de curvas de secado (programas)

En la elaboración de las curvas de secado para cada una de las especies, se trabajó en definir las temperaturas óptimas y humedad relativa adecuada en las distintas etapas del proceso de secado. Se logró una buena calidad de secado en las especies toona y paraíso, y una calidad menor en kiri y grevillea. En las tablas 6, 7, 8 y 9 se pueden observaren forma resumida las curvas de secado que mejor se adaptaron a estas especies en el análisis de calidad de madera obtenida al final del proceso y tiempo de secado.

Tabla 6: Curva de secado para madera aserrada de una pulgada de la especie paraíso

Fases	Tiempo horas	H. de la madera (%)	T° Bulbo seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	H. relativa (%)	H. de Equilibrio (%)
Calentamiento	6	> 75	55	51	80	14
Secado		> 75	55	48	66	10
Secado		10	68	46	30	4.5
Uniformización	3		68	67	95	13
Acondicionado	3		68	66	91	13

Tabla 7: Curva de secado para madera aserrada de una pulgada de la especie toona

Fases	Tiempo horas	H. de la madera (%)	T° Bulbo seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	H. relativa (%)	H. de Equilibrio (%)
Calentamiento	8	> 75	50	51	80	14
Secado		> 75	53	48	70	12
Secado		10	65	46	30	4.5
Uniformización	4		55	67	95	15
Acondicionado	3		55	66	91	17

Tabla 8: Curva de secado para madera aserrada de una pulgada de la especie kiri

Fases	Tiempo horas	H. de la madera (%)	T° Bulbo seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	H. relativa (%)	H. de Equilibrio (%)
Calentamiento	6	> 75	55	51	80	14
Secado		> 75	55	48	66	13
Secado		10	68	46	30	4.5
Uniformización	3		68	67	95	15
Acondicionado	3		68	66	91	15

Tabla N° 9: Curva de secado para madera aserrada de una pulgada de la especie grevillea

Fases	Tiempo horas	H. de la madera (%)	T° Bulbo seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	H. relativa (%)	H. de Equilibrio (%)
Calentamiento	6	> 75	50	49	80	14
Secado		> 75	50	48	66	13
Secado		10	65	46	30	4.5
Uniformización	3		55	52	95	13
Acondicionado	3		55	50	91	13

De las cuatro especies estudiadas, el paraíso y la toona aceptan un secado más agresivo, sin disminuir la calidad de la madera al final del proceso, esto se puede observar en los programas confeccionados, en cambio el kiri y la grevillea necesitan un secado donde la temperatura y la humedad relativa no sean tan agresivas.

Muebles y aberturas

Fueron construidos muebles como ser escritorio y sillas, Foto 1, Los escritorios confeccionados con maderas de las cuatro especies no presentaron dificultades durante el proceso, porque las maderas son fáciles de trabajar ya sea en carpintería industrial y ebanistería. Los muebles presentan diseños agradables a la vista.

Foto 1: Escritorio fabricado con Toona

Las aberturas, confeccionadas presentaron excelente comportamiento, ya sea por su estética como por su trabajabilidad, debido a las propiedades que presentan las maderas de dichas especies, como ser los valores de coeficientes de anisotropía y coeficientes de retractabilidad adecuados para la fabricación de aberturas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las propiedades y comportamiento de las maderas estudiadas se concluye que las mismas son apropiadas para la construcción de muebles y aberturas de alta calidad. El Kiri madera muy liviana y estable por lo tanto su aplicación sería para productos terminados que

no soportarán cargas y dada su estabilidad puede usarse en lugares húmedos pero bajo cubierta. Las maderas de Paraíso, Grevillea y Toona presentan características apropiadas para la construcción de muebles, ya que la trabajabilidad con las mismas durante la confección de los muebles no presentaron inconvenientes, estas especies poseen una madera muy fácil de trabajar, además sus diseños son vistosos y similares al de algunas especies nativas requeridas por el consumidor. Sin embargo para la construcción de aberturas exteriores las maderas deberían ser tratadas, ya que su durabilidad natural es corta. Para las aberturas interiores estas especies presentan un comportamiento adecuado.

BIBLIOGRAFIA

Coronel, O. E. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades, y sus aplicaciones. 1º parte: "Fundamentos de las propiedades físicas de la madera". Santiago del Estero, Argentina. Edit. El liberal. 1994.

DIN N° 52186. (Deutsche Industrie Norm). Método de determinación de la resistencia a la flexión estática. Alemania.

González R. A; Pereyra, O; Suirezs, T. M. "Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de Pinus elliottii reforestado en la provincia de Misiones, Argentina". Yvyraretá Año 3 – Nº 3. Pg.5 - 19. (1992).

González R. A; Pereyra, O; Suirezs, T. M; Eskiviski E. "Estudio de las propiedades tecnológicas de las maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina" Yvyraretá Nº 11. 2003.

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), Nº 9544: Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires, Argentina. 1973.

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), Nº 9543 Método de determinación de las contracciones totales, axial y tangencial. Buenos Aires, Argentina. 1966.

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), Nº 9532. Maderas. Método para la determinación de la humedad. Buenos Aires, Argentina. 1963.

