

yvyrareta

ISSN - 0328 - 8854

DIC. 2000

Nº 10

REVISTA FORESTAL

PAIS DE ARBOLES



Editada por
**el INSTITUTO SUBTROPICAL
DE INVESTIGACIONES FORESTALES**
de la Facultad de Ciencias Forestales

Editor Responsable: M.Sc. Miguel Angel LÓPEZ
Editor Científico: M.Sc. Patricio Miguel MAC DONAGH
Secretaria Técnica: Ing. Ftal. Elizabeth WEBER

EVALUADORES DE ESTE NÚMERO

- M.Sc. Teresa Argüelles (UNaM, Arg.)
- Ing. Jorge Adamoli (UBA, Arg.)
- Ph.D. Pedro Agostini (UNaM, Arg.)
- Ing. Mirta Baez (PECOM, Arg.)
- Ph.D. Pedro Balatti (UNLP, Arg.)
- Dr. Marcelo Barrera (UNLP, Arg.)
- Dr. Doadi Brena (UFPM, Brasil)
- Dr. Antonio Bellote (Embrapa, Brasil)
- Ing. Daniel Cabral (UBA, Arg.)
- Ing. Ruben Costas (UNaM, Arg.)
- M.Sc. Jorge Claveri (UNLP, Arg.)
- Dra. Laura Draghi (UNLP, Arg.)
- Ing. Beatriz Eibl (UNaM, Arg.)
- Ing. Roberto Fernandez (UNaM, Arg.)
- Dr. Franklin Galvao (UFPR, Brasil)
- Ing. Martin Gartland (UNaM, Arg.)
- Dr. Manuel Guariguata (CATIE, Costa Rica)
- Ing. Juan Kozarik (UNaM, Arg.)
- M.Sc. Oscar Bustos Letelier (UTALCA, Chile)
- Dr. Jorge Matos (UFPR, Brasil)
- M.Sc. Fernando Niella (UNaM, Arg.)
- M.Sc. Obdulio Pereyra (UNaM, Arg.)
- Ing. Raúl Sabatini (UNR, Arg.)
- Dr. Marcio da Rocha (UFPR, Brasil)
- M.Sc. Gustavo Rodriguez (INTA, Arg.)
- Dr. Rudi Saiz (UFPR, Brasil)
- Ing. Arturo Somoza (UNCuyo, Arg.)
- Dr. Carlos Schvezov (UNaM, Arg.)

La Revista Forestal Yvyrareta es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales y ambientales.

La periodicidad de la misma es anual.

Se imprimen 300 ejemplares

Indizada en LATINDEX - ISSN - 0328 - 8854

La Revista no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos, siendo responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

Toda correspondencia relacionada a la Revista debe ser dirigida a: Sr.
Director ISIF/ Facultad de Ciencias Forestales. 3380 Bertoni 124.
Eldorado, Misiones, Argentina. TE: 054 3751 431780/431526. Fax: 054 3751 431766
Email: isif@facfor.unam.edu.ar Web: www.facfor.unam.edu.ar



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES (ISIF)

AUTORIDADES

Rector:

Ing. Jorge BETTAGLIO

Vice-Rector:

Contador Eduardo Mártires SOLIS

Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología:

Ing. Héctor Martín GARTLAND

Decano:

M.Sc. Miguel Angel LÓPEZ

Vice-Decano:

Lic. Marta PARUSSINI

Sec. Académico:

Ing. Alicia BOHREN

Sec. Extensión:

Ing. Ricardo APAZA

Sec. Administrativo:

Sr. Bernardino BOBADILLA

Sec. Bienestar Estudiantil:

Sr. Fabián ROMERO

Secretario de Ciencia y Técnica:

M.Sc. Patricio MAC DONAGH

Facultad de Ciencias Forestales
3380 Bertoni 124

TE: 054 3751 431780/431526 - Fax: 054 3751 431766
E-mail: isif@facfor.unam.edu.ar - Web: www.facfor.unam.edu.ar
Eldorado, Misiones, Argentina

EDITORIAL

La Revista Forestal Yvyrareta de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Nacional de Misiones, difunde los resultados de las investigaciones realizadas en la región en diferentes áreas temáticas. En el amplio espectro de la ciencia forestal se abordan diferentes temas como respuesta a la demanda identificada y también como generación de conocimientos básicos que contribuyen a satisfacer necesidades específicas. En la presente edición se refleja una gran diversidad de temas; se cuenta con trabajos del campo de la Tecnología de la Madera, como de la Silvicultura de especies exóticas y de Semillas de especies nativas. Se señala como relevante el nuevo escenario del sector forestal argentino, que se ha modificado sustancialmente en los últimos años. Como dato importante se destaca que se ha incrementado la tasa anual de forestación y reforestación con especies exóticas a un ritmo superior a las 100 mil hectáreas en la Mesopotamia. Los bosques nativos mantienen una tendencia creciente de manejo con criterios técnicos-económicos y ambientales. Entre los pequeños productores se ha instalado la conducción de renovales e implantación de especies nativas, principalmente con la finalidad de obtener madera de calidad y también como un "servicio ambiental". La Facultad de Ciencias Forestales continúa con su compromiso de liderazgo en la región, generando conocimientos que los sectores, forestal, industrial y ambiental demandan de modo de generar condiciones de sustentabilidad en el uso de los recursos.

*Miguel Angel López
Decano
FCF-UNaM*

INDICE

- EFFECTO DE LA PODA QUÍMICA DE RAÍCES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE *Eucalyptus globulus* subsp. *Maidenii*
EFFECT OF THE CHEMICAL ROOT PRUNING ON *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* SEEDLINGS GROWTH
Raul V. Pezzutti; M. V. Schumacher 1
- DISPOSICIÓN DE CAPULLOS DE LARVAS INVERNANTES DE *Nematus desantisi* SMITH, "AVISPA SIERRA", EN UNA PLANTACIÓN DE *Salix* EN EL DELTA DEL RÍO PARANÁ.
SPACE DISPOSITION OF COCOONS OF *Nematus desantisi* SMITH, "AVISPA SIERRA", IN A PLANTATION OF *Salix* IN THE PARANÁ DELTA .
Marcela Nuñez Cresto; Jorge Marquina; Raúl Marlats 6
- MEJORAS EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE MADERA CON MEZCLAS DE POLIETILENGLICOL
IMPROVEMENTS ON WOOD DIMENSIONAL STABILITY WITH POLYETHYLENE GLYCOL MIXTURE
Ernesto Osvaldo Sanabria; José María Paz 11
- EVALUACIÓN DE LA MADERA DE *Eucalyptus dunnii* (MAID), EN LA PRODUCCION DE LAMINAS.
EVALUATION OF *Eucalyptus dunnii* (MAID) IN VENEER PRODUCTION
Obdulio Pereyra 15
- FACILITAMIENTO DE LA REGENERACION DE BOSQUES SECUNDARIOS POR PLANTACIONES DE ESPECIES NATIVAS
FACILITATING REGENERATION OF SECONDARY FORESTS WITH THE USE OF PLANTATIONS OF NATIVE SPECIES
Nélida J. Carnevale; Florencia Montagnini 21
- ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE UMBRÓFILO MIXTO, EN CAÇADOR, SANTA CATARINA, BRASIL.
STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST, IN CAÇADOR - SC. BRAZIL
Silvana Lucia Caldato; Solon Jonas Longhi 27
- ABSORCIÓN DE PRESERVANTES HIDROSOLUBLES EN MADERAS DE CLONES DE SAUCES (*Salix* sp.): RELACIONES CON LOS MÉTODOS INDUSTRIALES DE APLICACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ANATÓMICAS.
HIDROSOLUBLE PRESERVER ABSORTION IN WILLOW WOODS (*Salix* sp.) CLONES: RELATIONSHIPS WITH INDUSTRIAL METHODS APPLIED, PHYSICAL AND ANATOMIC CHARACTERISTICS.
Gabriel G. Keil; Marcelo E. Otaño; María L. Luna; Raúl M. Marlats 35
- ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE UN EXUDADO DE SEMILLAS DE *Cedrella fissilis* Vell.
STUDY OF THE ANTIFUNGAL PROPERTIES OF AN EXUDATE FROM SEEDS OF *Cedrella fissilis* Vell.
Teresa Argüelles; Juan Pedro Agostini; Graciela Fernández 41
- COMPACTACIÓN DEL SUELO Y CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus viminalis* L.
SOIL COMPACTION EFFECTS ON THE *Eucalyptus viminalis* L. INITIAL GROWTH
Juan Pablo Casado; Roberto Hernán Balbuena; Eduardo Manghi; Patricio Mac Donagh 48
- CONTENIDO DE NUTRIENTES EN HOJAS DE ALGARROBO NEGRO (*Prosopis nigra*, Gris) EN EL CHACO HUMEDO, PROVINCIA DE FORMOSA, ARGENTINA
NUTRIENT CONTENT IN LEAVES OF PROSOPIS NIGRA GRIS. IN THE HUMID CHACO, FORMOSA PROVINCE, ARGENTINE.
Javier Llovio; Carlos Patiño; Gladys Vicentini 54

CRECIMIENTO RADICULAR DE PLANTINES DE <i>Eucalyptus viminalis</i> L. EFECTOS DE LA COMPACTACIÓN. SEEDLINGS ROOT GROWTH OF <i>Eucalyptus viminalis</i> L., EFFECTS OF SOIL COMPACTION Juan Pablo Casado; Roberto Hernán Balbuena; Eduardo Manghi; Patricio Mac Donagh	59
COMPORTAMIENTO DE CLONES DE ÁLAMOS (<i>Populus</i> spp.) IMPLANTADOS EN DOS SITIOS DE LA PAMPA HÚMEDA, ARGENTINA. BEHAVIOUR OF POPLAR CLONES (<i>Populus</i> spp.) PLANTED IN TWO DIFFERENT SITES OF THE ARGENTINIAN HUMID PAMPA. Gabriela Senisterra; Raúl Marlats; Mabel Vazquez; Jorge Lanfranco; Jorge Marquina	66
EVALUACION DE LA DEMORA EN EL INICIO Y DISMINUCION DE LA GERMINACIÓN EN UN BANCO DE SEMILLAS DE <i>Cedrela fissilis</i> VELLOZO (<i>MELIACEAE</i>) EN LA SELVA MISIONERA EVALUATION OF THE BEGINNING DELAY AND DECREASE GERMINATION IN A NATIVE FOREST SEED BANK OF <i>Cedrela fissilis</i> VELLOZO (<i>MELIACEAE</i>) Ruben Baez; Beatriz Eibl; Horacio O'Lery	74
CRECIMIENTO DEL <i>Pinus taeda</i> BAJO DIFERENTES TECNICAS DE LABRANZA EN EL NORESTE ARGENTINO. <i>Pinus taeda</i> GROWTH UNDER DIFFERENT TILLAGES TECHNIQUES IN THE ARGENTINEAN NORTHEAST. Roberto Antonio Fernández; Ana Maria Lupi; Francisco Rodriguez Aspillaga; Arturo Hernández; Pablo Cortez	81
<i>Comunicaciones:</i>	
GIGANTES DE MISIONES Beatriz Eibl, Dardo Paredes, Jorge Gómez	87
DETECCIÓN DEL PICUDO DE LA PALMA, <i>Rhynchophorus palmarum</i> L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PALMITALES DEL NOROESTE DE MISIONES María Genoveva Gatti	89
POTENCIAL DE PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS DEL NORDESTE DE CORRIENTES PARA EL <i>Eucalyptus grandis</i> . Norberto M. Pahr, Roberto A. Fernández, Ana M. Lupi	91
PROPIEDADES DEL LEÑO EN CLONES DEL GÉNERO SALIX, UTILIZADOS EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO CON APLICACIÓN A LA INDUSTRIA PAPELERA Gabriela Senisterra; Silvia Monteoliva; Jorge Marquina; Raúl Marlats; Gabriel Ciocchini	93
<i>Fichas:</i>	
FICHA TÉCNICA: ÁRBOLES DE MISIONES, ESPECIE: <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) Macbride. Grance Luis; Bohren Alicia; Miranda Dora; Gartland Héctor; Keller Héctor	96
FICHA TÉCNICA: FRUTOS Y SEMILLAS DE INTERES FORESTAL <i>Jacaranda spinosa</i> (Aubl) A. Dc. A. Miranda Dora; Paredes Dardo	99
FICHA TÉCNICA: INSECTOS DE INTERES FORESTAL: <i>Cinaria pini</i> (L.) Juan Pedro Agostini; Alicia Stehr; Roque Toloza; Diego Olocco	101
<i>Tesis:</i>	
INFLUENCIA DEL POLIETILENGLICOL EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE ASPIDOSPERMA QUEBRACHO-BLANCO SCHLECHT José María Paz	102
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CARBÓN VEGETAL Ernesto Osvaldo Sanabria	103
EFFECTO DE LA IMPREGNACIÓN CON CCA (CROMO-COBRE-ARSENICO) SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE <i>Pinus taeda</i> L. Teresa Maria Suirezs	104
DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE SECADO POR DIFUSIÓN EN CÁMARAS CONVENCIONALES PARA <i>Pinus taeda</i> IMPLANTADO DE MISIONES Constantino Zaderenko	105

EFEECTO DE LA PODA QUÍMICA DE RAÍCES EN EL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii*

EFFECT OF THE CHEMICAL ROOT PRUNING ON *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* SEEDLINGS GROWTH

Raul Pezzutti¹
Mauro Schuinacher²

Fecha recepción: Marzo 2000
Fecha aceptación: Noviembre 2000

1 - Ing. Forestal, M.Sc., Jefe Depto. Soporte Técnico de La Papelera del Plata S.A., Calle 186, Parcela 3 (S.Isidro) 3300, Posadas, Misiones, Argentina, (Tel/Fax: 0054 -3752 450510), E-Mail: rpezzutti@cmpc.com.ar
2 - Eng. Florestal, Prof. Dr. Adjunto do Depto. de Ciências Florestais. UFSM. 97-150-900., Santa Maria, RS, Brasil, (Fone: 0055-55-2208444), E-Mail: Schuma@creta.com.br

SUMMARY

An experiment was carried out at the greenhouse of the Universidade Federal de Santa Maria. It aimed at evaluating the *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Mueller) Kirkpatrick seedlings growth, produced in plastic tube with and without copper (copper oxichloride) application. The experimental period lasted 100 days. The results led to conclude that the seedlings of the treatments with copper application showed to the height and collar diameter variables, bigger growths, compared with the treatments without copper application. To the aerial dry matter, root dry matter, root volume and number of leaves variables the differences between treatments was not significant. The architecture of the root system was modified when applied copper in the interior surfaces of the plastic tube.

Key words: *Eucalyptus globulus*, root-pruning, copper.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el crecimiento de plantines de *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Mueller) Kirkpatrick, producidos con y sin aplicación de cobre (oxiclureto de cobre) en el tubete, fue conducido durante 100 días, un experimento instalado en el invernáculo de la Universidad Federal de Santa María. De los resultados obtenidos se concluye que los plantines con tratamiento con aplicación de cobre presentaron mayores crecimientos para las variables altura y diámetro de cuello en relación a los plantines con tratamiento sin aplicación de cobre, en cuanto que, para las variables masa seca aérea, masa seca radicular, volumen radicular y número de hojas, las diferencias entre tratamientos no fueron significativas. La arquitectura del sistema radicular fue modificada cuando se aplicó cobre en el tubete.

Palabras clave: *Eucalyptus globulus*, poda de raíces, cobre.

INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de povoamentos florestais, com grande repercussão sobre a produtividade. Muitos esforços têm sido enviados no sentido de melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção de mudas (GONÇALVES, 1995).

A incorporação do sistema de produção de mudas em recipientes de polipropileno, tubetes,

apresenta como vantagens em relação ao sistema de produção em saco plástico, maiores ganhos econômicos, melhores condições ergonômicas de trabalho e facilidade de administração do viveiro, entre outras. Fazendo a comparação entre os sistemas de produção, alguns pesquisadores como CAMPINHOS JUNIOR & IKEMORI (1983), Fagundes & Fialho apud MELO (1989) e GONÇALVES (1995), citam vantagens similares as mencionadas e incorporam outras para a produção de mudas de diferentes espécies de *Eucalyptus* com tubetes em relação ao saco plástico.

O estudo das deformações radiculares originadas pela utilização de diferentes recipientes para a produção de mudas tem levado a muitas dúvidas em relação a utilização de tubetes e outros recipientes que dirigem as raízes no sentido vertical, devido a permanência desta deformação, influenciando possivelmente na estabilidade das árvores futuras, desenvolvimento inicial das mudas após o plantio, exploração das camadas superficiais do solo para a absorção de nutrientes e na produtividade de rotações subsequentes.

Segundo MATTEI (1994) existem muitos problemas a serem solucionados na produção de mudas em recipientes, principalmente aqueles relacionados com a formação do sistema radicular.

De acordo com REIS et al. (1996) considerando-se que os plantios de *Eucalyptus* sp. devem ser manejados em diferentes rotações, é importante que a melhor adequação da arquitetura radicular seja obtida com o objetivo de, também,

reduzir perdas na produtividade de rotações subsequentes. O mesmo autor cita que "dentro dos vários problemas, pode-se destacar que as partes deformadas do sistema radicular podem interferir na partição de hidratos de carbono, produção e transporte de reguladores de crescimento e absorção de água e nutrientes, impondo dificuldades à absorção de água e nutrientes.

Juntamente com o uso do sistema de tubetes e substratos orgânicos como a casca de *Pinus* spp. começaram a ser usados em viveiros florestais fertilizantes de liberação lenta e em alguns casos produtos a base de cobre para podar a raiz, sem se ter um verdadeiro conhecimento das respostas das mudas a estas condições de crescimento. A poda química da raiz é usada fundamentalmente para prevenir as deformações radiculares, obter uma melhor distribuição da raiz no substrato e facilitar a extração das mudas dos recipientes.

Conforme NELSON (1992), a poda de raiz pode ser usada para prevenir deformações da raiz, típicas de recipientes para transplante. A combinação de poda aérea e química, usando cobre como o componente ativo, tem sido extensivamente usado na área florestal e na área de horticultura. Os produtos da poda química vem sendo usados em África do Sul desde 1981, começando com "Styrodip" e, usando-se a partir de 1990 "Plazdip" o qual pode ser aplicado em poliestireno ou em superfícies plásticas. De acordo com este autor a poda química é utilizada para eliminar a estrutura aglomerada de raízes, reduzir a instabilidade das árvores após o plantio, reduzir a incidência de doenças do damping-off e melhorar a produtividade das mudas, logrando maior facilidade na extração das plantas dos recipientes. Pesquisadores como Kooistra (1991) e Winter (1991) citados pelo autor afirmam que a poda química resulta em árvores com uma forma natural da raiz (NELSON, 1992).

O *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* é cultivado na atualidade principalmente devido a sua boa capacidade de resistência ao frio, aptidão para construção em geral, carpintaria de obra, pavimentos, laminados, dormentes, polpa e combustível; sendo implantado também com outros objetivos como proteção e controle da erosão.

Em países do Mercosul o estabelecimento de povoamentos florestais com *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* tem uma tendência positiva, porém as técnicas de produção de mudas nos viveiros florestais empregando novas tecnologias não têm sido pesquisadas, resultando na utilização de metodologias tradicionais, antigas, para a produção de mudas desta espécie. Considerando esta realidade, planejou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o crescimento (altura, diâmetro do colo, massa seca aérea, massa seca radicular, volume radicular, número de folhas e arquitetura do sistema radicular) de mudas de *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* produzidas em tubete com e sem aplicação

de cobre, utilizando-se casca de *Pinus* spp. como substrato e fertilizantes de liberação lenta e rápida.

MATERIAL E MÉTODO

Localização

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação climatizada, com temperatura média diária em torno de 20° C, umidade relativa média diária próxima de 87% e irrigação média diária de 2,5 mm aproximadamente; localizada no Centro Tecnológico de Silvicultura, e pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Santa Maria - RS.

Fertilização

Utilizou-se uma dose baseada em experiências realizadas num viveiro florestal do estado de Rio Grande do Sul¹. A dose de fertilizante NPK empregada foi de 7,5 Kg m⁻³ de substrato, estas quantidades constituíram-se de 60 % de Superfosfato Simples (0-18-0) e 40 % de um fertilizante de liberação lenta e controlada (14-14-14). A aplicação foi feita misturando-se os fertilizantes com o substrato. Nesse momento foi determinado por diferenças de peso úmido e seco (em estufa a 105 ° C durante 24 hrs.) um conteúdo de umidade de 49 % no substrato.

Recipientes

As características e dimensões do recipiente utilizado foram:

Material: polipropileno; peso (gramas):22; nº de estrias:8; diâmetro superior interno (mm): 52; diâmetro superior externo (mm): 62; altura (mm): 130; capacidade (cm³): 120; diâmetro inferior interno (mm): 11; nome: médio. (MECPREC,1997).

Poda química

Utilizou-se para a poda química da raiz uma formulação baseada em experiências realizadas num viveiro florestal do estado de Rio Grande do Sul¹. As características do produto a base de cobre, a tinta e a água utilizados para a formulação foram: a) O produto a base de cobre utilizado possuiu: 588 g kg⁻¹ de Oxícloreto de cobre, correspondendo a 350 g kg⁻¹ de cobre elementar, e inertes 412 g kg⁻¹. Sendo um fungicida de contato a base de cobre, pó molhável, de classe toxicológica IV. b) a tinta usada esteve composta de: resina a base de acetato de polivinila (PVA), pigmentos orgânicos e inorgânicos, teflon, aditivos e água. Cor concreto. c) Água destilada. Realizou-se uma primeira aplicação submergindo os tubetes numa mistura de 1 Kg de produto a base de cobre + 1,95 Kg de tinta, completando com água até um volume de 7,4 litros. Foram secados os recipientes a temperatura ambiente e devido a pouca aderência da mistura nos tubetes realizou-se uma segunda aplicação aumentando a quantidade de tinta

¹ FERREIRA, T. A. de. Riocell S.A. Comunicação pessoal, 1996.

em 0,5 quilograma (1 Kg de produto a base de cobre + 2,45 Kg de tinta, completando com água até um volume de 7,4 litros).