Leonardis julio: Libro del Árbol, Tomo III, Esencias forestales no autóctonas cultivadas en la Argentina de aplicación ornamental y/o industrial. Celulosa Argentina S.A. 1977.

Tinto José: Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas. 1978.

ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LAS MADERAS DE *CHLOROPHORA TINCTOREA, PATAGONULA AMERICANA, PELTOPHORUM DUBIUM Y TABEBUIA IPÉ* IMPREGNADAS CON POLIETILENGLICOL PM 600

DIMENSIONAL STABILITY OF *CHLOROPHORA TNICTOREA, PATAGONULA AMERICANA, PELTOPHORUM DUBIUM AND TABEBUI IPE* TIMBERS, IMPREGNATED WITH POLIETILENGLICOL PM 600

Teresa Maria Suirezs [1]
Constantino Zaderenko[2]
Maria Libertad Ferrero[3]
Iris Schmidt[4]

1. Magíster Ing. Ftal. Profesor Adjunto de Industrias y Tecnología de la Madera. Facultad Ciencias Forestales-UNaM. Bertoni 124, Eldorado, Teléfono: (03751) 431526, Email: bernio@ceel.com.ar

2. Magíster Ing. Aeronautico. Profesor Titular de Estática y Resistencia de Materiales. Facultad Ciencias Forestales-UNAM. Bertoni 124, Eldorado, Teléfono: (03751) 431526, Email: zaderenko@facfor.unam.edu.ar

3. Ing. Ftal. Jefe de Asistencia Tecnica. Centro Tecnológico de la Madera. Montecarlo. Teléfono: (03751) 481272, e-mail: ctm@ceel.com.ar

4. Secretaria Asistencia Tecnica. Centro Tecnológico de la Madera. Montecarlo. Teléfono: (03751) 481272, e-mail: ctm@ceel.com.ar

SUMMARY

The bejavior of physical properties was studied for lumber from mora Amarilla (*Chlorophora tinctorea*), guayubira (*Patagunula americana*), lapacho (*Tabebuia ipé*) and cañafístula (*Peltophorum dubium*) impregnated with Polietlenglicol (PEG) of a 600 molecular weight in 50 % wather solution according to Burnett method, vacuum a -0,5 kg/cm^2 and pressure of was applied alternativelys 7 kg/cm^2 during 120 minutes.

Trough this impregnation method, average retention values of 20.41, 32.86, 66.25 and 87.22 kg/m^3 where obtained in mora amarilla, cañafistula, lapacho negro and guayaibi, respectively.

Densities, humidity contents, shrinkages, swelling, shrinkage coefficients, shrinkage anisotropy where determined under IRAM Standards (Argentine National Institute for Materials Rationalization and Standards).

Only two of the studied properties where accounted: shrinkage coefficient and total shrinkage on radial and tangencial directions.

Species that achieved better values in shrinkage coefficient and total shrinkage on radial and tangential directions where guayaibi and lapacho negro, with a reduction of approximately 45 % compared to the same species without treatment.

Impregnated lumber of mora amarilla and cañafístula showed reduction of their coefficients in less than 20 % compared to the same species without treatment.

Key words: Total shrinkage, shrinkage coefficient, dimensional stability, impregnation, Polietilenglicol PM 600.

RESUMEN

Se estudio el comportamiento de las propiedades físicas de las maderas de mora amarilla (*Chlorophora tinctorea*), guayaibi (*Patagunula americana*), lapacho (*Tabebuia ipé*) y cañafístula (*Peltophorum dubium*) impregnadas con Polietilenglicol de peso molecular 600, en solución acuosa al 50 %, por el método de Burnett, aplicándose vacío de -0,5 kg/cm^2 y presión de 7 kg/cm^2 alternativamente, durante 120 minutos.

Las retenciones medias obtenidas fueron de 20.41, 32.86, 66.25 y 87.22 kg/m^3 respectivamente en mora amarilla, cañafistula, lapacho negro y guayaibi.

Los pesos específicos, humedad, contracciones, coeficiente de contracción, y anisotropía de contracción de las maderas, se determinaron según lo establecen las Normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales).

De las propiedades determinadas, se analizaron solamente dos, el coeficiente de contracción y la contracción total en las direcciones radial y tangencial.

Las especies que lograron mejores resultados de contracción total y coeficiente de contracción en las direcciones tangencial y radial fueron, guayaibi y lapacho negro, disminuyendo aproximadamente 45 % estos coeficientes, en referencia a las maderas de estas especies sin tratar. Las maderas impregnadas de mora amarilla y cañafístula presentaron reducción en sus coeficientes menores del 20 %, respecto a las maderas de estas especies sin impregnar.

Palabras clave: contracción total, coeficiente de contracción, estabilidad dimensional, impregnación, polietilenglicol PM 600.

INTRODUCCIÓN

Las maderas de las especies mora amarilla, guayaibi, lapacho y cañafístula, tienen diversas aplicaciones. Entre ellas, se utilizan en artesanías para elaborar cabos de cuchillos y otros utensilios.

La madera del lapacho negro es aplicada en carpintería, construcciones, carrocerías, marcos de puertas y ventanas, construcciones navales, postes. Es una madera durable, comparable a las del quebracho colorado, guayacán, urunday (BILONE, 1990).