O substrato

Utilizou-se como substrato para as mudas casca de *Pinus* spp. moída, amontoada durante um ano em condições climáticas naturais, sem cobertura, secada e amontoada novamente no interior de um galpão para ser utilizada. Os principais elementos constituintes do substrato analisados nos laboratórios da Riocell S. A. são apresentados na Tabela 2. Para determinar estes elementos, a casca foi secada em estufa a uma temperatura de 80 °C até peso constante e moída em moinho tipo Wiley. Os macro e microelementos totais foram determinados mediante metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

TABELA 2 - Laudo da análise de macronutrientes e alguns micronutrientes contidos na casca de *Pinus* spp.

TABLE 2 - Analysis of macronutrients and some micronutrients of the pine bark substrate.

P	K	N	Ca	Mg	S	C
%						
0,01	0,04	1,02	0,18	0,06	0,02	36,4
Na	Fe	B	Cu	Mn	Ni	Zn
ppm						
542	1168	<0,01	2,3	43	0,3	4,6

No Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, realizou-se a análise das propriedades químicas e físicas da casca de *Pinus* spp., obtendo-se como resultados: densidade úmida (364,0 g.L⁻¹); densidade seca (315,0 g. L⁻¹); pH em H₂O (4,2); teor total de sais solúveis (0,34 g. L⁻¹) determinada como condutividade do extrato, expressa como teor de KCl (suspensão substrato: água (1: 10 peso / volume); espaço de aeração, 10 cm (26,0 % V⁻¹); capacidade de retenção de água, 50 cm (46,0 % V⁻¹); porosidade Total (69,0 % V⁻¹) e CTC (2,14 meq.dl⁻¹). A determinação das características porosidade total, espaço de aeração e capacidade de retenção de água foi realizada através de curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10, 50 e 100 cm de altura de coluna de água. O pH foi determinado em suspensões de substrato água desionizada na proporção 2:1 (peso / volume); e a CTC foi obtida por saturação da amostra com cloreto de cálcio.

Na Universidade Federal de Santa Maria, Laboratório Central de Análise de solo, foi determinado para o substrato um índice SMP de valor 5,1. Utilizando as recomendações de calagem com base no índice SMP para a correção da acidez dos solos de Rio Grande do Sul e Santa Catarina da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO -

RS/SC (1997), determinou-se para um volume de 0,25 m³ de substrato uma quantidade de 1,14 Kg de calcário, correspondendo a uma relação 2:1 de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, para atingir um pH de valor 6,0. Foram misturadas 13 dias antes da semeadura 760 gr de CO₃Ca e 380 gr de CO₃Mg com a casca de *Pinus* spp. agregando água periodicamente.

Sementes

Utilizaram-se sementes de *E. globulus* subsp. *maidenii* da procedência Mariana Pimentel. ex várias, de latitude 30° 18' S, longitude 51° 32' W, altitude 190 m, precipitação anual 1400 mm, temperatura média anual 19,77 °C, média de temperatura máxima 24,20 °C, média de temperatura mínima 14,10 °C, umidade relativa do ar 79,0 %. Area produtora de sementes da Riocell S.A.

As sementes de *E. globulus* subsp. *maidenii* de maior tamanho foram selecionadas utilizando-se uma peneira com malha de 1 mm com o objetivo de obter maior uniformidade na germinação e no crescimento das mudas. Após a seleção realizou-se um tratamento preventivo com fungicida (Benlate 1,5 g/2,5 litros de água) durante 15 segundos.

Tratamentos e delineamento experimental

Foi estudado o crescimento das mudas considerando um tratamento sem aplicação de cobre no tubete e outro com aplicação de cobre no tubete, num experimento com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 repetições, sendo cada unidade experimental composta por 11 plantas. Utilizaram-se bandejas plásticas como suporte dos tubetes as quais foram trocadas aleatoriamente de posição a cada 20 dias. O delineamento empregado foi selecionado tomando como referência a caracterização e uso do delineamento inteiramente casualizado apresentados por STORCK & SIDINEI (1997).

Semeadura e condução do experimento

A semeadura direta foi feita manualmente, semeando 3 sementes por tubete. Aos 40 dias após a semeadura, foi efetuado o raleio das mudas mediante poda rente a superfície, deixando-se apenas uma muda por tubete, sendo a melhor (avaliando visualmente o crescimento em altura e ausência de anomalias) e a mais central. Aplicações de fungicida de ação preventiva (Benlate 1,5 g/2,5 litros de água) foram realizadas cada 17 dias aproximadamente a partir dos 25 dias após a semeadura. A irrigação foi feita através do sistema de nebulização da casa de vegetação, na qual dois ventiladores atuando em conjunto com uma parede de água funcionaram em forma automática, durante o período experimental, para manter a temperatura abaixo de 30 °C. Os dados climatológicos foram colhidos com termohigrógrafo e pluviômetro durante o período experimental, os valores médios mensais de temperatura, umidade relativa e irrigação são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Dados climatológicos registrados na casa de vegetação durante o período experimental, (Setembro a Dezembro de 1997).

TABLE 3 - Climate data registred in the Greenhouse during the experimental period. (September to December of 1997).

Mês	Temperatura média			Umidade Relativa média			Irrigação média Diária mm
	Máxima	Mínima	Diária	Máxima	Mínima	Diária	
	° C	° C	° C	%	%	%	
Setembro	28,87	12,99	17,23	96,25	69,50	86,73	1,18
Outubro	23,23	15,16	18,87	96,53	72,63	87,56	1,93
Novembro	24,07	17,34	20,15	96,86	72,43	88,63	2,68
Dezembro	29,80	20,62	23,78	94,50	57,75	84,23	4,00

Medições realizadas e análise dos dados

Medições

As medições foram efetuadas aos 100 dias após a semeadura, as alturas foram medidas com régua com uma aproximação de 1,0 mm e o diâmetro do colo das mudas foi medido com o auxílio de um paquímetro com aproximação de 0,1 mm. Em seguida, procedeu-se ao corte da parte aérea das plantas á altura do coleto para a determinação da massa seca aérea. Para a obtenção da massa seca radicular, volume radicular e número de folhas retirou-se aleatoriamente 5 mudas por cada unidade experimental, as raízes foram lavadas cuidadosamente com o auxílio de peneiras e procedeu-se após um repouso de 10 segundos das raízes sobre papel toalha a determinação do volume radicular das 5 plantas por deslocamento de água numa proveta graduada com uma aproximação de 0,5 cm³. Determinado o volume, o material vegetal (aéreo e subterrâneo) foi secado em estufa a 75 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesado numa balança de precisão com aproximação de 0,01g.

Foram estimadas as médias dos valores da massa seca aérea das 11 plantas por parcela, para as análises posteriores, assim como as médias da massa

seca radicular, do volume radicular e do número de folhas das 5 plantas retiradas aleatoriamente.

A estrutura do sistema radicular foi analisada observando e registrando através de simples observações, desenhos gráficos e fotografias o desenvolvimento da raiz principal e das raízes laterais maiores, considerando a presença de raízes laterais confinadas e dirigidas no sentido vertical, em direção ao fundo do tubete, ou a presença de raízes laterais podadas pelo efeito do tratamento com oxiclureto de cobre.

Análise dos dados

Os dados de altura, diâmetro do colo, número de folhas, massa seca aérea, e massa seca radicular foram submetidos a análise da variância. O teste de F foi empregado para expressar as diferenças existentes entre as médias dos tratamentos. De acordo com STORCK & SIDINEI (1997) quando se tem dois tratamentos se pode comparar as médias dos mesmos e simplesmente concluir com o teste de F.

TABELA - 4 Valores médios estimados das variáveis, Altura, Diâmetro do colo, Massa seca aérea, massa seca radicular, Volume radicular e Número de folhas sem e com aplicação de cobre no tubete aos 100 dias após a semeadura.

TABLE - 4 Estimated medium values of the variables, height, collar diameter, aerial and root dry matter, root volume and number of leaves with and without application of copper into the plastic tube, at the age of 100 days.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Massa seca aérea (g)	Massa seca Radicular (g)	Volume radicular (cm ³)	Número de folhas
Sem cobre	15,0 a	1,9 a	0,7 a	0,2 a	1,7 a	13,9 a
Com Cobre	17,4 b	2,2 b	0,9 a	0,2 a	1,7 a	13,4 a

*Tratamentos com médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste de F, em nível de 1 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura, diâmetro do colo, massa aérea, massa seca radicular e volume radicular

Para as variáveis altura e diâmetro do colo das mudas os tratamentos com e sem aplicação de cobre no tubete diferiram significativamente pelo teste de F ($P < 0,01$) apresentando os maiores valores o tratamento com aplicação de cobre no tubete. Para as variáveis massa seca aérea, massa seca radicular, volume radicular e número de folhas os tratamentos não diferiram significativamente. Os valores médios obtidos para cada uma das variáveis são apresentados na Tabela 4.

Estes resultados apresentam certa semelhança com os obtidos por SCHUCH & PITTENGER (1996), que avaliando mudas de *Eucalyptus citriodora* aos 3 y 7 meses após o plantio em recipientes maiores, verificaram que os tratamentos com cobre (100 g de CuCO_3 /litro de tinta látex) não afetaram no peso seco e concluíram que esta espécie arbórea pode ser somada na lista de plantas nas quais o crescimento da raiz pode ser controlado em recipientes tratados com CuCO_3 sem afetar a produção de biomassa.

Os resultados obtidos são comparáveis também aos apresentados por SMITH & McCUBBIN (1992), que estudaram o efeito de recipientes de plástico rígido de 80 cm^3 tratados com cobre (CuCO_3) no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* usando casca de *Pinus* spp. como substrato. Aos 98 dias após a semeadura as plantas tratadas tiveram um maior diâmetro do colo. A altura, área foliar, folhas, massa seca radicular e do caule não foram significativamente diferentes durante o experimento. Ainda conforme os autores citados BURDETT & MARTIN et al. encontraram resultados semelhantes.

Arquitetura do sistema radicular

Analisando a estrutura do sistema radicular, observou-se nos tratamentos sem aplicação de cobre no tubete uma raiz principal bem desenvolvida, com um comprimento semelhante ao do tubete e raízes laterais bem desenvolvidas e dirigidas no sentido vertical em direção ao fundo do tubete devido ao impedimento físico (parede do tubete), sendo obrigatoriamente dirigidas ao continuar o crescimento. Deformações radiculares em mudas produzidas em tubetes já têm sido constatadas por autores como REIS et al. (1989), os quais citam que os tubetes de plástico rígido impõem restrição radicular, favorecendo o surgimento de deformações radiculares e, conseqüentemente, de plantas precocemente senescentes, principalmente naquelas espécies, procedências e clones sensíveis a restrição radicular.

No tratamento com aplicação de cobre no tubete, observou-se a raiz principal e as raízes laterais da parte superior bem desenvolvidas, apresentando os extremos podados nas áreas de contato com as

paredes do tubete, isto pode ser explicado devido ao fato de que, a alongação e a divisão celular são sensíveis a presença do cobre e quando este elemento está presente se produz uma diminuição no alongamento celular e uma maior lignificação das paredes celulares (ARDUINI et al., 1995). Na Figura 1, apresenta-se em forma esquemática a estrutura dos sistemas radiculares observados nas mudas produzidas nos tratamentos sem e com aplicação de poda química no tubete.

Tratamentos

Sem cobre no tubete

Com cobre no tubete

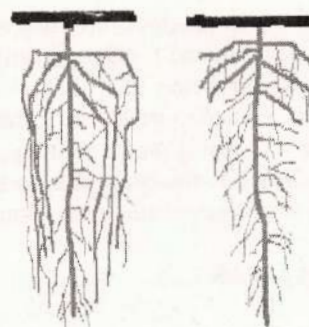


FIGURA 1 - Estrutura esquemática dos sistemas radiculares de mudas de *Eucalyptus globulus* subsp. *m Maidenii* aos 100 dias da semeadura sem e com aplicação de cobre no tubete.

FIGURE 1 - Structure of the root systems of seedlings of *Eucalyptus globulus* subsp. *m Maidenii* at the age of 100 days, with and without copper application in the plastic tube.

O sistema radicular obtido nas mudas tratadas com poda química apresentou raízes podadas e como conseqüência disto, observou-se um menor enovelamento de raízes entre o substrato e a parede do tubete. REIS et al. (1991) realizaram poda mecânica em raízes de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. citriodora* produzidas em tubete e concluíram que a melhora na arquitetura do sistema radicular deveu-se, principalmente, a eliminação da parte do enovelamento. SCHUCH & PITTENGER (1996) encontraram em mudas de *Eucalyptus* sp. tratadas com poda química que a quantidade de raízes foi menor nos lados do aglomeramento das raízes e, o tratamento com cobre reduziu mas não eliminou completamente as raízes do fundo do recipiente.

As deformações originadas pelo tubete sem aplicação de cobre poderiam comprometer o desenvolvimento das árvores futuras; as mudas tratadas com cobre poderiam responder após o plantio de maneira satisfatória originando raízes finas, eficientes na absorção de água e nutrientes, e um sistema radicular volumoso e livre de deformações resultando em maiores ganhos de crescimento das árvores no campo mas, para

comprovar estas hipóteses, é considerado necessário estabelecer experimentos a campo para obter conhecimento do comportamento das plantas nestas condições.

CONCLUSÕES

As mudas do tratamento com poda química apresentam maiores crescimentos ($p < 0,01$) para as variáveis altura e diâmetro do colo em relação as mudas do tratamento sem poda enquanto que, as mudas do tratamento com poda química e sem poda não apresentam diferenças significativas de crescimento para as variáveis massa seca aérea, massa seca radicular, volume radicular e número de folhas.

Modificações na arquitetura do sistema radicular foram observadas quando foi aplicado cobre nas paredes internas do tubete.

A tecnologia avaliada pode ser empregada na produção de mudas para plantio, porém o crescimento aéreo e radicular de mudas tratadas com poda química deverá ser avaliado no campo.

BIBLIOGRÁFICAS

- ARDUINI, I. Godbold, D. L. Onnis, A., 1995. Influence of copper on root growth and morphology of *Pinus pinea* L. and *Pinus Pinaster* Ait. seedlings. *Tree Physiology*. Victoria: Heron, v. 15, n. 6, p. 411-415.
- CAMPINHOS, JR. E., Ikemori, Y. K., 1983. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. *Revista IPEF*, Piracicaba, n.23, p. 47-52.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC., 1997. Recomendações de adubação e de calagem para os estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Santa Maria: SBCS-Núcleo Regional Sul, 224 p.
- GONÇALVES, J. L. M. de., 1995. Produção de mudas de Eucalipto e *Pinus* usando o sistema de tubetes. In: X Jornadas forestales de Entre Ríos, Concordia, Argentina. Anais ... Concordia: [s. n.], 1995. p. 1-4. Paginado irregular.
- MATTEI, V. L., 1994. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes, quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. *Ciência Florestal*. Santa Maria: UFSM, v.4, n.1, p. 9-21.
- MECPREC, 1997. Tecnologia a serviço da natureza. [Rio de Janeiro]: [s. n.], não paginado.
- MELO, A. C. G. de. 1989. Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Piracicaba: USP., 80 p. Dissertação (Mestrado Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1989.
- NELSON, W. R., 1992. Chemical root - pruning proves versatile. In: *Acta Horticulturae*, 319. Pietermaritzburg, South Africa: [s. n.], p. 353 - 357.
- REIS, G. G. dos. Reis, M. G. F., Bernardo, A. L., 1991. Efeito da poda de raízes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento de mudas de *E. Grandis* e *E. Citriodora*. *Revista árvore*. Viçosa, v. 15, n.1, p. 43-54.
- REIS, G. G. dos. Reis, M. G. F. Maestri, M., Xavier, A., Oliveira, L. M., 1989. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E.grandis* e *E. Cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista árvore*. Viçosa, v.13, n.1, p.1-18.
- REIS, G. G. dos. Reis, M. G. F. Rodrigues, F. L., Bernardo, A. L., Garcia N. C., 1996. Efeito da poda de raízes de mudas de Eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. *Revista árvore*. Viçosa: SIF, v. 20, n. 2, p.137-145.
- SCHUCH, U. K. Pittenger, U. R., 1996. Root and shoot growth of *Eucalyptus* in responses to container configuration and copper carbonate. *HortScience*. v. 31, n. 1, p. 165.
- SMITH, I. E, McCubbin, P. D., 1992. Effect of copper tray treatment on *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN) seedlings growth. In: *Acta Horticulturae*, 319, Pietermaritzburg, South Africa: [s. n.], p. 371 - 376.
- STORCK, L. Sidinei, J. L., 1997. Experimentação II. Santa Maria: UFSM/CCR/ Departamento de Fitotecnia, 197 p.
- TEDESCO, M. J. Volkweiss, S. J. Bohen, H., 1985. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS. 118 p. Boletim técnico.

DISPOSICIÓN DE CAPULLOS DE LARVAS INVERNANTES DE *Nematus desantisi* SMITH, "AVISPA SIERRA", EN UNA PLANTACIÓN DE *Salix* EN EL DELTA DEL RÍO PARANÁ.

SPACE DISPOSITION OF COCOONS OF *Nematus desantisi* SMITH, "AVISPA SIERRA", IN A PLANTATION OF *Salix* IN THE PARANÁ DELTA .

Marcela Nuñez Cresto¹
Jorge Marquina²
Raúl Marlats³

Fecha recepción: Febrero 2000
Fecha aceptación: Noviembre 2000

¹ Ingeniera Forestal, auxiliar docente; ² Ingeniero Forestal, profesor ; ³ Ingeniero Agrónomo, profesor. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Calle 61 y diagonal 113 (ex Escuela Superior de Bosques), La Plata, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Código postal 1900.

SUMMARY

Nematus desantisi Smith, is an important plague that affected the *Salix* plantation, provoking serious defoliations in Argentine. It pass the hibernal condition in the soil. The objective of this work was to define the horizontal distribution of cocoons of *Nematus desantisi* Smith, in a commercial plantation of *Salix*, in the Paraná Delta. Soil samples were taken at progressive distances from specimens, with different geographical orientations, in parcels that had suffered attacks during the spring and the summer before. Specially designed soil bores were used to detect cocoons. Analysis of variance and Tukey's range test were done. It appeared as decisive the horizontal distance from the sample to the tree. The cocoons of *Nematus desantisi* were concentrated on the trees. The location of the samples according to geographical orientation didn't influence on the results.

Key words: *Nematus*, horizontal distribution, *Salix*, cocoons, Paraná Delta.

RESUMEN

Nematus desantisi Smith, es una importante plaga que afecta las plantaciones de *Salix*, provocando severas defoliaciones en Argentina. Transcurre su diapausa invernal en el suelo. El objetivo del presente trabajo fue definir la distribución horizontal de los capullos de larvas invernantes de *Nematus desantisi* Smith, en una plantación comercial de *Salix* en el Delta del Paraná. Se tomaron muestras de suelo a distancias progresivas de los ejemplares, con distintas orientaciones geográficas, en parcelas que habían sufrido ataques de *Nematus desantisi* durante el período primavera-verano previo. Se utilizaron barrenos especialmente diseñados. El estudio de resultados se realizó mediante análisis de la varianza y test de comparación de medias de Tukey. Se halló como determinante a la distancia horizontal de la muestra al árbol. Los capullos invernantes de *Nematus desantisi* se concentraron al pie de los árboles. La ubicación de las muestras según orientación geográfica, no influyó en los resultados.

Palabras clave: *Nematus*, distribución horizontal, *Salix*, larvas invernantes, Delta Paraná

INTRODUCCIÓN

Nematus desantisi ("avispa sierra") es un insecto defoliador, cuyos ataques a plantaciones de sauces (*Salix spp.*) provocan grandes pérdidas

económicas. En Argentina, su accionar cobra particular importancia en la zona del Delta del Paraná, núcleo productivo del género *Salix*.

La "avispa sierra" pasa la diapausa invernal enterrada en estado de larva invernante, protegida por un capullo de seda y partículas terrosas; en primavera emerge del suelo como adulto luego de haber sufrido la metamorfosis (DE SANTIS Y SUREDA, 1984).

Existen escasas experiencias realizadas para definir la distribución de los capullos en el suelo. Se han desarrollado estudios preliminares (NÚÑEZ CRESTO *et al.*, 1996), y otros aplicando muestreos sistemáticos y análisis estadísticos de las observaciones, detectándose la presencia de larvas invernantes a profundidades máximas de 6 cm, con mayores frecuencias en los primeros 3 cm. Respecto a la distancia a los árboles, los resultados obtenidos no fueron claramente definitivos, si bien se evidenció una tendencia hacia una disposición concentrada en las cercanías del tronco (NÚÑEZ CRESTO *et al.*, 2000).

Para realizar estudios poblacionales (densidad, fluctuaciones) se debe contar con metodologías apropiadas y adaptadas a la plaga de referencia; el patrón de disposición espacial de los capullos invernantes es un dato fundamental, ya que de éste depende el éxito en la selección de un tipo de trampa de captura que permita lograr datos confiables de cuantificación poblacional, a través de métodos absolutos, relativos, o índices de población (METCALF Y LUCKMANN, 1992).

Se han propuesto métodos de control a través del manejo del hábitat de las larvas invernantes, tales como inundación en el período invernal o rastreadas en los primeros centímetros de suelo para exponer a los capullos a las condiciones adversas del clima (TOSCANI *et al.*, 1994). Para evaluar la efectividad de los tratamientos mencionados y para idear métodos de control apropiados para el estadio invernal, es imprescindible definir la distribución espacial de los capullos de *Nematus desantisi*.

El objetivo del presente trabajo fue definir la distribución horizontal de los capullos de larvas invernantes de *Nematus desantisi* Smith, en una plantación comercial del género *Salix* en el Delta del Paraná.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en una plantación industrial en el Delta del Paraná perteneciente al Establecimiento Forestal "Las Animas", de Papel Prensa S.A., situado en Arroyo Martínez, Ibicuy, Provincia de Entre Ríos, República Argentina, 33° 36' de Latitud Sur y 58° 38' de Longitud Oeste. La temperatura media del mes más cálido, enero, es de 22 a 24°C, la del mes más frío, julio, es de 9 a 10°C; la precipitación anual media es de 900 a 1000 mm y el período libre de heladas es de 280 días (FERNÁNDEZ *et al.*, 1982). Según la estación meteorológica del Establecimiento, la dirección de los vientos predominantes es NE, con una velocidad media de 6,5 km/h; la máxima intensidad de vientos se produce con dirección ESE, siendo la velocidad máxima media anual de 50 km/h.