La contracción total tangencial es de 7,2 %, radial 4,5 %, coeficiente de contracción tangencial es 0,24 y radial 0,15, anisotropía de contracción 1,60. Madera poco penetrable (TINTO, 1978).

El guayaibi presenta madera apta para diversos usos, siendo utilizada en gran escala en carpintería, pisos, parquets, poleas, cabos de herramientas, marcos, piezas de pianos, taco de zapatos, (TORTORELLI, 1956).

Contracción total tangencial y radial de 9 % y 6,7 % respectivamente. El coeficiente de contracción tangencial es 0,30 y radial 0,22, anisotropía 1,30. Madera muy penetrable en procesos de impregnacion (TINTO, 1978)

La madera de mora amarilla es dura y pesada, aplicada en carpintería, tornería, pisos, parquet, carrocerías, marcos para aberturas y obras expuestas a la intemperie, (TORTORELLI, 1956).

La contracción total tangencial es de 4,6 %, la radial de 2.17 %. El coeficiente de contracción tangencial de 0,30, radial 0,14 y la anisotropía de contracción 2,19. Es una madera poco penetrable. (TINTO, 1978).

La cañafístula presenta madera dura y pesada, utilizada en carpintería en general y construcciones rurales y expuestas al agua por su resistencia a la humedad y la intemperie. (TORTORELLI, 1956).

La contracción total de la madera de la cañafístula en dirección tangencial es de 9,8 %, radial 4,1 %, coeficiente de contracción tangencial es 0,33, radial 0,14 y la anisotropía de

contracción de 2,4. Es una madera moderadamente penetrable en procesos de impregnación. (TINTO, 1978).

Polietilenglicol PM 600

El rango de su peso molecular se encuentra entre 570-630. La densidad a 25° C es de 1,138 g/cm^3. La viscosidad es de 10,5 centistokes. El punto de fusión esta entre los -7°C - 4° C. Es poco higroscópico. (REYNOLDS, 1992).

La pared celular de la madera puede ser engrosada utilizando diferentes productos químicos, tales como sales de sodio, bario, magnesio, azucares, polietilenglicol, resinas sintéticas, que incorporados a la pared celular reemplazan parte del agua lográndose de esta forma la estabilización parcial o total de la madera. (KOLLMAN et al., 1975).

PAZ (1998) determinó que la madera de quebracho-blanco impregnada con polietilenglicol PM 600, en solución acuosa al 50 %, con 10 kg/m^2 de presión durante 120 minutos, presenta un coeficiente de contracción de 0.069 % con respecto a la madera sin impregnar, cuyo coeficiente de contracción es de 0.17 %, la contracción radial total de 1,95 %, y la madera sin impregnar presenta una contracción de 4.6 %.

Con el objetivo de reducir los coeficientes de retracción para obtener una mayor estabilidad en las maderas de mora amarilla, guayaibi, lapacho y cañafístula se aplico el método de engrosamiento de las paredes celulares, impregnado la madera con polietilenglicol PM 600.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las maderas comerciales de las especies mora amarilla, guayaibi, lapacho negro y cañafístula, fueron adquiridas en aserraderos de la zona. Las mismas contaban con 4 años de estacionamiento bajo cubierta. Las maderas para elaborar las probetas testigos y las probetas para impregnar, se tomaron al azar.

El proceso de impregnación se realizo en un autoclave para ensayos de laboratorio. Se impregnaron con polietilenglicol de PM 600 a una concentración del 50 %, vacío -0,5 kg/cm^2 y presión de 7 kg/cm^2. Las probetas impregnadas se estibaron bajo cubierta para su secado natural. La retención se determino aplicando la siguiente formula:

$$A = \frac{P_2 - P_1}{V} \times \frac{C}{100}$$

donde :

R = Retención del producto, en kg/m^3.

P_2 = Peso de la madera después del tratamiento en kg.

P_1 = Peso de la madera antes del tratamiento en kg.

V = Volumen de la madera, en m^3.

C = Concentración del producto en %.

Determinación de las propiedades físicas

El contenido de humedad se determinó en todas las probetas ensayadas; los pesos específicos, las contracciones tangencial, radial y axial, coeficiente de contracción y anisotropía de contracción se estudiaron de acuerdo a las Normas IRAM N° 9532, 9544 y 9543 respectivamente.

Los valores de las propiedades estudiadas de las maderas sin impregnar e impregnadas con polietilenglicol, fueron procesados en planilla de calculo obteniéndose la media, el desvío standard y coeficiente de variación. El análisis de datos se realizo mediante análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Retención de pilietilenglicol

Los valores promedio de retención efectiva con polietilenglicol, obtenidos en las maderas impregnadas de las especies estudiadas, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Retenciones de polietilenglicol
Table 1: Retentions of Polietilenglicol.

Especies	Retención (kg/m^3)
Mora amarilla	20,41
Cañafístula	32,86
Lapacho negro	66,25
Guayaibi	87,22

Propiedades fisicas de las maderas impregnadas y sin impregnar

En la tabla 2 se presentan los valores promedios de contracción total y coeficiente de contracción en la dirección tangencial y radial de las maderas de mora amarilla, guayaibi, lapacho negro y cañafístula sin impregnar e impregnada con polietilenglicol PM 600.

Tabla 2. Contracción total y coeficiente de contracción de las maderas de mora amarilla, guayaibi, lapacho negro y cañafístula sin impregnar e impregnadas con polietilenglicol.
Table 2. Total Shrinkage and retraction coefficient for mora amarilla, guayaibi, lapacho negro and cañafístula timber, without impregnation and impregnated with Polietilenglicol.

Especies	Propiedades físicas			
	Contracción total tangencial (%)	Contracción total radial (%)	Coeficiente de contracción tangencial	Coeficiente de contracción radial
Mora amarilla sin impregnar	5.36 a	2.32 a	0.29 a	0.14 a
Mora amarilla impregnada	4.26 b	2.22 a	0.25 b	0.13 a
Guayaibi sin impregnar	8.69 a	3.21 a	0.37 a	0.17 a
Guayaibi impregnado	4.53 b	2.36 b	0.17 b	0.11 b
Lapacho negro sin impregnar	6.53 a	3.75 a	0.34 a	0.20 a
Lapacho negro impregnado	4.55 b	2.72 b	0.23 b	0.16 b
Cañafístula sin impregnar	7.13 a	4.21 a	0.29 a	0.18 a
Cañafístula impregnada	6.51 b	3.79 a	0.27 a	0.17 a

Valores medios seguidos de igual letra en cada columna indican que no hay diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la tabla 3 se presentan los valores promedios de los pesos específicos aparentes, desvío standard y coeficiente de variación de las maderas sin impregnar e impregnadas con PEG PM 600, de cañafístula, mora amarilla, lapacho negro y guayaibi. Los valores obtenidos para las maderas sin impregnar son similares a los valores publicados por (Bilone, 1990) y (Tortorelli, 1958).

Tabla 3. Pesos específicos aparentes estacionado de las maderas sin impregnar e impregnada con PEG PM 600, de cañafístula, mora amarilla, lapacho negro y guayaibi
Table 3. Apparent specific gravity for cañafistula, mora amarilla, lapacho negro, and guayaibi of piled up dried timbers (12%), without impregnation and impregnated with PEG PM 600.

Especies	Propiedades físicas		
	Pe. e. (12%) (gr/cm^3)	DS (gr/cm^3)	CV %
Cañafístula sin impregnar	**0,94**	0,02	2
Cañafístula impregnada	**0,94**	0,01	2
Mora amarilla sin impregnar	**0,86**	0,03	3
Mora amarilla impregnada	**0,95**	0,08	8
Lapacho negro sin impregnar	**0,98**	0,02	2
Lapacho negro impregnado	**1,03**	0,05	5
Guayaibi sin impregnar	**0,94**	0,03	3
Guayaibi impregnado	**1,06**	0,02	2

DS= Desvío Standard. CV= Coeficiente de variación

En la tabla 4 se presentan los valores promedios, desviación standard y coeficiente de variación de los coeficientes de contracción, anisotropía y humedad de las maderas sin impregnar e impregnadas con PEG PM 600, de cañafístula, mora amarilla, lapacho negro y guayaibi. Los valores para la madera sin tratar son similares a los publicados por (Tinto, 1978).

Tabla 4: Coeficiente de contracción tangencial y radial, coeficiente de anisotropía y contenido de humedad de las maderas de cañafístula, mora amarilla, lapacho negro y guayaibi, sin impregnar e impregnadas con polietilenglicol PM 600.
Table 4: Tangential and radial retraction coefficient, anisotropy coefficient and humidity content of cañafistula, mora amarilla, lapacho negro and guayaibi timbers, without impregnation and impregnated with PEG PM 600.

Especies	Propiedades físicas							
	Coef. de contracción tangencial	DS	CV %	Coef. de contracción radial	DS	CV %	Coef. de anisotropia	H %
Cañafístula sin impregnar	**0,29**	0,02	7	**0,18**	0,02	12	**1,53**	**12**
Cañafístula impregnada	**0,27**	0,02	7	**0,17**	0,01	8	**1,65**	**10**
Mora amarilla sin impregnar	**0,29**	0,03	9	**0,14**	0,02	12	**2,07**	**11**
Mora amarilla impregnada	**0,25**	0,05	20	**0,13**	0,01	9	**1,85**	**8**
Lapacho negro sin impregnar	**0,34**	0,07	20	**0,20**	0,03	15	**1,71**	**12**
Lapacho negro								

impregnado	**0,23**	0,06	26	**0,16**	0,05	33	**1,43**	**8,5**
Guayaibi sin impregnar	**0,37**	0,01	3	**0,17**	0,03	19	**2,01**	**14**
guayaibi impregnado	**0,17**	0,04	26	**0,11**	0.,01	15	**1,42**	**8,5**

DS= Desvío Standard. CV= Coeficiente de variación

CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio, en el que se utilizo el polietilenglicol con el objeto de lograr la estabilización dimensional en las maderas de las especies, *Peltophorum dubium*, *Chlorophora tinctorea*, *Tabebuia ipé* y *Patagunula americana*, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1) A mayor retención de polietilenglicol PM 600 en las maderas, se produce disminución en la contracción total y en el coeficiente de contracción.
2) Las maderas de *Patagunula americana* y *Tabebuia ipé* son las que adquieren una alta retencion y en consecuencia presentan mayor estabilidad dimensional.
3) Las maderas de *Peltophorum dubium* y *Chlorophora tinctorea*, presentan retenciones mas bajas, determinando así menor estabilidad dimensional.
4) El polietilenglicol PM 600, como agente engrosante de la pared celular, aplicado en las maderas de *Tabebuia ipé* y *Patagunula americana*, mejora significativamente la estabilidad dimensional.