Se trabajó sobre un suelo correspondiente al ambiente pajonal/ juncal (CAPPANNINI y MAURIÑO, 1966.); Hidra-cuent típico (SOIL TAXONOMY, 1992). Ambiente con inundaciones recurrentes.

Se definió una parcela de 15 x 15 árboles, en un cuadro de sauce híbrido 131-27 (*Salix babylonica* cv 6303 x *Salix alba* cv Río Po 9416 cv A- 131/27) de 8 años, con una configuración de plantación de 2m x 3m. El mismo había sufrido ataques de la plaga en estudio, durante el período estival previo.

Sistemáticamente fueron seleccionados 32 pares de árboles contiguos, 16 conformando

segmentos de recta con dirección NO-SE y 16 NE-SO. (Figura N°1).

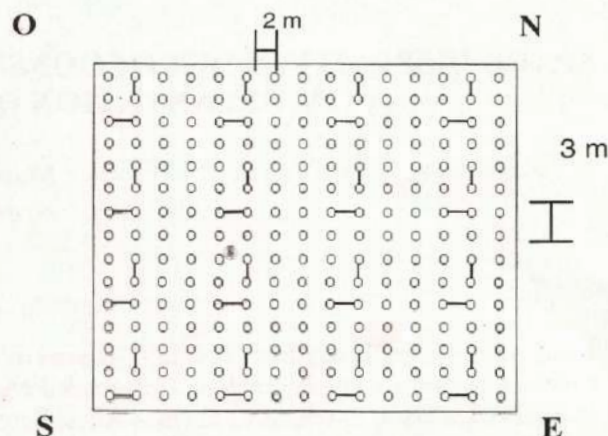


Figura N°1: Ubicación de los segmentos analizados. Puntos cardinales. Espaciamientos.

Location of analyzed segments. Cardinal points. Spacings.

En cada segmento se procedió a extraer 7 muestras de suelo: 2 en la base de cada árbol (posición 1), 1 en el centro del segmento (posición 4) y las 4 restantes intercaladas conformando separaciones equidistantes (Figura N°2).

Desde los troncos, en los segmentos de 2 m, las posiciones 2, 3 y 4, se ubican a 0,33m, 0,66m y 1m respectivamente; en los segmentos de 3m estas posiciones se ubican a 0,50m, 1m y 1,50m.

Las muestras de suelo fueron extraídas con un barreno de 6,8 cm de diámetro y 5 cm de profundidad. En cada muestra se procedió al recuento de capullos de larvas, separándolos de la tierra en forma manual.

Los datos obtenidos del recuento fueron transformados mediante el cálculo de la raíz cuadrada del número de capullos, tal lo recomendado para números enteros pequeños (STEEL y TORRIE, 1997). Se realizaron análisis de la varianza y test de comparación de medias de Tukey.

Fueron analizadas las medias entre:

- segmentos de distinta orientación
- posiciones dentro de los segmentos



Figura N°2: Esquema general de ubicación de las muestras de suelo extraídas en cada segmento entre troncos de sauces.

General scheme of location of soil samples in segments between stems of willows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se presentaron diferencias significativas (Confiabilidad 95%) en cuanto a la disposición de los capullos según la orientación (Tabla 1). Las distintas direcciones de las secuencias de muestras no evidenciaron efectos relacionados al recorrido del sol ni a la distinta longitud de los segmentos. En cuanto a la posición relativa en el segmento, se detectaron diferencias significativas (Confiabilidad 95%) (Tabla 1), por lo cual se realizó un test de comparación de medias de Tukey (Confiabilidad 95%).

Tabla N° 1: Resultados del análisis de la varianza de las medias del número de capullos de *N. desantisi* según orientación y posición en los segmentos.

Mean values of number of cocoons according to orientation and position: analysis of variance

Fuentes de variación	Grados de libertad	F	Nivel de significancia
Orientación	1	0,025	0,8758
Posición	3	11,782*	0,0000
Residuo	223		

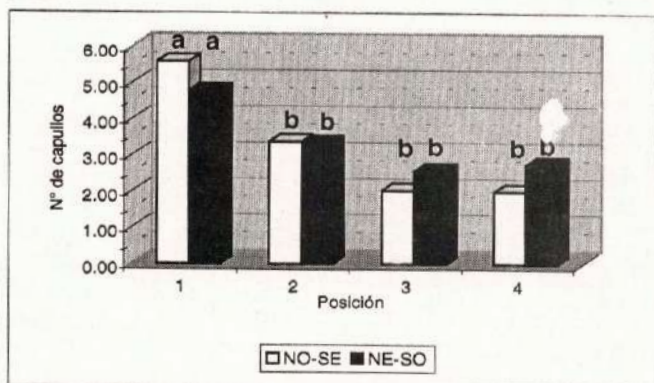


Figura N°3: Valores medios del número de capullos por posición en el segmento y orientación del mismo.

Mean values of number of cocoons concerning to position and orientation.

Los resultados del Test de comparación de medias de Tukey (Figura 3) para los valores medios del número de larvas por posición relativa, se expresan indicando que letras iguales no difieren significativamente entre sí.

La Figura 3, pone en evidencia la existencia al pie del árbol, de un sector con mayor agrupación de larvas, que no supera los 33,5 cm, siendo esta la menor distancia a la que se sitúa la muestra 2. Para las muestras ubicadas entre los 33,5 cm y los 150 cm, mayor distancia a la que se sitúa la muestra 4, no se detectaron diferencias. Estos datos son similares a lo

expuesto por NÚÑEZ CRESTO *et al.* (1996), para el mismo clon y ambiente, acerca de una mayor concentración de las larvas en la cercanía del tronco.

Se evidencia la existencia de dos niveles poblacionales de larvas, con un límite espacial de transición situado a menos de 33,5 cm de los árboles. Esto aporta mayor exactitud a lo expresado por NÚÑEZ CRESTO *et al.* (1996), donde menciona que el radio de ubicación concentrada de capullos corresponde a 50 cm, acotándose a partir de este trabajo a 33,5 cm, valor que responde a un muestreo más representativo (ambos valores fueron obtenidos en el mismo ambiente).

El comportamiento de agrupación de las larvas en la base del tronco, puede ser explicado por las características biológicas de *N. desantisi*. Cuando comienza el período otoñal, las larvas que se encuentran alimentándose en la copa de los árboles y que completan su último estadio, procuran un refugio adecuado para pasar el invierno. Gran cantidad de ellas, descienden por el tronco hasta el suelo (TOSCANI *et al.*, 1994), ubicándose en la zona basal. Otras se precipitan directamente desde la copa debido a la abscisión de las hojas o voluntariamente por la escasez de alimento. De esta manera, la mayor agrupación de larvas se encuentra protegida en la zona cercana al tronco, no sólo por el capullo, sino además por la masa radicular de la base del árbol, quedando las demás menos protegidas.

CONCLUSIONES

Existe un patrón de distribución horizontal agregado de capullos de larvas invernantes de *N. desantisi*, agrupándose en mayor proporción en la base del tronco.

A partir de cierta distancia al tronco, la población de larvas se estabiliza en su número.

La orientación geográfica no aparece como influyente para la distribución espacial de las larvas en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- CAPPANNINI D. y V.Mauriño. 1966. Suelos de la zona Litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al Norte y La Plata al Sur (PBA). INTA. 45 pp.
- DE SANTIS L., A.G.De Sureda. 1984. La falsa oruga de los sauces y álamos (*Nematus desantisi*). Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Bs.As. Tomo XXXVIII, N°7. Sesión Ordinaria 10 de oct. 1984. 22 pp.
- FERNÁNDEZ C.H., R.A. Stevani y C.D. Worawicki. 1982. Especies Forestales, sus ambientes ecológicos. Serie Forestal, Provincia de Buenos Aires, Ministerio de Asuntos Agrarios, Dirección de Agricultura, Depto. Desarrollo Forestal. Año 1982, 79 pp.

- NÚÑEZ CRESTO M., N.A.Battaglino y R.M.Marlats. 1996. Avispa sierra (*Nematus desantisi* Smith, *Hymenoptera, Tenthredinidae, Nematinae*): Técnicas de muestreo para la detección del estado adulto. Revista de la Asociación Forestal Argentina (AFOA) ISSN: 0328-3372. Año L, N° 1/96, pp 43-52.
- NÚÑEZ CRESTO M., J.L. Marquina y R.M.Marlats.2000. Estudio de la disposición espacial de capullos de larvas invernantes de *Nematus desantisi* Smith, avispa sierra. Revista Bosque. Edit. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Valdivia, Chile, (En prensa).
- METCALF R.L. y W.H.Luckmann. 1992. Introducción al manejo de plagas de insectos. Ed. Limusa. México. 708 p, Cap. 9 - pp 390.
- SOIL TAXONOMY. 1992. Key to soil taxonomy. Soil Survey staff. AID,USDA, SMSS. Technical Monograph N° 19. Virginia Polytecnic Institute and State University. 541 pp.
- STEEL R.G.D. y J.H.Torrie. 1997. Bioestadística. Principios y procedimientos. Capítulo 9: pp 226-230. Ed. Mc Graw-Hill. México
- TOSCANI A., N.A.Battaglino, P.Merlo, L.Canaviri, J.M.García Conde. 1994. La "avispa sierra" (*Nematus desantisi*) Plaga defoliadora de las salicáceas. Not Forestal, Marzo 1994, pp 11-13.

MEJORAS EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE MADERA CON MEZCLAS DE POLIETILENGLICOL

IMPROVEMENTS ON WOOD DIMENSIONAL STABILITY WITH POLYETHYLENE GLYCOL MIXTURE

Ernesto Osvaldo Sanabria¹
José María Paz²

Fecha recepción: Septiembre 2000
Fecha aceptación: Diciembre 2000

¹ Investigador - Magíster - Facultad de Agroindustrias - U.N.N.E. - Comandante Fernández N° 755 - 3700 Roque Sáenz Peña - CHACO - ARGENTINA - sanabria@fai.unne.edu.ar

² Director - Magíster - Facultad de Agroindustrias - U.N.N.E. - Comandante Fernández N° 755 - 3700 Pcia. Roque Sáenz Peña - CHACO - ARGENTINA - josepaz@fai.unne.edu.ar

SUMMARY

Nowadays the species *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht is used mainly in the making of pallets and charcoal due to its dimensional instability. The aim of this investigation was to examine the use of polyethylene glycol (PEG) mixtures to dimensionally stabilize this species for application in high added-value goods. In this research the samples were impregnated in their green condition using the Bethell method and were dried to a 10% moisture content. A Centroid Simplex experimental design was adopted and the shrinkage coefficient was used as control parameter. Treatments were done in a pilot plant of impregnation using mixtures of PEG 300, PEG 600 and PEG 1000. The best tangential shrinkage coefficient obtained for this species was 3.1%, which was achieved by impregnating the samples with a mixture of 20% of PEG 300, 46% of PEG 600 and 36% of PEG 1000.

Key words: dimensional stability; *Aspidosperma quebracho-blanco*; impregnation; PEG mixture.

RESUMEN

Actualmente la especie *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht es usada principalmente para la fabricación de tarimas y carbón debido a su inestabilidad dimensional. El objetivo de esta investigación fue estudiar el uso de mezclas de PEG para estabilizar esta especie para su uso en bienes de alto valor agregado. En este estudio las muestras fueron impregnadas en verde usando el método Bethell y fueron secadas a 10 % de contenido de humedad. Se adoptó un diseño experimental Centroid Simplex utilizando el coeficiente de contracción como parámetro de control. Los tratamientos se realizaron en una planta piloto de impregnación utilizando mezclas de PEG 300, PEG 600 y PEG 1000. El mejor resultado fue de 3,1% para el coeficiente de contracción tangencial, el cual se alcanzó al impregnar las muestras con una mezcla de 20% de PEG 300, 46 % de PEG 600 y 34% de PEG 1000.

Palabras clave: estabilidad dimensional; *Aspidosperma quebracho-blanco*; impregnación; mezcla; PEG.

INTRODUCCION

En la Argentina la región forestal Gran Chaco abarca 44 millones de hectáreas y constituye el Parque Chaqueño. Debido a la gran utilización de los recursos forestales sin un manejo adecuado a lo

largo de las últimas décadas, esta gran región cuenta sólo con 9 millones de hectáreas de bosques naturales manejables económicamente.

Las principales especies forestales del parque chaqueño son *Aspidosperma quebracho-blanco*, "quebracho blanco", *Schinopsis lorentzii*, "quebracho colorado santiagueño", *Schinopsis balansae*, "quebracho colorado chaqueño", *Ziziphus mistol*, "mistol", *Prosopis alba* y *P. nigra*, "algarrobo" y *Prosopis kuntzei*, "itín", SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE (1997). De ellas la más abundante es *Aspidosperma quebracho-blanco*, que contribuye con más del 50 % de los recursos forestales disponibles, aunque no puede ser usada en la elaboración de bienes de alto valor agregado, como muebles, pisos y aberturas, debido a su gran inestabilidad dimensional, con coeficientes de contracción tangencial de 8,92 %. Dicha inestabilidad dimensional es uno de los mayores problemas en el procesado y uso de la madera, CORONEL (1994).

Experiencias realizadas por diversos investigadores han mostrado que la contracción y el hinchamiento de la madera pueden ser reducidos por diferentes métodos, WALKER (1993); siendo uno de los más importantes el engrosado de la pared celular, donde los químicos son depositados dentro de la misma, reemplazando parte del agua. De esta manera la contracción puede ser total o parcialmente eliminada. Para ello se utilizan diferentes productos

químicos: sales de sodio, bario y magnesio, azúcares, polietilenglicol (PEG) de diferentes pesos moleculares, resinas sintéticas, TSOUMIS (1991). El PEG es uno de los agentes más efectivos utilizados para el engrosado de la pared celular, WALLSTRÖM (1998). El tratamiento con PEG da mejores resultados utilizando soluciones acuosas de 50 % de concentración en peso del polímero cuando es aplicado a la madera verde, KOLLMAN et al. (1975).

Utilizando PEG 400 y 1500 en *Betula alba* "abedul", MERILOUTO (1969) logró disminuir la contracción radial y tangencial en 20 y 40 % respectivamente.

Investigaciones realizadas sobre la estabilidad dimensional de la especie *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht, utilizando extracto de quebracho colorado, a diferentes concentraciones, aplicando presión y vacío, lograron reducir la contracción radial en un 20 %, BESOLD y MORENO (1988).

Estudios realizados por PAZ et al. (2000), utilizando PEG 600 mostraron disminuciones del 58% en el coeficiente de contracción radial de la especie en estudio.

Los antecedentes citados, junto con los requerimientos y el apoyo económico del sector industrial maderero chaqueño y la necesidad de seguir mejorando la estabilidad de esta especie, llevaron a estudiar la influencia de mezclas de PEG en la estabilidad dimensional de la especie más abundante del Parque Chaqueño.

Por ello el objetivo de este trabajo es determinar el efecto de mezclas de PEG 300, 600 y 1000 en la estabilidad dimensional de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron para esta investigación muestras aserradas tangencialmente a partir de árboles de la citada especie cuyo fuste útil tenía un diámetro medio de 35 a 45 cm, que corresponde al diámetro utilizado industrialmente.

Las dimensiones de las muestras se adoptaron, teniendo en cuenta que se trabajaría en planta piloto, de la misma sección transversal utilizada en la industria de pisos tarugados. Las mismas fueron de 200 mm x 100 mm x 25 mm. Se utilizaron en todos los casos mezclas de PEG en solución acuosa al 60 %.

La planta piloto utilizada para esta investigación tiene una capacidad de 0,045 m³ y puede trabajar a presiones de 25 kg/cm², foto N° 1. Además se utilizaron estufas con circulación forzada de aire con control automático de temperatura, balanza analítica marca Denver I.C. con precisión 0,01 gr y calibre marca Storm, con precisión 0,02 mm.

Para llevar adelante la investigación se determinó el contenido de humedad de las muestras de acuerdo a la Norma IRAM N° 9532.

Posteriormente las muestras se impregnaron con mezclas de PEG a través del proceso Bethell, durante 3 horas en cada tratamiento, de acuerdo al diseño experimental adoptado. Posteriormente las mismas fueron secadas hasta 10 % de contenido de humedad. Se adoptó como parámetro de control la contracción, en la dirección tangencial.

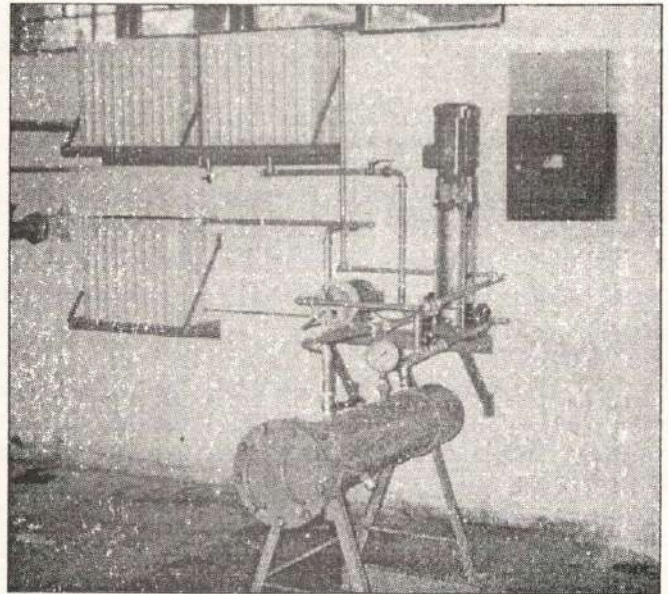


Foto N° 1 – Planta piloto de impregnación – Pilot plant of impregnation

Por ser la contracción total proporcional al contenido de humedad por debajo del Punto de Saturación de las Fibras (PSF), se la calculó como:

$$\text{Contracción Total (\%)} = \frac{(L_{28} - L_{10})}{L_{28}} * \frac{\text{PSF}}{(\text{PSF} - 10\%)} * 100$$

L_{28} = Dimensión tangencial al 27 % de CH

L_{10} = Dimensión tangencial al 10 % de CH

El diseño experimental adoptado fue un Simplex-Centroide para mezclas, con una repetición en cada uno de los vértices, utilizando 3 muestras por tratamiento. Se utilizaron soluciones acuosas de PEG 300, PEG 600 y PEG 1000, con 60% de polímero, variando la concentración de cada PEG entre 20 % y 60 %. La Variable Dependiente (respuesta) fue la Contracción Tangencial (%). La concentración de cada PEG en la Mezcla se detalla en la tabla N° 1, MONTGOMERY (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para cada tratamiento y sus repeticiones, se indican en la tabla N° 1, donde se detallan las contracciones tangenciales medidas entre el PSF (27%) y el 10% de contenido de humedad.

Tabla N° 1 - Contracción tangencial - Tangential shrinkage

Tratamiento	PEG 300 %	PEG 600 %	PEG 1000 %	Repetición 1 %	Repetición 2 %	Repetición 3 %
1	60	20	20	2,25	2,74	2,64
2	20	60	20	2,27	1,81	2,03
3	20	20	60	2,77	2,31	2,79
4	40	40	20	2,40	2,56	2,45
5	40	20	40	2,10	2,38	1,95
6	20	40	40	2,18	1,96	1,97
7	33,3	33,3	33,3	1,86	1,78	1,82
8	60	20	20	2,35	2,51	2,26
9	20	60	20	2,29	2,07	1,99
10	20	20	60	2,49	2,59	2,51

El análisis de varianza de los resultados mostró, con un 95 % de confianza, que los distintos PEG y las interacciones PEG 300 - PEG 1000 y PEG 600 - PEG 1000 tienen influencia en el coeficiente de contracción. El desajuste no fue significativo y los residuos se distribuyeron normalmente y sin autocorrelación, lo que expresa que el diseño experimental adoptado ajusta a los datos.

Los resultados fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics Plus V4.0 Professional for Windows, 1999.

mayores concentraciones de PEG 600 y PEG 1000 mejoran la estabilidad dimensional.

La menor contracción tangencial fue obtenida impregnando 3 horas con una solución acuosa con 60% de polímeros, con 20% de PEG 300, 46% de PEG 600 y 34 % de PEG 1000, que corresponde al punto "P" en la figura N° 1, con 1,9% de contracción, lo que equivale a un 3,1 % de contracción tangencial total. Dicho valor representa una mejora del 65,2 % con referencia al coeficiente de contracción total de la especie, CORONEL (1994).

Los resultados obtenidos proporcionan menor contracción que los alcanzados por BESOLD y MORENO (1988) para la misma especie, pero obsérvese que estos usaron sustancias tánicas en solución acuosa y los tiempos de impregnación utilizados fueron menores.

Hay que destacar también que los resultados obtenidos son mejores que los de MERILOUTO (1969) en *Betula alba* "abedul" que logró disminuir el coeficiente de contracción tangencial en 40% con PEG 1500. Dicho peso molecular es mayor al utilizado en esta investigación. Lo que muestra que PEG de pesos moleculares menores a 1000 proporcionan una mejor estabilidad dimensional para *Aspidosperma quebracho-blanco*.

PAZ et al. (2000), utilizando PEG 600 en solución acuosa obtuvo 58% de disminución en el coeficiente de contracción para la especie en estudio, valor 11% menor que el resultado obtenido en la presente investigación, nótese que en esta última se utilizaron mezclas de tres polímeros de PEG de pesos moleculares 300, 600 y 1000, lo que indicaría que dicha combinación favorece la introducción de

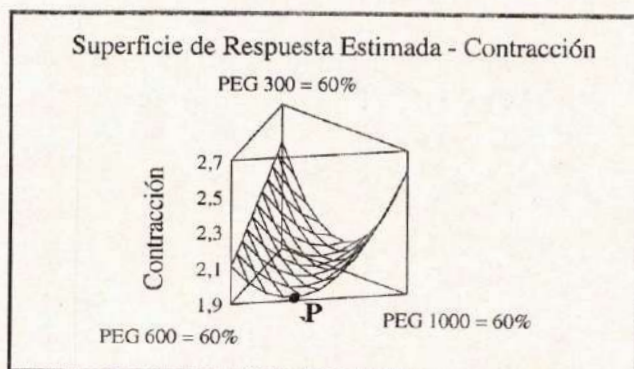


Figura 1: Superficie de respuesta estimada para contracción - Estimated response surface for shrinkage

Se observa, en la figura N° 1, el ajuste del modelo cuadrático, y también que las concentraciones más altas, 60%, de los componentes de la mezcla producen una contracción mayor de la madera, por lo que son perjudiciales para la estabilidad dimensional, además se observa que

dichos polímeros en la pared celular de la madera debido a la heterogeneidad de la misma.