BIBLIOGRAFÍA

BILONI, J. S. 1990. Árboles autóctonos Argentinos de la selva, bosques y montes de la Argentina. Editora Argentina. Buenos Aires. Argentina. 335 pp.

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). N° 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial. Buenos Aires. 1966.

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). N° 9544 Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires. 1973

IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). N° 9532. Método de determinación de humedad. Buenos Aires. 1973

KOLLMANN, F; Kuenzi, E; Stamm, A. 1975. Princeples of wood science and technology. II Wood Based Materials. 1ra. ed. Springer Verlag, New York. USA. 703pp.

PAZ, J. M. 1998. Tesis: Influencia del Polietylen Glycol en la estabilidad dimensional del Quebracho Blanco. 77pp.

REYNOLDS J.E.F. 1992**.** Martindale. The Extra Pharmacopoeia, 30 ed, the pharmaceutical press, pp 1384-1385.

TINTO J. C. 1978. Aporte del sector forestal a la construcción de viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal Nro 44. Segunda edición. 62 pp.

TORTORELLI L. A. 1958. Maderas y Bosques de la Argentina. Buenos Aires. 910 pp.

DENSIDAD BASICA DE *Pinus taeda* L. MARION DE 9 AÑOS DE EDAD
BASIC DENSITY of *Pinus taeda* L. MARION of 9 years of age

WEBER, Elizabeth María[1]

[1] Facultad de Ciencias Forestales. Email: eweber@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The present work has as an objective to determine the basic density of *Pinus taeda* L. origin Marion of 9 years of age from the north of Misiones. In Misiones the forest plantations cover 330000 ha. This species is one of the most cultivated from the decade of the 80. The basic density is one of the most useful indexes that characterize wood from the technological point of view, due to the high correlation that possesses in the production of pulps and also with the mechanical properties of the boards. The *Pinus taeda*, as most of the coniferous, possesses a uniform pattern of low basic density in the pith, a fast increase of the density in the juvenile period, continued by series of rings that possess essentially constant densities, but they fluctuate from year to year. Six trees were selected in the following way: those trees with an average DBH (diameter at the breast height) that respond to that population and those that have cylindrical, straight trunks, without bifurcations or defects. From each one of these trees the DBH and the height were taken. A disk of the first four logs and the average values of the external middle and internal sections of each tree and the general average were obtained. The formula used was: Bd= Aw/ Sv where: Bd = basic Density in gr/cm^3; Aw = anhydrous Weigh in gr; Sv = saturated Volume in cm^3. The basic density for the 9 year of age was of 0,33 gr/cm3, 0,35 gr/cm^3 y 0,38 gr/cm^3; for the internal, middle and external sections respectively. Having as a general average 0,3557 gr/cm^3. There is an increase of the density from the pith to the exterior of 14,57% and a decrease of the base until the eighth disk of 9,5%. We can say that being 9 years of age it is a wood that is in the limit of the classification of very light to light wood.

Key words: *Pinus taeda*, basic density

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la densidad básica de *Pinus taeda* L. origen Marion de 9 años del norte de Misiones. En Misiones las plantaciones forestales abarcan 330.000 ha. Esta especie es una de las más cultivadas desde la década del 80.La densidad básica es uno de los índices más útiles que caracterizan a las maderas desde el punto de vista tecnológico, debido a la alta correlación que posee en la producción de pulpas y además con las propiedades mecánicas de las tablas. El *Pinus taeda*, como la mayoría de las coníferas, posee un patrón uniforme de baja densidad básica en la médula, un rápido aumento de la densidad en el período juvenil, seguido por series de anillos que poseen densidades esencialmente constantes, pero fluctúan de año a año. Se seleccionaron seis árboles de la siguiente manera: aquellos árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) promedio que responda a esa población, y que tengan troncos cilíndricos, rectos, sin bifurcaciones o defectos. De cada uno de estos árboles se tomaran los DAP y la altura. Se tomaron un disco de las cuatro primeras toras obteniéndose los valores medios de las secciones externa, media e interna de cada árbol y el promedio general. Se utilizó la fórmula; Db= Po/Vs donde: Db= Densidad básica en gr/cm^3; Po= Peso anhidro en gr; Vs= Volumen saturado en cm^3. La densidad básica para la edad de 9 años fue de 0,33 gr/cm^3, 0,35 gr/cm^{3}y 0,38 gr/cm^3; para las secciones interna, media y externa respectivamente. Dando como promedio general 0,3557 gr/cm^3. Hay un aumento de la densidad desde la médula al exterior de 14,57% y una

disminución de la base hasta el octavo disco de 9,5%. Se puede decir que a los 9 años de edad es una madera que está en el límite de la clasificación de maderas muy livianas a livianas.