CONCLUSIONES

El uso de mezclas de PEG de pesos moleculares 300, 600 y 1000, como agentes hinchantes de la pared celular, produce una mayor disminución del coeficiente de contracción tangencial, que cuando se utilizan soluciones de PEG de un solo peso molecular.

El uso de mezclas de PEG compuestas de 20% de PEG 300, 46% de PEG 600 y 34 % de PEG 1000, en solución acuosa al 60%, produce la mayor estabilidad dimensional, para los porcentajes de PEG analizados.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las conclusiones citadas y a efectos de mejorar aún más el coeficiente de contracción de la especie estudiada, se recomienda para futuras investigaciones utilizar mezclas de PEG cuyos pesos moleculares varíen entre 500 y 1000.

BIBLIOGRAFIA

- BESOLD G., Moreno G. 1988. Estabilización dimensional de la madera de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht por impregnación con sustancias tánicas. Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Argentina. Tomo III. IV. PP 603-606.
- CORONEL E. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. El Liberal. Santiago del Estero. pp. 107-111.
- IRAM: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma N° 9532: Maderas, Método de Determinación de la Humedad. Buenos Aires. Argentina
- KOLLMAN F., Kuenzi E., Stamm A. 1975. Principles of Wood Science and Technology, Springe-Verlag, Tomo II, pp. 116-128.
- MERILOUTO J. 1969. Impregnation of bich veneer with polyethylene glycol. Paperi Ja Puu. 51 (3): 213-218.
- MONTGOMERY D. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. Méjico. pp 494-501.
- PAZ J.M., Sanabria E.O. 2000. Dimensional Stabilization of *Aspidosperma quebracho-blanco* with polyethylene glycol. XXI IUFRO WORLD CONGRESS. Malasia. Vol 3. pp 236-237.
- SECRETARÍA DE RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. 1997. Anuario de Estadística Forestal 1996. Buenos Aires. Argentina. pp 6-11.
- TSOUMIS G. 1991. Science and technology of wood. Chapman and Hall. New York U.S.A.. pp 155 - 158.
- WALKER J.C.F.. 1993. Primary Wood Processing. Chapman and Hall. Great Britain. pp 112 - 118.
- WALLSTRÖM L.. 1998. Cell Wall Bulking and Distribution of Different Chemicals in Pine, *Pinus silvestris*. Doctoral Thesis. Lulea University of Technology. Sweden. pp 17-25.

EVALUACIÓN DE LA MADERA DE *Eucalyptus dunnii* (MAID), EN LA PRODUCCION DE LAMINAS.

EVALUATION OF *Eucalyptus dunnii* (MAID) IN VENEER PRODUCTION

Obdulio Pereyra¹

Fecha recepción: Septiembre 2000
Fecha aceptación: Noviembre 2000

¹Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Email: opereyra@facfor.unam.edu.ar Bertoní 145 C.P. 3382. Eldorado, Misiones. Argentina

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the potential of *Eucalyptus dunnii* (Maid) wood for produce peeled veneer. Three heating temperatures for the logs (50, 65 and 80°C) and three different horizontal openings for the knife lathe setting (1,7; 1,8 and 1,9 mm) were tested. For the veneer experiment 16 twenty years old trees from the Canoinhas region of the State of Santa Catarina (Brasil), were used. A completely randomized experimental design with a factorial arrangement was employed. The veneer was produced in the laboratory and the impact of the main variables of the process (heating temperature and horizontal opening) on the veneer quality and yields were evaluated. The results indicate that the best heating temperature was between 65° to 85°C and the best opening between 1,8 and 1,9 mm. It was verified that it is possible to use *Eucalyptus dunnii* as rough material to produce veneer with good quality characteristics.

Key words: *Eucalyptus dunnii*; peeled veneer; veneer production; veneer quality.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar la potencialidad de la madera de *Eucalyptus dunnii* (Maid), en la producción de láminas. Fueron estudiadas diferentes temperaturas de cocción de las toras (50, 65 y 80°C) y diferentes regulados del torno debobinador (1,7; 1,8 y 1,9 mm de abertura horizontal). Para el estudio de laminado fueron utilizados 16 árboles con 20 años de edad, extraídos de la Región de Canoinhas, estado de Santa Catarina (Brasil). El experimento fue completamente aleatorizado, con orden factorial de los tratamientos. Las láminas fueron producidas en laboratorio, evaluándose las principales variables del proceso (temperatura de cocción de las toras y regulado del torno debobinador) en la calidad de las láminas y en el rendimiento. De acuerdo al análisis de los resultados, el mejor tratamiento observado corresponde a una temperatura entre 65 y 80 °C y regulado entre 1,8 y 1,9 mm.

Palabras clave: *Eucalyptus dunnii*; producción de lamina; calidad de láminas.

INTRODUCCIÓN

El compensado es un panel formado por láminas de madera encoladas entre sí, de forma que las fibras de una lámina cualquiera están orientadas perpendicularmente a las láminas adyacentes. Normalmente está compuesto por un número impar de láminas, con la finalidad de distribuir la resistencia y compensar la deformación del panel.

En la última década, se produjo un déficit de materia prima proveniente del monte nativo, lo que

generó la necesidad de obtener rollos provenientes de plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento.

Entre las especies exóticas, el *Eucalyptus grandis*, se adapta a la producción de láminas, el cual en la actualidad está siendo plantado en grandes escalas en Brasil y Argentina.

Según la FAO (1981), el eucalipto integraba importantes programas de recursos forestales de rápido crecimiento en más de noventa países. En el inicio de la década de los ochenta, existían experimentos con más de doscientas especies de eucaliptos, principalmente en el Brasil, África del Sur y Estados Unidos. Sin embargo, a pesar de las gamas de especies estudiadas, las más utilizadas fueron *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. globulus*, *E. urophylla* (alba), *E. robusta*, *E. maculata*, *E. paniculata* y *E. viminalis*.

Otra especie del género *Eucalyptus* que puede ser utilizada en la producción de laminas es el *Eucalyptus dunnii* (Maid) conocido en su país de origen (Australia) como "Dumm's white gum".

El presente trabajo busca la obtención de datos sobre el comportamiento de esta especie durante el proceso de producción de láminas, sobre lo cual no hay información disponible.

De acuerdo a HILLIS y BROWN (1978), teniendo en cuenta las características silviculturales del *Eucalyptus dunnii*, puede frecuentemente, en la región de ocurrencia natural alcanzar una media de 30 a 40 metros de altura, y llegar a los 60 metros en sitios propicios; presenta fuste largo, recto hasta 33 metros de longitud, y diámetros elevados, de hasta 1,0 metro.

Debido a la rapidez y uniformidad de crecimiento, buena tolerancia a las heladas, el *Eucalyptus dunnii* figura como una de las principales especies para el sur de Brasil, obteniéndose en parcelas experimentales niveles de productividad de hasta 109,6 m³/ha/año. (MONTEIRO et al, 1984).

A pesar del enorme potencial en términos de crecimiento, las toras de eucaliptos presentan algunas características desfavorables, entre las cuales las más importantes son las tensiones de crecimiento, contracciones debido al secado, colapso y las fibras reversas. Con todo, esos inconvenientes pueden ser minimizados a través de la utilización de técnicas adecuadas (FAO, 1981).

AGUIAR (1986), trabajando con *Eucalyptus grandis*, concluyó que el apeo y el corte en toras de los árboles con anillados disminuyen las rajaduras de los extremos.

FAO (1979) recomienda el estacionamiento de las toras bajo agua (inmersión o aspersión) como un procedimiento para minimizar las rajaduras que son comunes en la mayoría de las especies de eucaliptos. Por otra parte durante el almacenamiento de las toras en agua, las tensiones de crecimiento son reducidas significativamente, disminuyendo la tendencia al rajado.

AGUIAR (1986), citando orientaciones de IUFRO, informó que las mejores láminas son generalmente aquellas producidas de especies con densidad moderada, variando entre 0,40 -0,60 g/cm³.

PEREYRA Y SUIREZS (1990) estudiando la densidad de madera de *Eucalyptus dunnii*, (material de 11 años de edad, de la región de Puerto Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina) encontraron un valor medio de 0,525 g/cm³.

La cocción de las toras tiene por finalidad tornar la madera más plástica, facilitar el corte, aumentar la vida útil de las cuchillas y mejorar la calidad de la lámina (poca rugosidad, uniformidad en los espesores, uniformidad en la cantidad y profundidad de rajaduras de laminado); (FAO, 1968).

Las temperaturas requeridas para el corte adecuado de maderas blandas (coníferas) generalmente son mas elevadas que las requeridas para maderas duras (latifoliadas) de densidades equivalentes. Eso puede ser atribuido a la estructura de muchos tipos de maderas blandas, caracterizadas por fajas alternadas de madera de primavera (blandas) y madera de verano (duras) (KOLLMAN et al., 1975).

FLEISCHER, citado por LUTZ (1978) estableció una relación entre la densidad de la madera de algunas latifoliadas y la temperatura apropiada para su laminado, determinando un intervalo de temperatura para cada densidad.

SUCHSLAND y JANKOWSKY (1978), recomiendan como puntos de partida para cualquier especie, el siguiente regulado del torno: - Ángulo de cuchillas. Entre 90° y 90° 30' - Ángulo de afilado de la cuchilla: 20°. - Ángulo de barra de compresión:

15°. - Abertura horizontal: 90 % del espesor de la lámina. - Abertura vertical: 0,76 mm o aproximadamente el 25% de la abertura horizontal.

OBJETIVOS:

- Evaluar experimentalmente el efecto de las principales variables del proceso de laminado (temperatura de cocción de toras y regulado del torno debobinador) en la calidad de láminas y en el rendimiento cuantitativo del proceso.
- Calificar y cuantificar las láminas en función de las características de las toras.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Ensayo de laminado en planta piloto.

La madera utilizada en el ensayo de laminado fue extraída de una plantación perteneciente a Rigesa S.A., empresa situada en el Estado de Santa Catarina, cuyas características son las siguientes: Especie: *Eucalyptus dunnii*; procedencia: Moleton (Australia); fecha de plantación: 16 de noviembre de 1973.

La selección de los árboles (en total 16) fue hecha al azar, resultando en diámetro medio de 41,55 cm y altura media de 39,12 m. De cada árbol fue cortada una tora con 5,1 m de longitud. Esta fue anillada a 30 cm de los extremos a una profundidad de 1/3 del radio, de acuerdo con la metodología utilizada por AGUIAR (1986). Cada tora fue seccionada en toretes de 1,3 m de longitud (3 toretes por árbol, dando un total de 48). Las toras fueron anilladas a 10 cm de los extremos a una profundidad de 1/3 del radio, buscando disminuir las rajaduras de las puntas a lo largo del almacenamiento, posterior cocción y durante el proceso de laminado. De los 48 toretes, fueron escogidos en forma sistemática 27 correspondientes a la base y a la tora siguiente (media) para el ensayo y permanecieron inmersas en agua por un período de 15 días antes del laminado. Las toras restantes (21) correspondientes a la punta de la tora de 5,10 m (menores diámetros) fueron almacenadas durante 60 días con aplicación de agua por aspersión y posteriormente colocadas en un tanque con agua fría.

Antes del laminado las toras fueron calentadas por inmersión en agua, en tres diferentes temperaturas (50, 65 y 80°C), con un tiempo de cocción que dependía del diámetro mayor de las toras. Esas temperaturas fueron escogidas teniendo como base el trabajo desarrollado por LUTZ (1967).

Para el laminado fue utilizado un torno debobinador regulado de acuerdo con indicaciones de FEIHL Y GODIN (1970), para láminas de 2 mm de espesor (e) y con tres regulados diferentes: - Ángulo de afilado de la cuchilla: 20° 00'; - Ángulo de cuchillas: 90° 00' a 89° 00' - Abertura horizontal: a) 1,9 mm (95% del e); b) 1,8 mm (90% del e); c) 1,7 mm (85% del e) - Abertura vertical: 0,45 mm. - Tiempo de cocción: (dependiente del diámetro).

De esa forma, el ensayo de laboratorio totalizó 9 tratamientos en un esquema factorial 3x3 con tres repeticiones: - temperatura de cocción: (50, 65 y 80 °C); - porcentaje de compresión (85, 90 y 95% del espesor de la lámina).

La evaluación de los diferentes tratamientos fue realizada a través del rendimiento del proceso de laminado y de la calidad de las láminas.

Determinación del rendimiento.

Para la determinación de los volúmenes verdes (tora por tora), se adoptó la metodología usada por MEDINA (1986).

Determinación de la calidad de las láminas.

La calidad de las láminas fue evaluada por las mediciones de los siguientes parámetros, utilizando las metodologías mencionadas.

- **Espesor** (JANKOWSKY, 1978). - **Profundidad de rajaduras** (LIMBACH, 1946). - **Resistencia a la tracción perpendicular a las fibras**. - **Clasificación de las láminas** (Norma NBR 9531/85; ABNT, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Rendimiento volumétrico.

La tabla 1 presenta los diámetros medios de las toras, por tratamiento, (diámetro de toras con corteza, diámetro del cilindro y diámetro del torete final). En la tabla 2 son presentados, las pérdidas respectivas y el rendimiento final.

Analizando los valores de las Tablas 1 y 2, se puede observar que las pérdidas mayores son en el torete final, llegando en algunos casos hasta más del 50% y en el proceso de cilindrado de toras con un máximo de 33,53%.

Las toras de *Eucalyptus dunnii* utilizadas en este experimento mostraron problemas de fijación de las garras durante el laminado. Esto puede ser atribuido a la presencia de profundas rajaduras en las puntas; las toras con rajaduras no permiten la fijación correcta de las garras, principalmente de las garras interiores del torno. Cuando aumenta el esfuerzo requerido por el corte, la tora se raja, imposibilitando la continuidad del proceso de laminado.

A efecto de verificar la incidencia de la temperatura en la rajadura de las puntas, las mismas fueron cuantificadas de acuerdo con la metodología utilizada por AGUIAR (1986). Los resultados en porcentaje son presentados en la Tabla 3.

Se puede verificar en la Tabla 3 que la cocción de las toras provocó un aumento de las rajaduras de las puntas, observándose un incremento de 39,44% para la temperatura de 50 °C; 94,61% para una temperatura de 65 °C y 126,47% de incremento para la temperatura de 80°C.

Una de las razones de la alta pérdida por cilindrado, con una media general de aproximadamente 22%, y un máximo de 33,53%, se debe a que durante esa primera etapa del proceso fueron eliminadas todas las láminas que presentaban manchas oscuras debido a oxidación de tanino en el almacenamiento; lamina que en este experimento fue

considerada como pérdida, aún así en un proceso industrial se puede utilizar como relleno en la manufactura de compensados.

Tabla 1: Diámetro medio de las toras con corteza, del cilindro y del torete final, por tratamiento.

Table 1: Average diameter of the logh with bark, of the cylinder and of the final logh, by treatment.

Temperatura °C	Regulado (mm)	Diámetro (cm)		
		Toras	Cilindro	Torete final
50	1,7	40,80	34,46	22,00
	1,8	30,38	26,63	22,20
	1,9	40,48	32,46	21,46
65	1,7	42,43	36,76	22,03
	1,8	33,28	28,03	22,00
	1,9	38,80	31,16	14,73
80	1,7	39,98	31,83	22,03
	1,8	41,11	30,36	21,96
	1,9	39,53	32,36	22,26

Considerando que las láminas pueden utilizarse, la pérdida en el cilindrado puede ser mucho menor, aumentando el rendimiento volumétrico.

El bajo rendimiento observado en el regulado a 1,8 mm (Tabla 4), puede no ser atribuido al regulado, y sí al alto porcentaje de pérdida en el torete final (Tabla 2), donde las mayores pérdidas se verifican para un regulado de 1,8 mm en las 3 temperaturas de cocción.

Tabla 3: Valores medios de índices de rajaduras de punta antes y después de la cocción. Valores medios del incremento de rajaduras por tratamiento.

Table 3: Average value of indexes of tip cracks before and after cooking. Average value of the increment of cracks by treatment.

Temperatura (°C)	Índice de rajadura estacionada	Índice de rajadura calentado	Incremento de rajaduras (%)
50 °C	312,94	408,44	39,44
65 °C	374,72	672,66	94,61
80°C	334,50	594,11	126,47

Tabla 4: Comparación de conversión media entre tratamientos.

Table 4: Comparison of average conversion among treatments.

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	36,30	21,00	31,42	29,57
65 °C	42,20	21,60	44,96	36,25
80°C	28,93	19,47	29,52	25,97
Media	35,81	20,69	35,30	30,50

Tabla 2: Pérdidas en el proceso, pérdida total y rendimiento.

Table 2: Losses along the process, total loss and yield.

Temperatura °C	Regulado (mm)	Pérdidas (%)					Rendimiento (%)
		Descortezado	Cilindra-do	Torete final	Manejo	Total	
50	1,7	8,16	20,88	29,45	5,52	64,01	35,99
	1,8	13,04	10,99	54,88	3,35	82,26	17,74
	1,9	10,99	24,77	29,21	3,63	68,6	31,40
65	1,7	11,55	13,06	28,4	4,76	57,77	42,23
	1,8	8,91	20,07	43,91	5,45	78,34	21,66
	1,9	11,69	23,79	16,56	2,99	55,03	44,97
80	1,7	10,85	25,52	30,48	4,20	71,05	28,95
	1,8	10,82	33,53	31,17	4,96	80,48	19,52
	1,9	9,53	23,34	32,29	5,36	70,52	29,48

Variación en el espesor.

Los espesores medios, en función de las temperaturas y de la abertura horizontal, son presentados en las Tablas 5 y 6 respectivamente para las condiciones húmedas y secas.

Tabla 5: Medias de variación de espesor por tratamiento en condición húmeda (valores presentados en mm).

Table 5: Means of variation thickness by treatment in humid condition (value expressed in mm).

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	1,910	1,819	1,909	1,895
65 °C	1,933	1,928	2,025	1,965
80 °C	1,935	1,998	1,885	1,938
Media	1,926	1,933	1,948	

Tabla 6: Medias de variación de espesor por tratamiento en condición seca (valores presentados en mm).

Table 6: Means variation thickness by treatment in dry condition (in mm).

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	1,831	1,740	1,820	1,812
65 °C	1,850	1,828	1,939	1,878
80 °C	1,860	1,898	1,797	1,852
Media	1,847	1,822	1,852	

La comparación entre medias del análisis de varianza se observa en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7: Comparación entre medias para la variable espesor en la condición húmeda, analizando la interacción entre los tratamientos temperatura y regulado (nivel de significación adoptado =1%).

Table 7: Comparison among means for the variable thickness in humid condition, analyzing the interaction among the treatments temperature and regulation (accorded significance level =1%).

a- Efecto de la temperatura en el regulado

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	1,910 a	1,819 a	1,909 a	1,895 a
65 °C	1,933 a	1,928 b	2,025 b	1,965 b
80 °C	1,935 a	1,998 b	1,885 a	1,938 b
Variación	0,025	0,179	0,140	0,070

b- Efecto del regulado en la temperatura

Temperatura Regulado	50 °C	65 °C	80 °C	Media °C
1,7 mm	1,910 a	1,933 a	1,935 ab	1,926 a
1,8 mm	1,819 a	1,928 a	1,998 a	1,933 a
1,9 mm	1,909 a	2,025 b	1,885 b	1,948 a
Variación	0,091	0,097	0,113	0,022

Tabla 8: Comparación entre medias para la variable espesor en la condición seca, analizando la interacción entre los tratamientos temperatura y regulado (nivel de significación adoptado = 1%).

a- Efecto de la temperatura en el regulado

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	1,831 a	1,740 a	1,820 a	1,812 a
65 °C	1,850 a	1,828 b	1,939 b	1,878 b
80 °C	1,860 a	1,898 b	1,797 a	1,858 ab
Variación	0,029	0,159	0,119	0,066

b- Efecto del regulado en la temperatura

Temperatura Regulado	50 °C	65 °C	80 °C	Media °C
1,7 mm	1,831 a	1,850 a	1,860 a	1,847 a
1,8 mm	1,740 a	1,828 a	1,899 b	1,838 a
1,9 mm	1,820 a	1,939 b	1,797 a	1,861 a
Variación	0,091	0,111	0,102	0,023

Por los resultados obtenidos, se observa que el espesor de la lámina tiende a aumentar con el

aumento de la abertura horizontal (Tablas 6 y 7); de la misma forma que las láminas más finas fueron obtenidas con las temperaturas más bajas.

En las medias los regulados no resultaron con espesores diferentes, aún así su efecto es significativo cuando las toras son calentadas a 65 y 80°C (Tabla 8).

Para las toras calentadas a 65 y 80°C, los regulados que resultaron en espesores próximos al nominal (2 mm) fueron: 1,9 mm a 65°C y 1,8 mm a 80°C.

Las menores variaciones de espesor entre la lámina más fina y la más gruesa fueron observadas a 50 y 65°C para la variable temperatura y con una abertura de 1,7 mm para la variable regulado (Tablas 7 y 8).

Se observa que la mayor variación en espesor ocurre con una abertura de 1,8 mm provocada por la lámina cortada a 50°C. En las temperaturas de 65 y 80°C la variación disminuyó para 0,07 mm, pasando a figurar entre las menores.

Del análisis de los resultados se observa que las mejores temperaturas de cocción son 65 y 80°C y que las condiciones de regulado más adecuadas son 1,8 mm para la primera temperatura y 1,9 mm para la segunda, en relación con la uniformidad del espesor de la lámina.

Rajaduras de laminado.

Los resultados para la cantidad y la profundidad de las rajaduras de laminado son presentados en la Tabla 9

Una vez que el análisis de varianza acusó diferencias para las variables temperatura y regulado (al nivel del 1% de significación) y para la interacción entre ellas (al nivel del 5% de significación), se procedió a separar el análisis.

Del análisis de los resultados, se observa que la cantidad de rajaduras no sufre efecto por los tratamientos. Con relación a la profundidad de las rajaduras, el efecto de los tratamientos (Tabla 9) se mostró altamente significativo. Se puede observar que la cocción de las toras a 80°C resulta en rajaduras de menor profundidad y que a esa misma temperatura la profundidad no sufre efecto de regulado.

Tabla 10: Comparación entre medias de los resultados de profundidad de las rajaduras de laminado (Test de Tukey).

Table 10: Comparison among means of depth of the cracks of laminate (Test of Tukey).

Temperatura	Profundidad	Regulado	Profundidad
50 °C	63,16 a	1,7	60,85 ab
65 °C	67,18 a	1,8	55,00 a
80°C	54,34 b	1,9	66,91 b

Para un regulado de 1,8 mm la profundidad no sufre efecto de temperatura.

Del análisis presentado se puede concluir que para esta investigación y en las condiciones

establecidas, para las variables cantidad y profundidad de rajaduras, los mejores tratamientos son una temperatura de 80°C a cualquier nivel de regulado y cocción a 65°C con regulado 1,8 mm.

Resistencia a la tracción perpendicular a las fibras.

Los resultados obtenidos en la prueba de resistencia de las láminas a la tracción perpendicular son presentados en la Tabla 11, donde el valor que se destaca (0,772 MPa) corresponde a la temperatura de 80°C y un regulado de 1,7 mm, ya que presenta la mayor resistencia a la tracción. Las medidas con asterisco no difieren significativamente de ese valor al nivel de 1% de probabilidad.

Tabla 11: Resistencia de las láminas a la tracción perpendicular a las fibras (Mpa).

Table 11: Strength of the sheets to perpendicular traction to the fibers (Mpa).

Regulado Temperatura	1,7 mm	1,8 mm	1,9 mm	Media mm
50 °C	0,480	0,470	0,48	0,476 a
65 °C	0,541	0,630*	0,560	0,577 a
80°C	0,772	0,760*	0,710	0,747 b
Media	0,597	0,620	0,583	0,600

Del análisis de los resultados presentados en la Tabla 11, se puede decir que las toras con cocción a 80°C producen láminas más resistentes, independientemente del regulado.

Toras con cocción a 65°C sólo presentan resistencia cuando la abertura horizontal es de 1,8 mm.

Sobre la base del análisis se concluye que la temperatura de 80°C es la más adecuada o bien 65°C con una abertura horizontal de 1,8 mm.

CONCLUSIONES.

- La rajadura de los extremos de las toras en *Eucalyptus dunnii* es acentuada después del corte y aumenta significativamente con el aumento de la temperatura de cocción.
- Las mayores pérdidas del proceso fueron del torete final y el factor que más contribuyó fue el problema de fijación a las garras del torno.
- El rendimiento, las rajaduras de laminado, variación de espesor, tracción perpendicular a las fibras, presentan los mejores resultados con temperaturas de cocción de las toras entre 65 y 80°C y regulado (abertura horizontal) entre 1,8 y 1,9 mm.
- Por las características que presentan las láminas de *Eucalyptus dunnii* es posible utilizarlas para la manufactura de compensados.
- La cocción de las toras con fuste largo y anillamiento en extremos, es la mejor metodología a adoptar para la producción de las láminas.

Tabla 9: Valores de profundidad de rajaduras en (%) y cantidad por cm linear.
Table 9: Values of depth of cracks in (%) and quantity by linear cm.

Regulado	1,7 mm		1,8 mm		1,9 mm		Media	
	Prof.	Cantidad	Prof.	Cantidad	Prof.	Cantidad	Prof.	Cantidad
Temperatura								
50 °C	62,50	6,75	56,36	6,00	67,75	6,40	62,20	6,38
65 °C	66,00	6,48	54,23	5,84	73,18	6,30	64,47	6,21
80 °C	55,32	6,26	54,66	5,93	52,00	4,80	53,99	5,66
Media	61,27	6,49	55,08	5,92	64,31	5,83	60,22	6,08

Prof (Profundidad): en % - Cantidad: por cm

- Se recomienda realizar investigaciones más acentuadas en lo que respecta a profundidad y cantidad de rajaduras de laminado en lo relacionado a la tracción perpendicular a las fibras de las láminas.

BIBLIOGRAFÍA.

- AGUIAR, O.J.D. 1986. Método para controle das rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, visando a produção de lâminas por desenrolamento. Piracicaba, Br. 104 p. (TESE-MESTRADO-ESALQ/USP)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)- NBR. 1985. Norma de controle de qualidade e classificação de compensados. Ministério da Agricultura. 79p. São Paulo, Br.
- F.A.O. 1968. Consulta internacional sobre tableros de contrachapados y otros paneles. Roma, 250p.
- F.A.O. 1979. Eucalyptus for planting. Rome. 667p.
- F.A.O. 1981. Eucalyptus for planting. Rome. 503p.
- FEIHL, O.; Godin, V. 1970. Seeting veener lathe with aid of instruments. Ottawa, Canadian Forest Service, 42p. (Publication N°1206).
- HILLIS, W.E.; Brown, A.G. 1978. Eucalyptus for Wood Production. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia.
- JANKOWSKY, I.P. 1978. Qualidade das Láminas de *Pinus strobus* var. *chiapensis* Obtidas por Desenrolamento. Anais do 30 Congresso Florestal Brasileiro- Vol II. 5p.
- KOLLMANN, F.F.P.; Kuenzi, E.W.; Stamm, A.J. 1975. Principles of Wood Science and Technology. Berlin Suringer, Vol.2. 703p.
- LIMBACH, J.P. 1946. A Method of Measuring Checks in veneer. Journal of Forestry (Amer.) 44(2).
- LUTZ, J.F. 1967. Research at forest products laboratory reveals that heating southern pine bolts improves veneer quality. Plywood & Panel. 21-28.
- LUTZ, J.F. 1978. Wood Veneer: log selection, cutting and dryng. USDA, -Technical Bulletin, (1577).
- MEDINA, J.C. 1996. Efeito da temperatura de aquecimento na obtenção de lâminas por desenrolamento e sobre a qualidade da colagem de compensados fenólicos de *Pinus elliottii* Engelm. Curitiba, 113p. (TESE-MESTRADO-

U.F.Pr.).

MONTEIRO, R.F.R; Kikuti, P.; Cordero, J.A. 1984. Produção de semente de *Eucalyptus dunnii* (Maiden) na Fazenda Monte Alegre -(PR), Um desafio. In: Simpósio Internacional: Métodos de Produção e Controle de Qualidade de Sementes e Mudanças Florestais. Curitiba, Simpósio Internacional. IUFRO P.209-226.

PEREYRA, O.; Suirez, T. 1990. *Eucalyptus dunnii* (Maid) Contribución al conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de su madera. Departamento de Tecnología de Maderas. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M). Publicación interna. 5p. Argentina.

SUCHSLAND, O.; Jankowsky, I.P.A. 1978. A produção de lâminas por desenrolamento, IPEF. Circular técnica N° 33.. Piracicaba, São Paulo. 9p

FACILITAMIENTO DE LA REGENERACION DE BOSQUES SECUNDARIOS POR PLANTACIONES DE ESPECIES NATIVAS

FACILITATING REGENERATION OF SECONDARY FORESTS WITH THE USE OF PLANTATIONS OF NATIVE SPECIES

Nélida J. Carnevale¹
Florencia Montagnini²

Fecha recepción: Enero 2000
Fecha de aceptación: Noviembre 2000

¹Investigadora, Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario; Profesora Adjunta, Cátedra de Ecología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, C.C. 14, (2123) Zavalla, Santa Fe, Argentina. Email: ncarneva@citynet.net.ar

² Profesora Investigadora, Area de Manejo y Conservación de Bosques y Biodiversidad, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), (7170) Turrialba, Costa Rica.

SUMMARY

The establishment of tree plantations on degraded lands can facilitate the regeneration of native species that could not otherwise grow in open micro sites or under competition by herbaceous species. This paper describes tree regeneration under mixed and pure plantations of native species at La Selva Biological Station in the Atlantic humid lowlands of Costa Rica. The highest abundance of tree individuals was found in the mixed plantation with 10156 individuals per hectare, followed by *Hyeronima alchorneoides* with 7891, *Vochysia ferruginea* with 5703, *Pithecellobium elegans* with 4219, *Genipa americana* with 1484 and 703 in the natural regeneration control. The highest number of species was found in the mixed plantation (11 species in 32 m²), followed by *V. ferruginea* (8), *H. alchorneoides* (7), *P. elegans* (5), *G. americana* (3) and control (1). The different species of the plantations created different conditions of shade and litter accumulation, determining the abundance of the recruited and the surviving individuals.

Key words: Costa Rica, degraded lands, mixed plantations, shade, litter

RESUMEN

El establecimiento de plantaciones leñosas en áreas degradadas puede facilitar la regeneración de especies nativas que no podrían establecerse de otra manera en microsítios abiertos o bajo condiciones de competencia con especies herbáceas. En el presente trabajo se estudió la regeneración arbórea bajo plantaciones de especies nativas mixtas y puras en la Estación Biológica La Selva, ubicada en la región de bosque húmedo tropical de la zona Atlántica de Costa Rica. La mayor abundancia de individuos arbóreos se presentó en la plantación mixta con 10156 individuos por hectárea, seguida por *Hyeronima alchorneoides* con 7891, *Vochysia ferruginea* con 5703, *Pithecellobium elegans* con 4219, *Genipa americana* con 1484 y control de regeneración natural con 703. El mayor número de especies se presentó bajo la plantación mixta (11 especies en 32 m²), seguida por *V. ferruginea* (8), *H. alchorneoides* (7), *P. elegans* (5), *G. americana* (3) y regeneración natural (1). Las diferentes especies de las plantaciones generaron condiciones distintas de sombreado y acumulación de la hojarasca, determinando la abundancia de individuos que se reclutaron y la de los sobrevivientes.

Palabras clave: áreas degradadas, Costa Rica, hojarasca, plantaciones mixtas, sombreado

INTRODUCCIÓN

El uso de plantaciones para facilitar la regeneración de bosques se fundamenta en la recuperación más rápida del ecosistema y en el logro de objetivos socio-económicos. El establecimiento de plantaciones leñosas en áreas degradadas puede facilitar la regeneración de especies nativas que no podrían establecerse de otra manera en microsítios abiertos o bajo condiciones de competencia con especies herbáceas (LUGO, 1992). Varios autores informan sobre el papel de las plantaciones como catalizadoras de la sucesión natural en sitios tropicales y subtropicales (PARROTTA, 1992; 1995; JUSSI et al., 1995; PARROTTA et al., 1997; KEENAN et al., 1999; PARROTTA, 1999). Por ejemplo, en el sudeste asiático, JUSSI et al. (1995) informaron sobre la emergencia espontánea y rápida de especies arbóreas indígenas bajo plantaciones exóticas. Por otro lado, en el norte de Queensland, Australia, se encontró mayor diversidad de especies en el sotobosque de plantaciones de especies nativas que en las de especies exóticas (KEENAN et al., 1999). En Puerto Rico, bajo el dosel de plantaciones de *Albizia lebbek* se encontraron 22 especies de árboles y arbustos, en comparación con una sola especie en parcelas control sin plantar (PARROTTA, 1992). En la Estación Biológica La Selva, Costa Rica, resultados de algunos estudios sugieren también

que las plantaciones presentan un buen potencial para acelerar los procesos de recuperación de la biodiversidad en suelos degradados (GUARIGUATA et al., 1995; POWERS et al., 1997; MONTAGNINI et al., 1999). Las plantaciones mixtas podrían promover la regeneración de una mayor diversidad de especies en su sotobosque que las plantaciones puras, al crear una mayor variabilidad de condiciones de hábitat y de microclima que favorezcan a los dispersores y a la adaptabilidad de especies para la germinación y crecimiento (GUARIGUATA et al., 1995; MONTAGNINI et al., 1999). En el presente trabajo se estudió la regeneración arbórea bajo plantaciones de especies nativas mixtas y puras de siete años de edad, en la Estación Biológica La Selva, ubicada en la región de bosque húmedo tropical en la zona Atlántica de Costa Rica. En trabajos anteriores con otras especies en plantación pura y mixta, también en La Selva, la regeneración arbórea fue más exitosa bajo plantaciones forestales que en potreros abandonados (GUARIGUATA et al., 1995; MONTAGNINI et al., 1999). Asimismo, POWERS et al. (1997) en La Selva, encontraron que la regeneración en el sotobosque de ocho especies forestales en plantación fue mayor que en las parcelas de regeneración natural utilizadas como testigo. Las especies de las plantaciones pueden influir de manera diferencial en las condiciones que crean para la regeneración natural, de manera que es importante estudiar estos efectos en plantaciones compuestas por distintas especies. En este artículo se plantearon las siguientes hipótesis: 1) La regeneración arbórea de especies nativas es más abundante bajo el dosel de plantaciones que en el pastizal abandonado; 2) La regeneración presenta mayor riqueza específica bajo el dosel de las plantaciones mixtas que bajo las plantaciones puras; y 3) La regeneración es menor en las áreas donde existe mayor acumulación de la hojarasca sobre el suelo, ya que ésta dificultaría la germinación o emergencia de las plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Este trabajo se realizó en la Estación Biológica La Selva, ubicada sobre la vertiente Atlántica de Costa Rica (10°26'N, 86°59'O). La temperatura media anual es de 24°C y la precipitación media anual es de 4000 mm. La elevación promedio es de 50 m. Los suelos son Fluventic Dystropepts derivados de aluviones volcánicos, y son profundos, bien drenados, libres de rocosidad, ácidos, con materia orgánica media o baja, bajo contenido de nutrientes y textura moderadamente pesada (SANCHO y MATA, 1987). El bosque original fue cortado a mediados de los años 50, y el sitio se utilizó para pastoreo de ganado hasta 1981. El presente trabajo fue realizado en plantaciones experimentales de especies nativas, mixtas y puras, que habían sido establecidas en 1991-92 con el fin de realizar estudios de crecimiento, productividad y circulación

de nutrientes. Ya se habían realizado investigaciones anteriores sobre las plantaciones 1 y 2 (GUARIGUATA et al. 1995; MONTAGNINI et al. 1999); este trabajo se realizó en la plantación 3, de siete años de edad.

Las plantaciones estaban diseñadas al azar, con cuatro repeticiones de cada tratamiento. Cada tratamiento estaba ubicado en una parcela de 32 m x 32 m. Dentro de cada bloque fueron marcadas seis parcelas o tratamientos: cuatro de especies arbóreas en plantación pura, una mezcla de las cuatro especies plantadas sistemáticamente, y una parcela con regeneración natural o testigo. La selección de las especies para las plantaciones se realizó en función del buen crecimiento (GONZÁLEZ y FISHER, 1994), valor económico, impacto potencial sobre el suelo, circulación de nutrientes (descomposición de hojarasca y efectos sobre los nutrientes del suelo) (MONTAGNINI y SANCHO, 1990; 1994), y disponibilidad de plántulas. Las especies aquí estudiadas son: *Pithecellobium elegans* D.C. Benth (Leguminosae, subfamilia Mimosoideae), *Genipa americana* L. (Rubiaceae), *Vochysia ferruginea* Mart. (Vochysiaceae) y *Hieronyma alchorneoides* Fr. Allemao (Euphorbiaceae). Las plantaciones fueron raleadas a los tres y a los seis años, con lo cual la distancia original de 2 m x 2 m se amplió a 4 m x 4 m.

Evaluación de la regeneración arbórea

En cada parcela se ubicaron al azar (desechando los bordes) dos subparcelas, cada una de 4 m x 4 m, en consecuencia dando un área total de muestreo de 32 m² para cada tratamiento. En cada subparcela se identificaron todas las especies arbóreas en regeneración. Se contabilizaron todos los individuos de cada especie, y se separaron en tres clases según la altura: Clase 1: 15 cm-1m, Clase 2: 1,05-2 m, Clase 3: >2 m. La identificación de las especies se realizó en el herbario de la Estación Biológica La Selva.

Evaluación del grado de sombreado y espesor de la hojarasca

Para cada sub-parcela, se utilizó la escala de sombreado propuesta por POWERS et al. (1997) con el propósito de relacionar la regeneración arbórea con la luz incidente en el sotobosque. Dicha escala fija valores de 1 a 4, de acuerdo a la estimación visual del lugar que se considere: 1. Luz plena directa; 2. Luz difusa; 3. Luz oblicua; 4. Sombreado completo. Para medir el espesor de la hojarasca del piso se tomaron cuatro puntos al azar dentro de cada subparcela, y se midió la profundidad de la misma con una cinta métrica graduada en cm.

Análisis de resultados

Se hizo un análisis de la varianza (ANOVA) para comparar la abundancia de individuos regenerados en los distintos tratamientos, por clase de altura y para el total (suma de los individuos en las

tres clases de altura). También con ANOVA se comparó el número total de especies bajo cada tratamiento, así como el grado de sombreado y el espesor de la hojarasca. Se usó el test L.S.D. para las comparaciones entre medias (SCHEFFE, 1959). Se calculó el índice de diversidad (H) de Shannon (SHANNON, 1948) para todos los tratamientos, utilizando la fórmula: $H = \sum (n_i / N \log (n_i / N))$, donde n_i =valor de importancia para cada especie, y N = total de valores de importancia. Se calculó la correlación entre la abundancia de los individuos y el grado de sombreado y el espesor de la hojarasca, y entre el número de especies con el grado de sombreado y el espesor de la hojarasca.

RESULTADOS

Regeneración de especies leñosas bajo cada tratamiento

a. Abundancia

El mayor número promedio total de individuos arbóreos (suma de las tres clases de altura) se presentó en la plantación mixta con 10156 individuos por hectárea, seguido por las plantaciones puras de *Hyeronima alchorneoides* con 7891, *Vochysia ferruginea* con 5703, *Pithecellobium elegans* con 4219, *Genipa americana* con 1484 y control de regeneración natural con sólo 703 (Tabla 1). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0,00001$), a excepción de *Pithecellobium elegans* con *Vochysia ferruginea*, y *P. elegans* y *Genipa americana*.

Al categorizar los individuos regenerados según su altura, para la Clase 1 (15 cm - 1m) el mayor número fue encontrado bajo la plantación mixta, seguida por *V. ferruginea*, *P. elegans*, *H. alchorneoides*, *G. americana* y ningún individuo en el control (Figura 1). Las diferencias fueron significativas ($P < 0,0133$) entre la plantación mixta y *P. elegans*, y entre *V. ferruginea* y *G. americana*.

El mayor número de individuos arbóreos regenerados correspondientes a la Clase 2 (1,05 m - 2 m), también se encontró bajo la plantación mixta, seguida de *V. ferruginea* y *H. alchorneoides*, y con promedios significativamente menores, *P. elegans*, *G. americana* y regeneración natural (Figura 1). Las diferencias resultaron significativas ($P < 0,0266$) entre la plantación mixta y *P. elegans*, entre la plantación mixta y *G. americana* y entre la plantación mixta y la regeneración natural.

Para la Clase 3 (> 2 m) el mayor número de individuos arbóreos se encontró bajo *H. alchorneoides* (4219) (Figura 1). Este valor difiere significativamente de todos los otros ($P < 0,001$).

b. Riqueza de especies arbóreas e índice de diversidad

El mayor número de especies arbóreas se presentó bajo la plantación mixta (11 en 32 m²), seguida por *V. ferruginea* (8), *H. alchorneoides* (7), *P. elegans* (5), *G. americana* (3) y regeneración natural (1)

(Tabla 1). Hubo diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre la plantación mixta y *P. elegans*, entre *P. elegans* y la regeneración natural y entre *V. ferruginea* y *G. americana*. El mayor índice de diversidad resultó para la plantación mixta (1,93) y para *Vochysia ferruginea* (1,82), seguido por *H. alchorneoides* (1,63), *P. elegans* (1,45), *G. americana* (0,89) y el control (0,01).

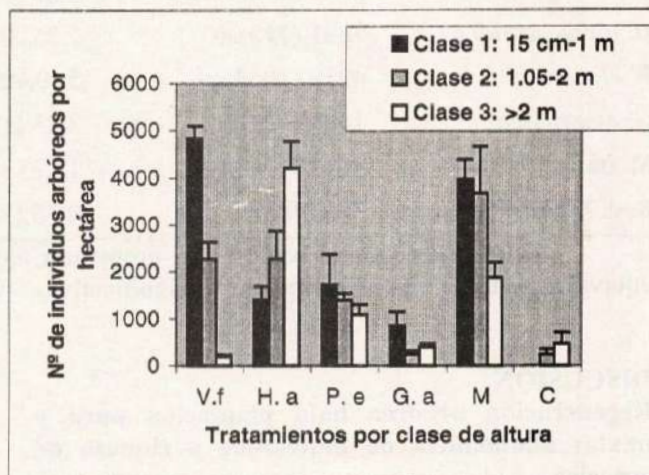


Figura 1. Número de individuos arbóreos regenerados en cada tratamiento, por clase de altura. Ver texto para nombre completo de las especies. M: Mixta, C: Control de regeneración natural.

Individuals tree numbers regenerated in each treatment, by height class. Seen body of the text for scientific names. M: Mixed C: natural regeneration control.

Grado de sombreado y espesor de hojarasca

El menor grado de sombreado se encontró en la parcela testigo (regeneración natural) y los mayores se encontraron en plantación mixta y *V. ferruginea*. Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0,00001$), a excepción de *V. ferruginea* con la plantación mixta, y la plantación mixta con *H. alchorneoides* (Tabla 1). La acumulación de la hojarasca sobre el piso fue mayor en *V. ferruginea*, *H. alchorneoides* y plantación mixta; hubo diferencias significativas ($P < 0,00001$) entre la plantación mixta, *H. alchorneoides* y *V. ferruginea* versus *P. elegans*, *G. americana* y la regeneración natural (Tabla 1).

El coeficiente de correlación entre número de individuos totales y el grado de sombreado fue de 0,72. La correlación entre el número de especies y el grado de sombreado fue de 0,74. El coeficiente de correlación entre el número total de individuos y el espesor de hojarasca fue de 0,69. El coeficiente de correlación entre el número de especies y la hojarasca acumulada fue 0,65.