Palabras clave: *Pinus taeda*, densidad básica

INTRODUCCIÓN

La economía de la Provincia de Misiones se basa principalmente en la actividad forestoindustrial y en la agricultura. La provincia cuenta actualmente con un total de 330.000 ha de plantaciones forestales, en su mayoría de coníferas (pinos y Araucaria), 165000 ha se encuentran en la zona norte centro, principalmente en los departamentos de Eldorado, Iguazú y Montecarlo (SAGPyA, 2001). Según estudios realizados se ha determinado que el mejor origen del *Pinus taeda* es el Marion y actualmente es el más plantado (SPARNOCHIA et al. 1992). Es importante determinar las propiedades físico mecánicas del *Pinus taeda* Marion de forma tal de determinar su uso más adecuado en la foresto industria. La densidad básica es uno de los índices más útiles que caracterizan a las maderas desde el punto de vista tecnológico, debido a la alta correlación que posee en la producción de pulpas y además con las propiedades mecánicas de las tablas (CORONEL, 1994).

Según KOLLMANN,(1959) las variaciones de la densidad básica pueden ser tan acentuadas en el sentido longitudinal del árbol, que se pueden sugerir diferentes clases de calidad solo en función de la posición del origen de las piezas.

Encontramos datos de densidad básica de 13 y 14 años de Pinus taeda en Misiones de 0,39 gr/cm^3 (GONZALEZ et al. 1993) y en particular de origen Marion de 14 años de 0,43gr/cm^3 (SUIREZS, 2000)

Usando tres árboles de 7 años SPARNOCHIA et al. (1992) obtuvieron los valores de densidad básica en altura dando un promedio de disminución en un 14,94% y un valor de densidad básica media para su ensayo de 0,3487 gr/cm^3.

Las densidades básicas medias de tarugos según clase de edad en el Norte de Misiones, realizadas para un proyecto PIA (PEREYRA et al.2000), dan como resultado para la clase 6 a 10 años los valores de 0,38 gr/cm^3, 0,375 gr/cm^3 y 0,339 gr/cm^3 para las densidades externa, media e interna respectivamente, obteniendo como valor promedio 0,364 gr/cm3.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado para los ensayos provino de 6 árboles de plantaciones de *Pinus taeda* origen Marion de 9 años de la Zona del Alto Paraná. La plantación era del 1992, lugar de extracción cerca de la ruta 19, en la empresa Lipsia, con 100 ha y una densidad inicial de 1736 plantas por hectárea, con suelo que pertenece taxonómicamente al Gran Grupo Kandiudult. Se efectuaron tres raleos.

El diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio y altura promedio de los árboles seleccionados fueron de 22,58cm y 14,44 m.

Los datos meteorológicos de la zona norte de Misiones cedidos por la cátedra de climatología de la Facultad de Ciencias Forestales, (SILVA, 1998) son de una precipitación promedio de 1695,5 mm y las temperaturas medias mensuales máxima de 27,8ºC , mínima de 14,7 ºC y media de 20,4 ºC.

La elección de los seis árboles fue de la siguiente manera: para cada edad se eligieron aquellos árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) promedio que responda a esa población, y que tengan troncos cilíndricos, rectos, sin bifurcaciones o defectos. De cada uno de estos árboles se tomaran los DAP y la altura. Los datos de DAP medio fueron cedidos por las empresas y la elección de los seis árboles fue al azar.

Los árboles fueron apeados a 30 cm del suelo para evitar tomar en la muestra madera con problemas de defecto y leño de compresión que se da en esas regiones. Luego se secciono el tronco en toras de 1,5 m de largo, identificándose cada árbol con una letra (A-B-C-D-E-F) y cada tora con un número (1-2-3-4). Además se sacaron discos desde la base y luego cada 1,50 m para hallar la densidad en altura. Figura 1.

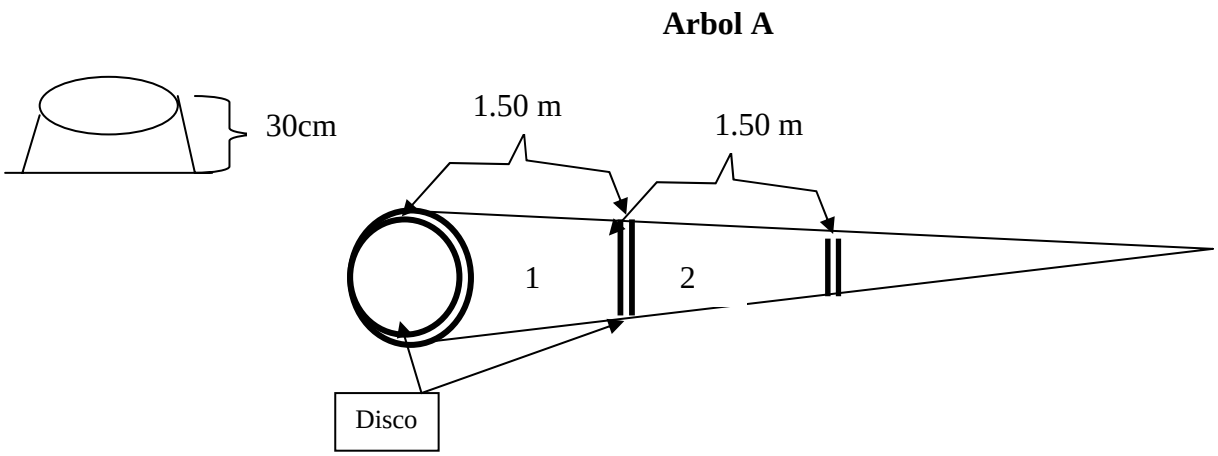


Figura 1: Esquema del corte de toras y discos.

Para la densidad básica se utilizaron discos de 2,5 cm de espesor, extraídos desde la base del árbol hasta la altura comercial. En la figura 1, se puede observar la disposición. El material extraído del campo fue colocado en bolsas de plástico para no perder humedad y llevado a depósito en el área de Tecnología de la madera, donde se realizaron las tareas de preparación del material. De cada disco se marcaron dos cuñas triangulares y a su vez se seccionaron en tres partes como se muestra en la figura 2.

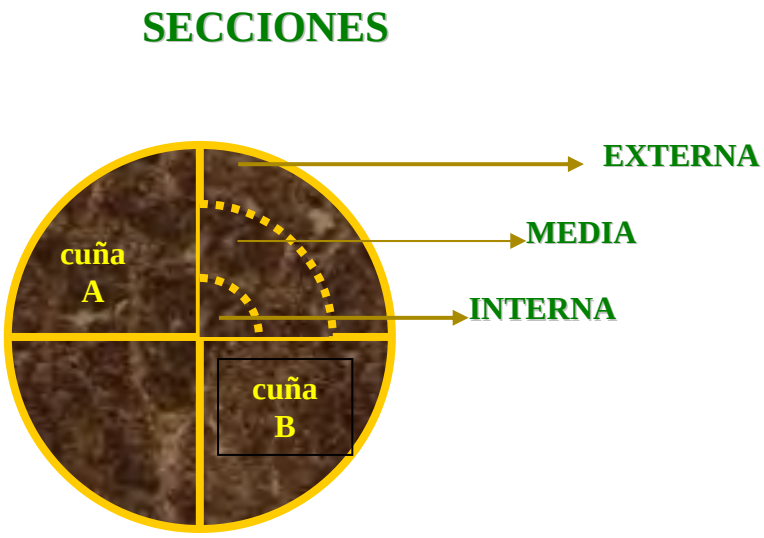


Figura 2: Esquema de secciones y cuñas dentro de un disco

Con cada una de las secciones fueron identificadas y llevadas al laboratorio para la determinación del peso y volumen. Para el estado verde, se sumergió todo el material durante un día, para asegurar que no hubo pérdida de humedad antes de su determinación del volumen y peso saturado. Luego cada una de las partes de la cuña se llevó a estufa hasta peso constante, a una temperatura de 103 ± 2ºC, para tomar el peso seco de las muestras. Con estos valores se determinaron la densidad básica de todo el material de estudio, utilizándose la siguiente fórmula:

$$Db = \frac{Po}{Vs}$$

donde: Db= Densidad básica en gr/cm3; Po= Peso anhidro en gr;

Vs= Volumen saturado en cm^3

RESULTADOS

Se obtuvieron de cada árbol y disco las densidades por sección interna, media y externa, y de cada cuña, como se describe en materiales y métodos. En la figura 3 se ven representados los valores promedio de las densidades a lo largo de los ocho primeros discos en sus distintas secciones.

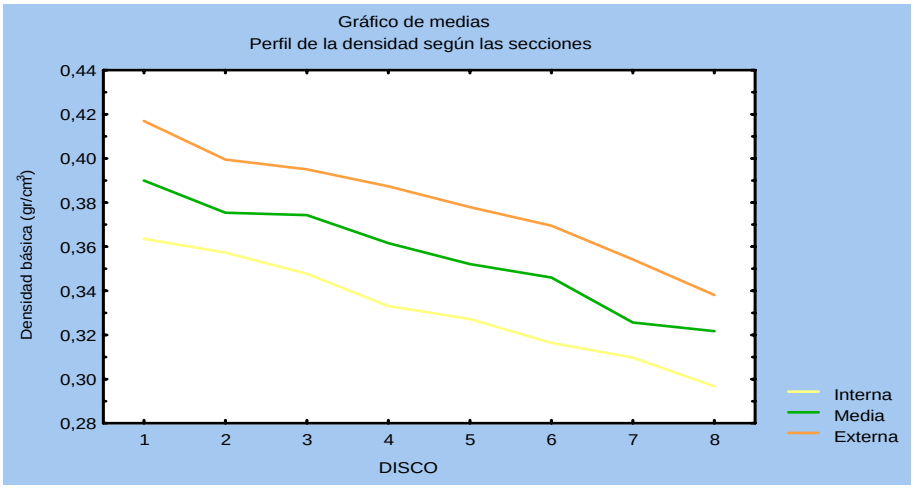


Figura 3: Perfil de la densidad básica promedio de 9 años de edad, según secciones dentro del fuste.