Tabla 1. Abundancia de individuos totales por hectárea, número de especies en 32 m², grado de sombreado y espesor de hojarasca (cm) bajo cuatro especies en plantación pura y mixta y en regeneración natural. Total individuals abundance by hectare, number of species in 32 m², shadow and liter tree under four species in pure and mix plantations and in natural regeneration.

Tratamientos	No. de Individuos Totales/hectárea	No. Especies /32 m ²	Grado de Sombreado	Espesor de Hojarasca (cm)
<i>V. ferruginea</i>	5703 (1046)bc	8,25 (0,62)ab	3,62 (0,23)a	7,76 (0,56)a
<i>H. alchorneoides</i>	7891 (712)ab	7,25 (0,75)b	2,62 (0,37)b	6,84 (1,02)a
<i>P. elegans</i>	4219 (1053)cd	5 (0,40)bc	1,87 (0,23)c	1,25 (0,62)b
<i>G. americana</i>	1484 (725)de	3,25 (1,70)cd	1,12 (0,12)d	0,88 (0,51)b
Mixta	10156 (1494)a	11,25 (1,88)a	3 (0) ab	6,38 (1,24)a
Reg. Natural (control)	703 (703)e	0,75 (0,75)d	1 (0) d	0,00 (0)b

Nota: Los valores representan promedios, con errores estándar entre paréntesis. Las letras diferentes equivalen a diferencias estadísticamente significativas.

DISCUSIÓN

Regeneración arbórea bajo plantación pura y mixta: abundancia de individuos y riqueza de especies

La presencia del mayor número de individuos de Clase 1 bajo la plantación mixta y *V. ferruginea* indicaría que las condiciones de alto sombreado y acumulación de hojarasca de mediana a alta bajo estos tratamientos son favorables para el reclutamiento. Asimismo, para los individuos de la Clase 2, las mejores condiciones se presentaron bajo la plantación mixta. Sin embargo para los individuos de Clase 3 el mayor número fue encontrado bajo *H. alchorneoides*. Esto sugiere que aunque la germinación pudo ser mayor bajo plantación mixta o bajo *V. ferruginea*, la sobrevivencia de las plántulas fue significativamente mayor bajo *H. alchorneoides*. Bajo *H. alchorneoides* el índice de sombreado fue mayor que en las plantaciones donde se dio el mayor reclutamiento de las plántulas, y el espesor de hojarasca acumulada sobre la superficie del suelo fue de los más elevados.

Los resultados confirman la primera hipótesis, que la regeneración arbórea de especies nativas es más abundante bajo las plantaciones que en el pastizal abandonado. Esto coincide con resultados de numerosos trabajos (PARROTTA, 1992; MCCLANAHAN y WOLFE, 1993; GUARIGUATA et al., 1995; POWERS et al. 1997; HOLL, 1999; PARROTTA, 1999; KEENAN et al., 1999; MONTAGNINI et al. 1999).

También se confirmó la segunda hipótesis, ya que la plantación mixta tuvo el mayor número de especies y el mayor índice de diversidad. En otras plantaciones puras y mixtas en La Selva, CHÁVEZ (1998) encontró que las plantaciones mixtas ocuparon el primer lugar en cuanto a abundancia de individuos arbóreos regenerados bajo su copa, junto con *Vochysia guatemalensis* y *Callophyllum brasiliense*,

y en cuanto a número de especies, ocuparon el segundo lugar después de *Vochysia guatemalensis*. RIBEIRO (1998) también en La Selva, encontró que las parcelas mixtas ocuparon el segundo lugar después de *Terminalia amazonia* en cuanto a abundancia de la regeneración, mientras que en cuanto a número de especies, las plantaciones mixtas ocuparon el primer lugar junto con *Terminalia amazonia*, *Virola koschnyi*, y *Dipteryx panamensis*. En Puerto Rico, PARROTTA (1999) no encontró diferencias significativas en la abundancia de individuos bajo plantaciones puras de *Leucaena* y parcelas mixtas de *Leucaena/Casuarina*; y la densidad de la regeneración fue mayor en las parcelas puras de *Casuarina* que en las parcelas puras de *Eucalyptus* o en las parcelas mixtas *Eucalyptus/Casuarina*. Sin embargo, encontró que la riqueza de especies fue mayor en las parcelas mixtas de *Eucalyptus/Casuarina* que en las parcelas puras de *Casuarina* (PARROTTA 1999). Aparentemente, son varios los casos en los cuales la riqueza de especies fue mayor en plantaciones mixtas que en puras, aunque la abundancia haya sido igual o menor en las plantaciones mixtas que en las puras.

El segundo lugar respecto al número de especies regeneradas correspondió a *V. ferruginea*, lo cual concuerda con lo informado por POWERS et al. (1997) en La Selva. Estos autores encontraron que plantaciones de *Vochysia guatemalensis* y *V. ferruginea* contribuyeron con la supresión temprana del pasto y atrajeron a gran cantidad de dispersores. Asimismo, GUARIGUATA et al. (1995), informaron que en *Vochysia guatemalensis* se encontró una mayor diversidad de formas de vida de la vegetación. Aparentemente, tanto en abundancia de individuos como en riqueza de especies, ambas especies de *Vochysia*, *V. guatemalensis* y *V. ferruginea*, proveen condiciones favorables para la regeneración de especies arbóreas bajo sus copas. Es interesante notar que estas dos especies, por su buen crecimiento

y valor maderero, son preferidas para la reforestación con especies nativas en la región de estudio (GONZÁLEZ y FISHER, 1994; MONTAGNINI et al., 1995). Además, se han informado mejoras en los suelos bajo *V. ferruginea*, con mayores cantidades de materia orgánica que bajo otras especies o bajo pastos (MONTAGNINI y SANCHO, 1990; STANLEY y MONTAGNINI, 1999).

Entre los factores aquí estudiados, el grado de sombreado tuvo mayor influencia sobre la regeneración arbórea, ya que se obtuvo un coeficiente de correlación mayor que con el espesor de hojarasca. La tercer hipótesis, que la regeneración arbórea es menor donde hay mayor acumulación de hojarasca sobre el suelo, no fue comprobada. *V. ferruginea* y *H. alchorneoides* tuvieron gran abundancia de individuos regenerados bajo su dosel, y sin embargo fueron los tratamientos con mayor acumulación de hojarasca (HORN y MONTAGNINI, 1999). Esto coincide con los resultados reportados por MONTAGNINI et al. (1999), quienes encontraron para ocho especies en plantaciones en La Selva, que la regeneración arbórea fue mayor bajo las especies cuya caída de hojarasca y acumulación de mantillo fueron más abundantes. La producción elevada de hojarasca y acumulación de mantillo contribuyen a inhibir el crecimiento de pastos, favoreciendo así la competencia por especies arbóreas. Aparentemente, en este sitio la supresión del pasto favoreció más a la regeneración natural, que la provisión de nutrientes por la hojarasca en descomposición.

Tanto *P. elegans* como *G. americana* tuvieron una mayor penetración de luz que las restantes (a excepción del testigo). El mayor índice de luminosidad favoreció el desarrollo de pastos y helechos, los cuales impidieron el crecimiento de especies leñosas (GUARIGUATA et al., 1995; POWERS et al., 1997; MONTAGNINI et al., 1999).

En las parcelas testigo de regeneración natural se encontraron muy pocas especies arbóreas. Los factores que impedirían el establecimiento de este tipo de vegetación son falta de perchas para los dispersores, invasión de herbáceas, y falta de acumulación de hojarasca sobre el piso, condiciones que favorecen la compactación del suelo, elevada radiación solar y competencia tanto intra- como inter-específica (MONTAGNINI et al., 1999).

CONCLUSIONES

Las plantaciones arbóreas en las condiciones de este sitio facilitaron la regeneración del bosque, influyendo tanto sobre la abundancia como sobre la diversidad de especies. La regeneración arbórea de especies nativas fue más abundante bajo las plantaciones que en el control de regeneración natural. Bajo la plantación mixta se registró mayor abundancia de individuos y diversidad de especies que bajo las plantaciones puras. Si bien hubo mayor reclutamiento de individuos arbóreos en las dos primeras clases de altura (15 cm -1 m; 1,05 m - 2 m)

bajo la plantación mixta, los individuos de mayor altura (> 2 m) se encontraron bajo la plantación de *Hieronyma alchorneoides*. Las diferentes especies de las plantaciones arbóreas generaron condiciones distintas de sombreado y acumulación de la hojarasca, determinando la abundancia de individuos que se reclutan y la de los sobrevivientes (adultos). La selección de las especies que se usen como promotoras de la restauración del bosque influirá en el porcentaje de individuos que permanecerán en cada etapa de la regeneración (colonización, establecimiento, crecimiento, sobrevida).

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de Orlando Vargas y Joel Alvarado en la identificación de las especies, de Luis Angel Arias Madrigal en el trabajo de campo y de Ignacio M. Barberis por los comentarios sobre el manuscrito. Este estudio contó con el apoyo financiero del F.O.M.E.C. (Argentina), con el apoyo técnico del CATIE, y de la Estación Biológica La Selva (O.E.T., Costa Rica) para el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- CHÁVEZ, A. G. 1998. Efecto de plantaciones forestales sobre la calidad de la regeneración leñosa en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. Tesis Msc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica, 60 pp.
- GONZÁLEZ, E. y Fisher R.F. 1994. Growth of native forest species planted on abandoned pastureland in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 70: 150-167.
- GUARIGUATA, M.; Rheingans, R. y Montagnini, F. 1995. Early invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. *Restoration Ecology* 3: 252-260.
- HOLL, D. 1998. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? *Restoration Ecology* 6:253-261.
- HOLL, K. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica* 31: 229-242.
- HORN, N. y Montagnini, F. 1999. Litterfall, litter decomposition and maize bioassay of mulches from four indigenous tree species in mixed and monospecific plantations in Costa Rica. *International Tree Crops Journal* 10: 37-50.
- JUSSI, K.; Goran, A.; Yasuf, J.; Antti, O.; Kari, T. y Risto, V. 1995. Restoration of natural vegetation in degraded *Imperata cylindrica* grassland: understorey development in forest plantations. *Journal of Vegetation Science* 6: 205-210.

- KEENAN, R.J.; Lamb, D.; Parrotta, J. y Kikkawa, J. 1999. Ecosystem Management in Tropical Timber Plantations: Satisfying Economic, Conservation, and Social Objectives. *Journal of Sustainable Forestry* 9: 117-134.
- LUGO, A.E. 1992. Tree plantations for rehabilitating damaged forest lands in the tropics. In: *Ecosystem Rehabilitation*, edited by M.K. Wali. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- MCCLANAHAN, T.R. y Wolfe, R.W. 1993. Accelerating forest succession in a fragmented landscape: the role of birds and perches. *Conservation Biology* 7: 279-285.
- MONTAGNINI, F., and Sancho, F. 1990. Influencia de seis especies de árboles nativos sobre la fertilidad del suelo en una plantación experimental en la llanura del Atlántico en Costa Rica. *Yvyrareta (Argentina)* 1(1): 29-49.
- MONTAGNINI, F. and Sancho, F. 1994. Above-ground biomass and nutrients in young plantations of four indigenous tree species: implications for site nutrient conservation. *Journal of Sustainable Forestry* 1 (4): 115-139.
- MONTAGNINI, F.; González, E.; Porras, C. y Rheingans, R. 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: a comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *Commonwealth Forestry Review* 74: 306-314.
- MONTAGNINI, F.; Guariguata, M.; Ribeiro, N. y Mariscal, A. 1999. Regeneración natural en plantaciones puras y mixtas de especies nativas. *Actas IV Semana Científica, Programa de Investigación, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Turrialba, Costa Rica. pp: 324-327
- PARROTTA, J. A. 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41:115-133.
- PARROTTA, J. A. 1995. Influence of understory composition on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *Journal of Vegetation Science*. 6: 627-636.
- PARROTTA, J.A., Turnbull, J. y Jones, N. 1997. Catalizing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99, 1-7.
- PARROTTA, J.A. 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 124, 45-77.
- POWERS, J.S.; Haggard, J.P. y Fisher, R.F. 1997. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in seven year old plantation in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 99: 43-54.
- RIBEIRO, N. 1998. Evaluación de la regeneración natural de especies arbóreas de plantaciones puras y mixtas en áreas de recuperación en la Selva, Costa Rica. Informe de Tópico Especial, IV Trimestre, Programa de MSc., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 15 pp.
- SANCHO, F. y Mata, R. 1987. Estudio detallado de suelos. Estación Biológica La Selva. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica, 162 pp.
- SCHEFFE, H. 1959. *The analysis of variance*. Wiley. New York.
- SHANNON, E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell System Technology Journal* 27: 379-423; 623-653.
- STANLEY, W.G. and Montagnini, F. 1998. Biomass and nutrient accumulation in pure and mixed plantations of indigenous tree species grown on poor soils in the humid tropics of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 113: 91-103.

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE UMBRÓFILO MIXTO, EN CAÇADOR, SANTA CATARINA, BRASIL.

ESTRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST, IN CAÇADOR – SC. BRAZIL

Silvana Lucia Caldato¹
Solon Jonas Longhi²

Fecha recepción: Septiembre 2000
Fecha aceptación: Noviembre 2000

1. Eng. Florestal, M.Sc. Silvicultura, e-mail: rape@arnet.com.ar. Club de Campo "La Eugenia" Lote E, Ruta 105, Km 5. Posadas, Misiones, Argentina.
2. Eng. Florestal, Dr., Prof. Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, 97.105.900. Santa Maria, RS, Brasil.

SUMMARY

To describe the floristic composition and structure of a Mixed Ombrophylous forest, was installed 8 sampling units of 1 ha each one (20 x 500 m), a total were 400 plots of 10x 20 m, in the Caçador Forest Reserve, in Santa Catarina State, Brazil. In the plots were considered all the trees with diameter greater or equal to 9,5 cm at 1,3 m height. There were found 2.393 individuals (299 ha⁻¹), distributed in 33 families, 51 generous and 63 species. *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis* and *Araucaria angustifolia*, constitute the species more important of this forest. The basal area of the forest was 32,28 m² ha⁻¹, that which *Ocotea porosa* participates with 25,8% of the relative dominance, followed by *Araucaria angustifolia* with 12,4%. The index of diversity of Shannon show a high species diversity.

Key words: structure, floristic composition, community, Mixed Ombrophylous Forest

RESUMEN

Para describir la composición florística y estructura de un bosque umbrofilo mixto, fueron demarcadas 8 unidades de muestra de 1 ha cada una (20x500m), con un total de 400 parcelas de 10 x 20m, ubicadas en la Reserva Forestal de Cazador, en el Estado de Santa Catarina, Brasil. En las parcelas fueron considerados todos los individuos arbóreos con diámetro, a 1,3 metros de altura, mayor o igual a 9,5 cm. Fueron encontrados 2.393 individuos (299 ha⁻¹), distribuidos en 33 familias, 51 géneros y 63 especies. *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis* y *Araucaria angustifolia*, constituyen las especies más importantes de este bosque. El área basal del bosque fue de 32,28 m² ha⁻¹, donde *Ocotea porosa* participa con 25,8 % de la dominancia relativa, seguida de *Araucaria angustifolia* con 12,4 %. El índice de diversidad de Shannon muestra alta diversidad de especies.

Palabras clave: estructura, composición florística, comunidad, Bosque Umbrófilo Mixto.

INTRODUÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista, conhecida como floresta com Araucárias, ocorre nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e em manchas isoladas nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Alcança também a Província de Misiones na Argentina e Oeste de Paraguai (KLEIN, 1960; HUECK, 1972).

A floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze. (Araucariaceae) situa-se entre os paralelos 21° e 30° de latitude Sul e entre os meridianos 44° e 54° de longitude Oeste (AZAMBUJA, 1948; OLIVEIRA, 1948). Segundo LEITE & KLEIN (1990), a concepção de Floresta Ombrófila Mista, procede da mistura de floras de diferentes origens, definindo padrões fitofisionômicos típicos, em zona climática caracteristicamente pluvial. No Brasil, a mistura de representantes das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), com moderada presença de elementos *Coniferales* e *Laurales* é o denominado Planalto Meridional Brasileiro, definido pela área natural de *Araucaria angustifolia*.

As florestas com *A. angustifolia* ou Pinheiro-brasileiro, são formadas por diversas associações e agrupamentos, que se encontram em variados estádios de sucessões, que variam sensivelmente, de acordo com as diferentes condições edáficas e microclimáticas locais. Embora a *Araucaria angustifolia* apresenta um caráter dominante da vegetação, principalmente no estrato superior, o estrato médio e inferior possuem uma grande diversidade de espécies, onde se destacam as famílias *Mirtaceae* e *Lauraceae*.

A vegetação da região da Reserva Florestal de Caçador, conforme o Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (KLEIN, 1978), abrange a Floresta com Araucária com sub-bosque onde predomina *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso (Lauraceae),

Sloanea lasiocoma K. Schumann (Elaeocarpaceae), *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae) e *Merostachys multiramea* Hack. (Gramineae).

Devido a exploração desordenada da Floresta Ombrófila Mista, diminuiu muito sua área original, restando, segundo a Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (1978), ao redor de 0,7% de sua área original. No Planalto Catarinense, esta formação vegetal, foi alvo de intensa exploração pela indústria madeireira durante as últimas décadas, processo que teve principalmente, duas espécies valiosas visadas, *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro) e *Ocotea porosa* (imbuia), restando atualmente apenas fragmentos desta vegetação.

O presente estudo tem por objetivo analisar a composição florística e a estrutura fitossociológica de uma área de Floresta Ombrófila Mista no município de Caçador em Santa Catarina.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido na Reserva Florestal de Caçador, em uma área de 772 ha com vegetação primária de Floresta Ombrófila Mista, localizada no Estado de Santa Catarina, Brasil, entre as coordenadas geográficas de 51° 00' e 50° 55' de longitude Oeste de Greenwich e de 26° 50' e 26° 54' de latitude Sul. A área apresenta altitude média de 1.100 m ao nível do mar.

O clima, segundo a classificação climática de KÖPPEN (1948), é o Cfb, temperado úmido, com geadas severas, temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e nos meses de inverno entre 6 a 8°C (NIMER, 1990).

Os solos da região são classificados como Terra Bruna Estruturada Intermediária para Roxa Estruturada. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, argila de atividade baixa, possuem fertilidade variável e baixa disponibilidade de fósforo (MOSER, 1990).

A vegetação da região da araucária não constitui uma formação homogênea e contínua, mas formada por diversas associações florísticas, constituídas por espécies características em diferentes áreas de ocorrência. Na floresta de araucária, *Araucaria angustifolia* (pinheiro-brasileiro), constitui o estrato emergente, seguido de uma vegetação arbórea, onde as lauráceas desempenham um papel preponderante, formando cobertura densa (KLEIN, 1978). Para a região de estudo o dossel está composto principalmente por *Ocotea porosa* (imbuia), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Prunus sellowii* Koehne (pessegueiro), *Ocotea pulchella* Nees et Mart. ex Nees (canelalageana), *Nectandra megapotamica* Mez. (canelapreta), *Cupania vernalis* Camb. (miguel-pintado), entre outras.

Unidades amostrais

Foram instaladas unidades amostrais constituídas de dois conglomerados em forma de

cruz, cada um composto por 4 subunidades de área fixa. As dimensões de cada subunidade foram de 20 m de largura por 500 m de comprimento, perfazendo uma área de 1 ha contínuo, totalizando 8 ha de área amostral. A distribuição dos conglomerados foi através da aleatorização de um ponto central no interior da floresta. A partir do ponto central, a uma distância de 20 metros, instalou-se uma subunidade em cada uma das quatro direções cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste). A uma distância aproximada de 600 metros, fez-se nova marcação de um ponto central e seguiu-se o mesmo procedimento para a instalação de mais quatro subunidades, formando assim um novo conglomerado. A linha central no sentido longitudinal das subunidades foi demarcada a cada 20 metros com uma estaca permanente. Desta forma, cada subunidade ficou dividida em 50 parcelas de 10 m x 20 m, formando um total de 400 parcelas de (200 m²).

Obtenção dos dados

Foram identificados e medidos o diâmetro a altura do peito (DAP) dos indivíduos arbóreos com DAP igual ou superior a 9,5 cm, que se encontravam presentes na área de amostragem. As espécies botânicas foram identificadas "in loco" ou por comparação por excisas do Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) da Universidade Federal de Santa Maria.

Com as informações obtidas se estimou a densidade, a frequência, a dominância, o valor de importância, índice de diversidade, utilizados por autores, como LAMPRECHT (1962), DAUBENMIRE (1968), FINOL (1971) e LONGHI (1980; 1997).

Para calcular os diferentes parâmetros se utilizou as seguintes equações:

$$DA = \text{densidade absoluta} = n / ha$$

$$DR = \text{densidade relativa} = \frac{n / ha}{N / ha} \cdot 100$$

n / ha = número de indivíduos de cada espécie por hectare,

N / ha = número total de indivíduos por hectare,

$$DoA = \text{dominância absoluta} = g / ha$$

$$DoR = \text{dominância relativa} = \frac{g / ha}{G / ha} \cdot 100$$

g = área basal de cada espécie por hectare (m²/ha),

G = área basal total por hectare (m²/ha),

FA = frequência absoluta (%) = porcentagem de parcelas em que ocorre uma espécie,

$$FR = \text{frequência relativa (\%)} = \frac{FA}{\sum FA} \cdot 100$$

VI = valor de importância = $DR + DoR + FR$,

VC = valor de cobertura = $DR + DoR$,

$$H' = \text{índice de diversidade de Shannon} = -\sum p_i \ln p_i,$$

Onde: $p_i = n_i / N$

n_i = número de indivíduos amostrados para a espécie i ,

N = número total de indivíduos amostrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 8 ha de área amostral na Floresta Ombrófila Mista localizada em Caçador SC, foram encontrados 2.393 indivíduos (299 árvores por hectare) com DAP (diâmetro a altura do peito) igual ou superior a 9,5 cm, distribuídos em 63 espécies (duas não identificadas), 51 gêneros e 33 famílias botânicas. Na Tabela 1 encontram-se em ordem alfabética por família e respectivas espécies do componente arbóreo; onde se destaca *Myrtaceae* com maior riqueza florística (9 espécies), seguida de *Lauraceae* (6 espécies), *Fabaceae* (5 espécies) e *Euphorbiaceae* (4 espécies). *Myrtaceae*, foi a família mais característica também em outros estudos realizados em diferentes comunidades de Floresta Ombrófila Mista, no Estado do Rio Grande do Sul (JARENKOW, 1985; LONGHI, 1997).