De los valores obtenidos se sacaron los promedios por sección, los datos para la plantación de 9 años se encuentran en la tabla 1 y figura 4.

Tabla 1: Valores promedio de densidad básica a los 9 años.

Sección	Media (gr/cm^3)	Desvío (gr/cm^3)	CV %	Valid N
Interna	0,3315 a	0,0307	9,26	96
Media	0,3559 b	0,0299	8,41	96
Externa	0,3798 c	0,0330	8,69	96
Promedio	**0,3557**	0,0369	10,36	288

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias dado α=0,05 en el test de Tukey

Los análisis de variancia y test de medias de Tukey dan diferencias significativas entre secciones.

Los valores obtenidos dan inferiores a los presentados por GONZALEZ et al. (1994) y SUIREZS(2000), los cuales trabajaron con edades de 13 y 14 años. En cambio las valores de SPARNOCHIA et al (1992), utilizando árboles de 7 años, son menores a los obtenidos. En el trabajo presentado por PEREYRA et al.(2000) en el cual toma rango de clases, la de 6 a10 años da valores similares tanto en la densidad interna, media y externa.

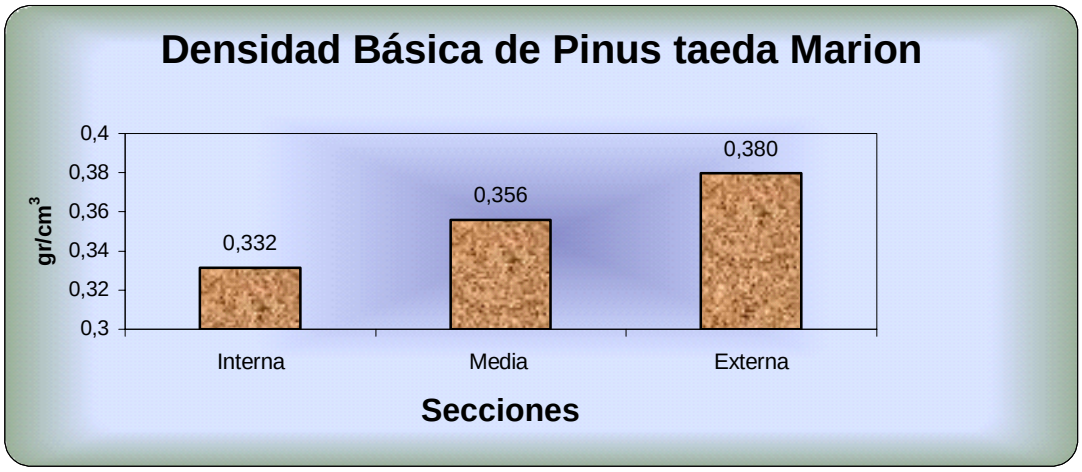


Figura 4: Representación de la densidad básica según sección para la plantación de 9 años.

CONCLUSIÓN

Hay un aumento de la densidad desde la médula al exterior de 14,57% y una disminución de la base hasta el octavo disco de 9,5%. Se determinó que a los 9 años de edad es una madera que está en el límite de la clasificación de maderas muy livianas a livianas.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Lipsia S.A por el material

Al departamento de Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales.

A la profesora Silvia Martinez por colaborar con la traducción del resumen.

BIBLIOGRAFIA

CORONEL, Eduardo. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Segunda parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Instituto de tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Argentina.1995

GONZÁLEZ Raúl A., O. Pereyra, T. Suirezs. Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino taeda reforestado en la provincia de Mnes. Yvyraretá Nº 4, 1.993.

KOLLMANN, Franz. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Tomo primero. Instituto forestal de investigaciones y experiencias y servicio de la madera. Madrid 1959.

PEREYRA, Obdulio; Gleid, Mónica. Estudio de la variabilidad de la densidad básica de la madera de Pinus taeda para plantaciones de Misiones y norte de Corrientes. Proyecto forestal de desarrollo SAGPyA- BIRF. Informe final. 2000.

SAGPyA. Plan estratégico para el desarrollo de las pequeñas y medianas industrias madereras de la provincia de Misiones y noreste de Corrientes. Informe STCP Engenharia de Projetos Ltda. 2002

SILVA, Fidelina. Datos climáticos de Iguazú, período 1941 – 1990. Informe asesoría. Cátedra agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales. Septiembre 1998.

SPARNOCHIA, Lucia . Estudio de las propiedades físico mecánicas de *Pinus elliotti, Pinus taeda* y *Pinus pátula*. Jornadas sobre Pinos Subtropicales. Actas. Tomo II. CIEF. Eldorado, Misiones . Argentina. 1992

SPARNOCHIA, Lucia; Gleid de Ruibal, Mónica. Características Morfológicas y físicas de la madera de *Pinus taeda* Marion. Jornadas sobre Pinos Subtropicales. Actas. Tomo II. CIEF. Eldorado, Misiones . Argentina. 1992

SUIREZS, Teresa. Efecto de la impregnación con CCA(cromo-cobre-arsénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de Pinus taeda L. Eldorado.Misiones.UNaM. 2000.