Na Figura 1, observa-se a distribuição dos indivíduos nas 10 principais famílias, nas quais estão representados 83,7 % de todos os indivíduos amostrados. Verifica-se que *Myrtaceae*, *Lauraceae*, *Sapindaceae* e *Aquifoliaceae* apresentam maior quantidade de indivíduos, sendo que estas 4 famílias somam 46,6% dos indivíduos encontrados.

A vegetação estudada representa uma área de alta diversidade, com o índice de Shannon de 3,53,

semelhante aos valores encontrados por LONGHI (1997) em uma Floresta Ombrófila Mista (3,65), no Rio Grande do Sul. LONGHI *et al.* (1997), encontraram uma diversidade média (2,24) em uma Floresta Ombrófila Mista localizada na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul.

Os dados estruturais estão dispostos na Tabela 2, classificados por ordem decrescente de valor de importância. Constata-se que *Ocotea porosa* teve o maior valor de importância, seguida por *Ilex paraguariensis*, *Araucaria angustifolia*, *Lonchocarpus campestris* e *Campomanesia xanthocarpa*. Em termos de dominância, 25,9% da área basal foi composta por *Ocotea porosa* e 12,4% por *Araucaria angustifolia*. Cabe ressaltar que a maior importância e dominância de *O. porosa* em relação a *A. angustifolia*, deve-se que neste estudo as parcelas de amostragem se localizaram em área de Floresta Ombrófila Mista bastante desenvolvida e, de acordo com KLEIN (1984), nestes locais com sub-bosque bem desenvolvidos a densidade de *A. angustifolia* é menor, havendo dominância de espécies de folhosas. Com relação a frequência *Ilex paraguariensis* foi a espécie mais freqüente, seguida por *Myrcia obtecta*, *Lonchocarpus campestris* e *Ocotea porosa*. As espécies *Ilex paraguariensis*, *Matayba elaeagnoides*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Lonchocarpus campestris* apresentaram juntas 24 % da densidade relativa.

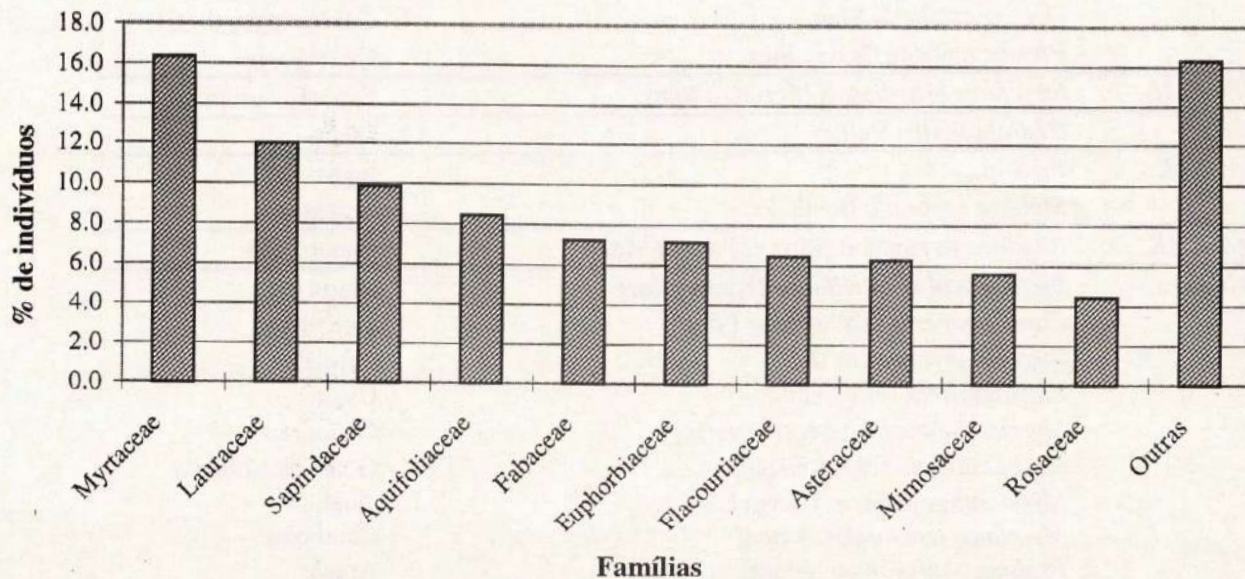


FIGURA 1: Distribuição dos indivíduos nas principais famílias botânicas encontradas na Reserva Florestal de Caçador, SC. Tree individuals distribution by principal families, produced in the Caçador Forest Reseve

TABELA 1: Famílias, nomes científicos e nome populares das espécies encontradas na Floresta Ombrófila Mista em Caçador, SC.

Familiees scientific names, and common names studies at the mixed shadow forest in Caçador, SC

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
ANNONACEAE	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlechtendal	Araticum
AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek <i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil. <i>Ilex theezans</i> Mart.	Caúna-da-serra Erva-mate Caúna-grande
ARAUCARIACEAE	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Ktze.	Pinheiro-brasileiro
ASTERACEAE	<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén <i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Less.	Vassourão-branco Vassourão-preto
BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba
CANELLACEAE	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schw.) Occh.	Pimenteira
CLETHRACEAE	<i>Clethra scabra</i> Pers.	Canjujeira
CUNONIACEAE	<i>Lamanonia speciosa</i> (Camb.) L. B. Smith	Guaraperê
ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea lasiocoma</i> K. Schumann	Sapopema
EUPHORBIACEAE	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax <i>Sebastiania brasiliensis</i> Sprenger <i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) Smith & Downs <i>Stillingia oppositifolia</i> Baill.	Leiteiro Branquilha-leiteiro Branquilha Leiterinho
FABACEAE	<i>Dalbergia variabilis</i> Vog. <i>Erythrina falcata</i> Benth. <i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth. <i>Lonchocarpus</i> sp. <i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Rabo-de-bugio Corticeira-do-mato Timbó Farinha-seca Canela-do-brejo
FLACOURTIACEAE	<i>Banara tomentosa</i> Clos <i>Casearia decandra</i> Jacquin	Guaçatunga-preta Guaçatunga-amarela
ICACINACEAE	<i>Citronella paniculata</i> (Miers) Howard	Congonha
LAURACEAE	NI (1) <i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. ex Nees <i>Ocotea porosa</i> (Nees) L. Barroso <i>Ocotea puberula</i> Nees <i>Ocotea pulchella</i> Mart. <i>Phoebe amoena</i> (Nees) Mez	Canela Canela-amarela Imbuia Canela-guaicá Canela-lageana Canela-sebo
LOGANIACEAE	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Esporão-surupjá
MELIACEAE	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro
MIMOSACEAE	<i>Inga</i> sp. <i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Ingá Braçatinga
MYRSINACEAE	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz et Pavon) Mez	Capororoca
MYRTACEAE	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) Berg <i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg <i>Eugenia involucrata</i> DC. <i>Eugenia pyriformis</i> Camb. <i>Myrcia bombycina</i> (Berg) Kiaersk. <i>Myrcia obtecta</i> (Berg) Kiaersk. <i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legr. <i>Myrciaria tenella</i> (DC.) Berg <i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Murta Guabiroba Cereja Uvaia Guamirim Guamirim-branco Guabiju Camboim Araçá
PHYTOLACACEAE	<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	Agulheiro
PROTEACEAE	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Carvalho
RHAMNACEAE	<i>Scutia buxifolia</i> Reiss.	Coronilha
ROSACEAE	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-do-mato
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R. S. Kowan) Waterman	Juvevê

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-cadela
SAPINDACEAE	<i>Allophylus guaraniticus</i> Camb.	Vacum
	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Miguel-pintado
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá
SIMAROUBACEAE	<i>Picramia crenata</i> (Vell.) Engler	Pau-amargo
SOLANACEAE	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Fumo-brabo
	<i>Solanum pseudoquina</i> St. Hil.	Peloteira
STYRACACEAE	<i>Styrax leprosum</i> Hook. et Arn.	Carne-de-vaca
TILIACEAE	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo
ULMACEAE	<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	Esporão-de-galo
VERBENACEAE	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Mold.	Tarumã
VIOLACEAE	<i>Hibanthus bigibbosus</i> (St. Hil.) Hassl.	Quina
WINTERACEAE	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia
NÃO IDENTIFICADA NI (2)		

TABELA 2: Densidade absoluta (DA), frequência absoluta (FA), dominância absoluta (DoA), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR), valor de importância (VI) e valor de cobertura (VC), em ordem decrescente do valor de importância das espécies amostradas na Reserva Florestal de Caçador, SC.

Absolute density(DA), absolute frequency(FA), absolute dominance(DoA), relative density(DR), relative frequency(FR), relative dominance(DoR), importance value(VI), and cover value(VC), in decrease order of importance value of the sample species in the Caçador Forest Reservation.

ESPECIE	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Ocotea porosa</i>	15,75	5,27	23	5,18	8,35	25,87	36,32	31,14
<i>Ilex paraguariensis</i>	22,38	7,48	30,75	6,93	1,43	4,42	18,83	11,90
<i>Arãucaria angustifolia</i>	5,25	1,76	8,75	1,97	3,99	12,36	16,08	14,11
<i>Lonchocarpus campestris</i>	16,00	5,35	23,25	5,24	0,97	3,00	13,59	8,35
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	16,63	5,56	20	4,5	0,97	3,01	13,07	8,57
<i>Nectandra lanceolata</i>	12,25	4,10	17,75	4	1,43	4,43	12,52	8,52
<i>Cupania vernalis</i>	12,00	4,01	19	4,28	1,32	4,09	12,38	8,10
<i>Sebastiania commersoniana</i>	13,63	4,55	20,25	4,56	0,99	3,08	12,19	7,63
<i>Matayba elaeagnoides</i>	16,88	5,64	17,75	4	0,78	2,43	12,07	8,07
<i>Prunus sellowii</i>	13,25	4,43	18	4,05	1,01	3,11	11,59	7,54
<i>Myrcia obtecta</i>	15,75	5,27	23,5	5,29	0,31	0,96	11,52	6,23
<i>Casearia decandra</i>	15,13	5,06	22,75	5,12	0,30	0,93	11,11	5,99
<i>Mimosa scabrella</i>	12,63	4,22	15	3,38	1,00	3,10	10,70	7,32
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	11,38	3,80	16,25	3,66	0,73	2,27	9,73	6,07
<i>Lamanonia speciosa</i>	6,63	2,21	11,75	2,65	1,51	4,67	9,54	6,89
<i>Ocotea puberula</i>	4,63	1,55	7,75	1,75	0,90	2,78	6,08	4,33
<i>Vernonia discolor</i>	7,38	2,47	9	2,03	0,41	1,27	5,77	3,74
<i>Cedrela fissilis</i>	4,13	1,38	7,75	1,75	0,84	2,60	5,73	3,98
<i>Sapium glandulatum</i>	5,50	1,84	10	2,25	0,42	1,29	5,38	3,13
<i>Styrax leprosum</i>	5,13	1,71	5,75	1,3	0,42	1,29	4,30	3,00
<i>Machaerium stipitatum</i>	5,00	1,67	8,75	1,97	0,16	0,48	4,12	2,15
<i>Clethra scabra</i>	5,00	1,67	7	1,58	0,15	0,47	3,72	2,14
<i>Banara tomentosa</i>	4,13	1,38	7,5	1,69	0,15	0,47	3,53	1,84
<i>Eugenia involucrata</i>	3,75	1,25	6,75	1,52	0,24	0,73	3,50	1,98
<i>Psidium cattleianum</i>	3,63	1,21	6,5	1,46	0,24	0,75	3,42	1,96
<i>Myrcianthes pungens</i>	3,25	1,09	5,75	1,3	0,24	0,75	3,14	1,84
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	3,50	1,17	4	0,9	0,30	0,92	2,99	2,09
<i>Inga</i> sp.	4,00	1,34	6,25	1,41	0,06	0,20	2,94	1,53
<i>Ilex brevicuspis</i>	2,75	0,92	5,25	1,18	0,21	0,65	2,75	1,57
<i>Ocotea pulchella</i>	1,25	0,42	2,25	0,51	0,57	1,78	2,70	2,19
<i>Phoebe amoena</i>	1,63	0,54	3,25	0,73	0,40	1,25	2,52	1,79

ESPÉCIE	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VC
<i>Capsicodendron dinisii</i>	2,88	0,96	5	1,13	0,13	0,39	2,48	1,35
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2,88	0,96	5,25	1,18	0,07	0,22	2,36	1,18
<i>Sloanea lasiocoma</i>	2,00	0,67	4	0,9	0,25	0,78	2,34	1,44
<i>Solanum pseudoquina</i>	2,63	0,88	5	1,13	0,05	0,15	2,16	1,03
<i>Rapanea ferruginea</i>	1,88	0,63	3,25	0,73	0,08	0,25	1,61	0,88
<i>Picramnia crenata</i>	1,75	0,59	2,75	0,62	0,11	0,35	1,56	0,94
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	1,50	0,50	3	0,68	0,09	0,26	1,44	0,76
<i>Myrciaria tenella</i>	1,75	0,59	2,5	0,56	0,06	0,17	1,32	0,76
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	1,75	0,59	2,75	0,62	0,02	0,07	1,28	0,66
<i>Celtis spinosa</i>	1,38	0,46	2,5	0,56	0,04	0,13	1,15	0,59
<i>Allophylus guaraniticus</i>	0,63	0,21	1,25	0,28	0,16	0,48	0,97	0,69
<i>Drimys brasiliensis</i>	1,13	0,38	2,25	0,51	0,02	0,05	0,94	0,43
<i>Jacaranda micrantha</i>	1,00	0,33	2	0,45	0,03	0,08	0,86	0,41
<i>Scutia buxifolia</i>	0,88	0,29	1,75	0,39	0,05	0,14	0,83	0,44
<i>Citronella paniculata</i>	0,63	0,21	1,25	0,28	0,05	0,15	0,63	0,35
<i>Hybanthus bigibbosus</i>	0,63	0,21	1	0,23	0,06	0,19	0,62	0,39
<i>Rollinia rugulosa</i>	0,50	0,17	1	0,23	0,02	0,05	0,45	0,22
<i>Stillingia oppositifolia</i>	0,50	0,17	1	0,23	0,01	0,03	0,42	0,19
<i>Erythrina falcata</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,10	0,31	0,41	0,35
<i>Canela</i>	0,38	0,13	0,75	0,17	0,03	0,08	0,38	0,21
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0,38	0,13	0,75	0,17	0,01	0,04	0,33	0,16
<i>Myrcia bombycina</i>	0,38	0,13	0,5	0,11	0,01	0,04	0,28	0,17
<i>Eugenia pyriformis</i>	0,25	0,08	0,5	0,11	0,02	0,07	0,26	0,15
<i>Solanum erianthum</i>	0,25	0,08	0,5	0,11	0,00	0,01	0,21	0,10
<i>Roupala brasiliensis</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,01	0,04	0,14	0,08
NI	0,13	0,04	0,25	0,06	0,01	0,03	0,14	0,08
<i>Luehea divaricata</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,01	0,03	0,14	0,08
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,01	0,02	0,12	0,06
<i>SeQUIERIA langsdorffii</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,00	0,01	0,11	0,05
<i>Vitex megapotamica</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,00	0,01	0,11	0,05
<i>Ilex theezans</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,00	0,01	0,11	0,05
<i>Dalbergia variabilis</i>	0,13	0,04	0,25	0,06	0,00	0,00	0,10	0,04
TOTAL	299	100	444	100	32,28	100	300	200

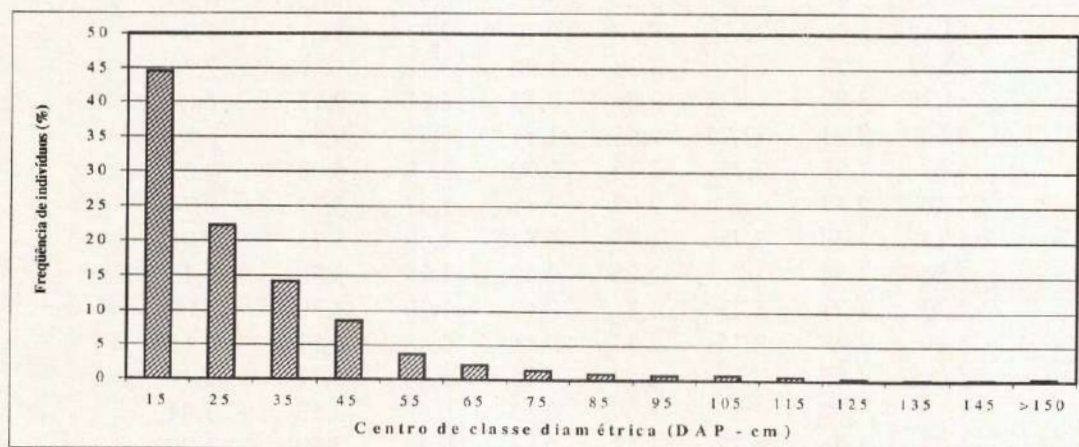


FIGURA 2: Distribuição de frequência dos indivíduos nos centros de classes diamétricas, amostrados em 8 ha de unidades amostrais na Reserva Florestal de Caçador, SC.

Individuals frequency distribution, in each diameters center class, sampled in 8ha of Caçador Forest Reservation.

Na Figura 2, pode-se observar a distribuição de frequência, em classes diamétricas, dos indivíduos amostrados, que apresentam uma grande amplitude diamétrica, distribuídos em 15 classes artificiais de tamanhos, indicando que se trata de uma comunidade bem desenvolvida. A estrutura diamétrica da floresta mostra uma curva de distribuição em forma de "J invertido", com maior concentração de indivíduos nas classes inferiores. Observa-se nesta figura que aproximadamente 90% dos indivíduos apresentam diâmetros entre 9,5 cm a 50 cm e uma diminuição de indivíduos com o aumento diamétrico. De acordo com DONOSO (1998), numa comunidade heterogênea em equilíbrio, as classes de idade diminuem em forma perfeitamente gradual, desde um grande número de juvenis até um escasso número de árvores maiores em tamanho e idade, constituindo uma curva do tipo exponencial ou em "J invertido".

CONCLUSÕES

A área de Floresta Ombrófila Mista estudada apresenta alta diversidade de espécies distribuídas principalmente em 10 famílias relevantes.

As espécies *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis* e *Araucaria angustifolia* são as mais características da área analisada.

As espécies *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa* dominam respectivamente o estrato emergente e o dossel da vegetação local, a qual apresenta um sub-bosque com grande concentração de indivíduos de diferentes espécies.

A estrutura diamétrica da floresta se apresenta em uma curva de distribuição em J invertido, com maior número de árvores jovens. Indicando que se trata de um bosque em equilíbrio, com constante entrada de indivíduos em distintas fases de tamanho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à EPAGRI, pela concessão da área de estudo.

BIBLIOGRAFIA

- AZAMBUJA, D. 1948. Fichas dendrológicas comerciais e industriais de madeiras brasileiras - pinheiro-brasileiro. An. Bras. Econ. Flor., Rio de Janeiro. v.1, n.1, pp.365-386.
- DAUBENMIRE, R. 1968. Plant communities - a textbook of plant synecology, New York: Harper & Row. 300 pp.
- DONOSO, C. Z. 1998. Bosques templados de Chile y Argentina - variación, estructura y dinámica. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 483 pp.
- FINOL, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Rev. For. Venez., Mérida. v.14, n.21, pp.29-42
- FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. 1978. Inventário do pinheiro no sul do Brasil. Curitiba: SUDESUL/IBDF. 327 pp.
- HUECK, K. 1972. As florestas da América do Sul. São Paulo: Polígono. 466 pp.
- JARENKOW, J. A. 1985. Composição florística e estrutura da mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 82 pp.
- KLEIN, R. M. 1960. O aspecto dinâmico do pinheiro-brasileiro. Sellowia, Itajaí. v. 12, n.12, pp.17-48.
- KLEIN, R. M. 1978. Flora ilustrada catarinense: mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, V parte - mapa fitogeográfico. 24 pp.
- KLEIN, R. M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. Sellowia, Itajaí. n.36, pp.5-54.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatología. México: Fondo de Cultura Económica.
- LAMPRECHT, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana, Mérida. v.13, n.2, pp.57-65,
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. 1990. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro. pp.113-150.
- LONGHI, S. J. 1980. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 198 pp.
- LONGHI, S. J. 1997. Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 198 pp.
- LONGHI, S.; BRENA, D. A.; MOSCOVICH, F. A.; CALEGARI, J.; CALDATO, S. L. 1997. Caracterização fitossociológica de uma Floresta Ombrófila Mista, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. In: 2º Congresso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas, Misiones, 13-15 agosto.

- MOSER, J. M. 1990. Solos. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro. pp.95-111.
- NIMER, E. 1990. Clima. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro. pp. 151-187.
- OLIVEIRA, B. 1948. As regiões de ocorrência normal de Araucária. An. Bras. Econ. Flor., Rio de Janeiro. v.1, n.1, pp.185-199.

ABSORCIÓN DE PRESERVANTES HIDROSOLUBLES EN MADERAS DE CLONES DE SAUCES (*Salix sp.*): RELACIONES CON LOS MÉTODOS INDUSTRIALES DE APLICACIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ANATÓMICAS.

HIDROSOLUBLE PRESERVER ABSORTION IN WILLOW WOODS (*Salix sp.*) CLONES: RELATIONSHIPS WITH INDUSTRIAL METHODS APPLIED, PHYSICAL AND ANATOMIC CHARACTERISTICS.

Gabriel G. Keil⁽¹⁾
Marcelo E. Otaño⁽¹⁾
María L. Luna^(3,4)
Raúl M. Marlats^(2,4)

Fecha recepción: Septiembre 2000:
Fecha aceptación: Febrero 2001

(1) Departamento Tecnología e Industrialización de la Madera, (2) Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. CC 31, 1900 La Plata, Argentina. (3) Cátedra de Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. (4) Comisión de Investigaciones Científicas PBA. 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

SUMMARY

The purpose of this work was to evaluate the hidrosoluble salt preserver absorption, retention and effective retention: chromated copper arsenate type C(CCA-C) applied by the Bethell and Lowry methods, and to relate these parameters with the physical and anatomic characteristics of the two willow clones wood: *Salix nigra* 4 and *S. babylonica* var Sacramenta x *S. alba* cv (A-131-25). There were also determined the apparent normal and anhydrous density and the volumetric dried weight, together with the humidity content. The quantified anatomic characters were: vessel density and diameter, fiber wall thickness and vessel and fiber element length. The absorption, retention and effective retention values were similar in both clones in the Bethell method and significantly different in the Lowry method. The different found between clones may be associated to the wood physical characteristics.

Key words: *Salix ssp.*, CCA, Bethell, Lowry, physical and anatomic characteristics.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la absorción, retención y retención efectiva del preservante hidrosoluble: arseniato de cobre cromatado tipo C (CCA-C), aplicado mediante los métodos Bethell y Lowry y relacionar estos parámetros con las características físicas y anatómicas de la madera de dos clones de sauce: *Salix nigra* 4 y *S. babylónica* x *S. alba* cv (A-131-25). Se determinaron: la densidad aparente normal, anhidra y básica, junto con el contenido de humedad. Los caracteres anatómicos cuantificados fueron: densidad y diámetro de vasos; grosor de la pared de las fibras y longitud de elementos de vaso y fibras. Los valores de absorción, retención y retención efectiva fueron similares en ambos clones para el método Bethell y significativamente distintos para el método Lowry. Las diferencias encontradas entre clones pueden asociarse a las características físicas de las maderas.

Palabras clave: *Salix spp.*, CCA, Bethell, Lowry, características físicas y anatómicas.

INTRODUCCION

La Argentina posee alrededor de 51.000 ha plantadas con sauces (*Salix spp.*), esta superficie se ubica en el Delta del Río Paraná y constituye la más extensa del mundo con clones del género.

La región produce anualmente 600.000 m³ de madera de sauce destinada en un 60-70 % a la fabricación de papel para diario y el resto para distintos productos de aserrado. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación; 1999).

Una mayor difusión de la madera aserrada de sauces se lograría mediante la impregnación con preservantes fungicidas e insecticidas que permitiesen aumentar su baja durabilidad natural (OTAÑO *et al.*, 1996).

SILVA LEPAGE (1986) estableció que para la comprensión y el dominio de los procesos de preservación de las maderas deben conocerse sus características físicas y anatómicas, la sustancia preservante y el método de impregnación.

Con respecto a las características físicas, ZOBEL & TALBERT (1988) hallaron un estricto control genético del grosor de las paredes de las fibras y la densidad de la madera, en tanto que BAONZA MERINO *et al.* (1992) y KEIL *et al.* (1998) trabajando con diferentes clones de álamo,

observaron que distintas densidades de la madera influyeron en la penetración y absorción de productos hidrosolubles.

MCMILLING & MANWILLER (1984) comprobaron que el tamaño, la distribución y la condición de actividad de los vasos fueron factores importantes en la absorción de preservantes.

Ante la variabilidad de respuestas a la preservación, ERDOIZA Y CASTILLO (1986) definieron como indicadores de la eficiencia de la impregnación a los valores de absorción, retención y retención efectiva del preservante.

Los preservantes hidrosolubles de mayor difusión, efectividad y bajo costo son los compuestos de cromo, cobre y arsénico (CCA) para todo tipo de uso y cromo, cobre y boro (CCB) sólo para interiores (IRAM 9600, 1998).

Como hipótesis de trabajo se consideró que la absorción, retención y retención efectiva de un preservante hidrosoluble, para condiciones constantes del material de ensayo, varían según el método industrial y la madera empleados, asociándose esta variación a diferencias en los caracteres físicos y anatómicos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la absorción, retención y retención efectiva del preservante hidrosoluble de óxidos de arseniato de cromo cromatado tipo C (CCA-C), aplicado mediante los métodos Bethell y Lowry y relacionar estos parámetros con las características físicas y anatómicas de la madera de dos clones de sauce de amplia difusión en el Delta Bonaerense.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con dos clones provenientes del Delta del Río Paraná correspondiente a la Provincia de Buenos Aires. Los clones ensayados fueron: *Salix nigra cv 4* y *S. babylónica x S. alba cv (A-131-25)*.

Se utilizaron probetas extraídas de zonas centrales, medias y periféricas de las trozas ubicadas entre 1 y 3 metros a partir de la base del tronco (ERDOIZA & CASTILLO, 1986).

Se seleccionaron aleatoriamente 5 árboles por clon en distintos rodales de 12 años de edad, de los cuales se obtuvieron trozas de 2 metros de largo a partir del primer metro de altura desde la base. Estas trozas se aserraron en tablones de 2 pulgadas de espesor y se estibarón durante 6 meses hasta alcanzar un contenido de humedad de equilibrio con el medio ambiente. A partir de ellos se extrajeron listones de sección cuadrada de 2 cm x 2 cm y finalmente se elaboraron probetas de 2 cm x 2 cm x 10 cm, con su mayor dimensión según la dirección longitudinal de los elementos conductores.

Se emplearon 50 probetas por clon y por método de impregnación, totalizando 200 probetas ensayadas.

El preservante utilizado fue arseniato de cobre cromatado tipo C (CCA-C), al 2% de concentración, peso en volumen. La composición del

producto fue la siguiente: 34,2 % de óxido de cromo, 13,3 % de óxido de cobre y 24,5 % de óxido de arsénico; es decir que el factor óxido de compuesto fue del 72 %.

Los valores y tiempos de vacío y presión empleados en los dos métodos de impregnación se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Valores y tiempos de vacío y presión de los dos métodos de impregnación.

Table 1. Value and times of vacuum an pressure of two preservation methods.

		MÉTODO	
		Bethell	Lowry
Vacío inicial	Valor (mmHg)	600	-
	Tiempo (minutos)	15	-
Presión	Valor (Kg.cm ⁻²)	3	3
	Tiempo (minutos)	10	10
Vacío final	Valor (mmHg)	600	600
	Tiempo (minutos)	15	15

Los cálculos de absorción (A), retención (R) y retención efectiva (RE) se realizaron empleando las fórmulas (1), (2) y (3) respectivamente (JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1988):

$$A(\text{Kg.m}^{-3}) = \frac{P_f(\text{g}) - P_i(\text{g})}{V(\text{cm}^3)} \times 1000 \quad (1)$$

$$R(\text{Kg.m}^{-3}) = A(\text{Kg.m}^{-3}) \times \frac{C(\%)}{100} \quad (2)$$

$$RE(\text{Kg.m}^{-3}) = R(\text{Kg.m}^{-3}) \times \frac{FO(\%)}{100} \quad (3)$$

Donde:

Pf(g) = pesos de las probetas después de la impregnación

Pi(g) = pesos de las probetas antes de la impregnación

V(cm³) = volumen de la madera impregnada

C(%) = concentración de la solución (2%)

FO(%) = factor óxido del preservante (72%)

Las densidades aparentes normal (Dn), anhidra (Do) y básica (Db) de la madera se determinaron sobre 40 probetas por clon, evaluando un total de 80 probetas y aplicando las fórmulas (4), (5) y (6) respectivamente (IRAM 9544, 1985).

$$D_n(\text{g.cm}^{-3}) = \frac{P_{sa}(\text{g})}{V_{sa}(\text{cm}^3)} \quad (4)$$

$$Do(\text{g.cm}^{-3}) = \frac{Po(\text{g})}{Vo(\text{cm}^3)} \quad (5)$$

$$Db(\text{g.cm}^{-3}) = \frac{Po(\text{g})}{Vsa(\text{cm}^3)} \quad (6)$$

Donde:

Psa(g) = peso de la probeta seca al aire

Vsa(cm³) = volumen de la probeta seca al aire

Po(g) = peso de la probeta seca en horno a 102 ± 3 °C hasta peso constante

Vo(cm³) = volumen de la probeta seca en horno a 102 ± 3 °C hasta peso constante

El contenido de humedad (CH) se determinó utilizando los pesos obtenidos para los ensayos de densidad y aplicando la fórmula (7) (IRAM 9532, 1963), a fin de constatar que el mismo se encuentre en las condiciones óptimas para impregnar la madera por los métodos propuestos (CH < 25%).

$$CH(\%) = \frac{Psa(\text{g}) - Po(\text{g})}{Po(\text{g})} \times 100 \quad (7)$$

Las probetas se pesaron en balanza analítica con precisión de 0,01 gramos. El volumen se obtuvo por el método de desplazamiento de agua (CORONEL, 1994). El secado total de las probetas se realizó en un horno eléctrico provisto de termómetro y termostato.

Para el estudio anatómico se realizaron cortes con xilótomo (20-30 μm) y disociados según la técnica de JEFFREY (1917), los cuales fueron teñidos con safranina fast-green y safranina respectivamente según el carácter a destacar. Los caracteres anatómicos cuantificados fueron: densidad de vasos (número/milímetro cuadrado), diámetro del lumen de los vasos (micrones), grosor de la pared de las fibras (micrones) y longitud de elementos de vaso y fibras (micrones).

Los resultados obtenidos se sometieron al análisis de la varianza y, ante diferencias significativas (q ≤ 0,05), se aplicó el test de comparación de medias de Tukey. Al conjunto de datos de cada variable se le calculó el coeficiente de variabilidad y se adoptó la clasificación propuesta por PIMENTEL GÓMES (1978): menor del 10 %, baja; entre 10 y 20 %, media y mayor del 20 %, alta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Absorción y Retención

Los valores de absorción, retención y retención efectiva obtenidos según el método de impregnación Lowry (presión-vacío) o de célula vacía fueron significativamente diferentes entre los dos clones (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de absorción, retención, retención efectiva y coeficientes de variabilidad según el método de Lowry.

Table 2. Absortion, retention effective retention and variability coefficient values according to Lowry method.

	Clon	
	S. 131-25	S. nigra 4
Absorción ^(*) (Kg.m ⁻³)	229,743 a	258,068 b
Retención ^(*) (Kg.m ⁻³)	4,59 a	5,16 b
Retención efectiva ^(*) (Kg.m ⁻³)	3,31 a	3,72 b
CV (%)	19,84	12,30

*Letras distintas indican diferencias significativas para q ≤ 0,05.

En todas las variables analizadas los valores fueron significativamente mayores para *S. nigra 4* que para *S. 131-25*. El conjunto de datos tuvo un coeficiente de variabilidad medio para los dos clones.

Los valores de absorción, retención y retención efectiva obtenidos por el método de impregnación Bethell (vacío-presión-vacío) o de célula llena no presentaron diferencias significativas entre los dos clones (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de absorción, retención, retención efectiva y coeficientes de variabilidad según el método Bethell.

Table 3. Absortion, retention effective retention and variability coefficient values according to Bethell method.

	Clon	
	S. 131-25	S. nigra 4
Absorción ^(*) (Kg.m ⁻³)	380,63 a	388,37 a
Retención ^(*) (Kg.m ⁻³)	7,61 a	7,77 a
Retención efectiva ^(*) (Kg.m ⁻³)	5,43 a	5,62 a
CV (%)	18,71	11,57

*Letras iguales indican diferencias no significativas para q ≤ 0,05.

Como se observa en la Tabla 3, estadísticamente el método Bethell, no produjo diferencias para el nivel de confianza empleado, si bien los valores absolutos fueron mayores para *S. nigra 4* respecto de *S. 131-25*.

Los valores del coeficiente de variabilidad de la absorción de preservante fueron medios en los dos casos, presentando mayor variabilidad los valores

de *S. 131-25* para los dos métodos de preservación ensayados.

Si se tiene en cuenta lo expresado por ERDOIZA & CASTILLO *op. cit.* (1986) al definir como indicadores de la eficiencia de la impregnación a los valores de absorción, retención y retención efectiva del preservante, el método Bethell otorga una mayor protección a la madera, puesto que la impregna con 2.5 a 3 kilogramos más de óxidos que el método Lowry, para *S. 131-25* y *S. nigra 4*, respectivamente.

Densidades y Contenido de Humedad

Los valores de densidad aparente normal, anhidra y peso seco volumétrico obtenidos según la Norma IRAM 9544 para los dos clones se detallan en la Tabla 4.

El valor de densidad aparente normal y el peso seco volumétrico para *S. nigra 4* fue* obtenido a un contenido de humedad del 10,95 %, mientras que para *S. 131-25* el contenido de humedad fue del 11,45 %.

Los valores de densidad aparente normal, anhidra y peso seco volumétrico fueron significativamente mayores para *S. nigra 4* que para *S. 131-25*, aún conteniendo medio punto menos de humedad, coincidiendo con los mayores valores obtenidos para los parámetros analizados en la impregnación. KEIL *et al.* (1998) trabajando con distintos clones de *Populus sp* arribó a conclusiones similares. En tanto, BAONZA MERINO *et al.* (1992) encontraron también en clones de álamos, una relación directa entre las densidades de la madera y la penetración y absorción de productos hidrosolubles.

Los coeficientes de variabilidad para los tres tipos de densidad aparente y para los dos clones fueron bajos.

La densidad significativamente mayor del *S. nigra 4*, sustentaría la mayor retención de preservante, puesto que estos compuestos se fijan en la pared celular cuando la madera es sometida a la impregnación por los métodos industriales ensayados.

Con la identificación de la densidad como único factor asociado a las diferencias encontradas en uno de los métodos, se cumplió lo recomendado por SILVA LEPAGE (1986), acerca de que cada método de preservación debe examinarse en sus resultados a través de las características físicas y anatómicas de la madera a la cual se aplica. Estos resultados constituyen conocimientos básicos para aumentar el espectro de utilidad de la madera de sauce al permitir aumentar su durabilidad, como lo señalan OTAÑO *et al.* (1996), con un preservante hidrosoluble (CCA-C), recomendado para todo tipo de uso (IRAM 9600, 1998).

Los valores del contenido de humedad obtenidos según la Norma IRAM 9532 para los dos clones se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Contenido de humedad según Norma IRAM 9532 y coeficiente de variabilidad.

Table 5. Humidity content according IRAM standards 9532 and variability coefficient.

Clon de <i>Salix spp.</i>	Contenido de humedad (%) ^(*)	CV (%)
<i>S. nigra 4</i>	10,95 a	5,56
<i>S. 131-25</i>	11,47 b	2,62

* Letras distintas indican diferencias significativas para $q \leq 0,05$.

Los valores del contenido de humedad en equilibrio higroscópico, obtenidos en idénticas condiciones de temperatura y humedad relativa, fueron significativamente mayores para *S. 131-25* que para *S. Nigra 4*, 11,47 % y 10,95 %, respectivamente. Siendo los coeficientes de variabilidad bajos en ambos casos.

La diferencia en el contenido de humedad seco al aire entre los dos clones no tuvo incidencia en los valores de densidad normal. Este hecho se infiere a partir de los valores densidad anhidra, obtenidos al 0 % del contenido de humedad para ambos clones y en que se mantuvieron las diferencias significativamente mayores para el *S. nigra*, de igual modo que las densidades normal y básica.

Si bien los valores absolutos de densidad, diámetro y longitud de vasos, fueron mayores para *S. nigra 4*, en ninguno de los casos estas diferencias llegaron a ser significativas. Los coeficientes de variabilidad fueron altos para densidad de vasos en ambos clones y medios para las otras dos variables en los dos clones.

Aunque el clon *S. nigra 4* presentó los mayores valores en longitud y espesor de pared de las fibras, estas diferencias tampoco fueron significativas con respecto a *S. 131-25*, sin embargo explicarían la mayor densidad de la madera de *S. nigra 4*, analizada en la tabla 4. Los coeficientes de variabilidad fueron: altos para longitud de fibras de *S. 131-25* y medios para las otras variables de estudio.

Los valores altos y medios de los coeficientes de variación, determinados en las características del leño, son comprensibles a través de la variabilidad comprobada en las especies forestales tanto transversal como longitudinalmente, descrita por ZOBEL & TALBERT (*op cit.*, 1988), y que está asociada a las diferentes etapas de crecimiento involucradas en el tronco de los árboles.

Tabla 4. Densidad normal, anhidra y el peso seco volumétrico según Norma IRAM 9544; junto al coeficiente de variabilidad de cada uno de ellos.

Table 4. Apparent normal and anhydrous density and the volumetric dried weight, according to 9544 IRAM standards; together with variability coefficient of each one.

Clon	Densidad Normal ^(*) # (g.cm ⁻³)	CV (%)	Densidad Anhidra ^(*) (g.cm ⁻³)	CV (%)	Densidad Básica ^(*) # (g.cm ⁻³)	CV (%)
S. 131-25	0,455 a	4,18	0,435 a	9,70	0,412 a	4,10
S. nigra 4	0,521 b	7,64	0,517 b	8,18	0,495 b	7,64

* Letras distintas indican diferencias significativas para $q \leq 0,05$.

Características del Leño

Los valores medios y los coeficientes de variabilidad de los elementos de vaso y fibra se muestran en las tablas 6 y 7, respectivamente.

Tabla 6. Características de los vasos y sus coeficientes de variabilidad. ^(*)

Table 6. Vessel characteristics and their variability coefficients.

Clon	Densidad de vasos		Diámetro de vasos		Longitud de vasos	
	Promedio (n°.mm ⁻²) ^(*)	CV (%)	Promedio (v) ^(*)	CV (%)	Promedio (v) ^(*)	CV (%)
S. nigra 4	53,568 a	21,79	52,901 a	11,33	692,484 a	14,33
S. 131-25	50,811 a	29,58	52,673 a	14,47	657,811 a	13,92

* Letras distintas indican diferencias significativas para $q \leq 0,05$.

Tabla 7. Características de las fibras y sus coeficientes de variabilidad.

Table 7. Characteristics fibers and its variability coefficients.

Clon	Longitud de fibras		Espesor de pared de fibras	
	Promedio (v) ^(*)	CV (%)	Promedio (v) ^(*)	CV (%)
S. nigra 4	1197,000 a	15,30	3,691 a	19,54
S. 131-25	1137,388 a	22,50	3,484 a	18,95

* Letras distintas indican diferencias significativas para $q \leq 0,05$.

Las diferencias no significativas en las principales variables anatómicas entre los dos clones estarían justificando las similitudes de los valores en los parámetros de impregnación cuando se empleó el método Bethell. MCMILLING & MANWILLER (1984), comprobaron respecto de este método, que similares valores de tamaño, distribución y actividad de vasos produjeron valores parecidos en la absorción de preservantes.

CONCLUSIONES

El método Bethell produjo retenciones significativamente mayores que el método Lowry. Con el método Lowry las diferencias entre los clones ensayados, fueron asociadas a las diferencias de la densidad de la madera.

Las densidades aparentes presentaron valores significativamente mayores para *Salix nigra* 4, valores asociados con una mayor cantidad de pared celular.

AGRADECIMIENTOS

A ANWOOD S.A. por la provisión del preservante utilizado y a los Ingenieros Forestales Natalia De Cristóforo y Sebastián Farina que en la última etapa de su formación profesional colaboraron de manera entusiasta en el desarrollo del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

BAONZA MERINO V., Troya Franco T., Navarrete Varela, A. y E. Sanchez Hernandez E., 1992. Protección. El cultivo de los álamos y sauces complementos de la agricultura. Proceedings of 19th Session of the International Poplar Commission, Zaragoza, España. Vol II. pp. 351-352.

CORONEL E.O., 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la

- determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM - UNSE, 187 pp.
- ERDOIZA S.J.J. y Castillo M.I., 1986. Técnicas para la determinación de la retención y penetración de las sustancias preservadoras dentro de la madera.
- IRAM 9600, 1998. Preservación de maderas, Maderas preservadas mediante procesos con presión en autoclave. Instituto de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. 22 pp.
- IRAM 9544, 1985. Método de determinación de la densidad aparente. Instituto de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. 5 pp.
- IRAM 9532, 1963. Método de determinación del contenido de humedad en maderas. Instituto de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. 5 pp.
- JEFFREY E.C., 1917. The anatomy of woody plant. University of Chicago Press, Chicago, USA: 478 pp.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1988. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas. Lima, Perú. 3:22 pp.
- KEIL G.D., Otaño M.E., Marlats R.M. y Luna M.L., 1998. Penetración y Absorción de un Preservante Hidrosoluble en Maderas de Clones de Alamo (*Populus L.*). Revista de la Facultad de Agronomía. UNLP. 102 (2). pp 147-153.
- MCMILLING C.W. y Manwiler F.G., 1984. The wood and bark of hardwoods growing on southern pine sites. Report SO-29, Southern Forest Experiment Station, Forest Service of United States Department of Agriculture. pp. 6-8.
- OTAÑO M.E., Keil G.D., Marlats R.M. y Luna M.L., 1996. Comportamiento de la madera de distintos clones del género *Populus L.* sometida al tratamiento de vacío-presión con sales hidrosolubles. Proceedings of 20th International Poplar Commission, Budapest, Hungary. pp. 42-44.
- PIMENTEL GÓMEZ F., 1978. Curso de Estadística Experimental. Ed. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina. pp- 1-7.
- SECRETARÍA de AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA y ALIMENTACIÓN, 1999. Argentina: oportunidades de Inversión en Bosques Cultivados. Proyecto Forestal de Desarrollo, Convenio de Préstamo BIRF N° 3948-AR. pp 125-136.
- SILVA LEPAGE E., 1986. Manual de preservacao de madeiras. Vol I y II. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Paulo. pp. 456.
- ZOBEL B. y Talbert J., 1988. Applied forest tree improvement. John Wiley and Son, New York, USA. pp. 421-424.

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE UN EXUDADO DE SEMILLAS DE *Cedrella fissilis* Vell.

STUDY OF THE ANTIFUNGAL PROPERTIES OF AN EXUDATE FROM SEEDS OF *Cedrella fissilis* Vell.

Teresa Argüelles¹
Juan Pedro Agostini²
Graciela Fernández³

Fecha recepción: Octubre 1999
Fecha aceptación: Agosto 2000

1. Master en Ciencias. Lab. de Investigación de Química Forestal. Fac. C. Ftiles. UNaM. Misiones.
2. Ph. D. Laboratorio de Patología Forestal. Fac. C. Ftiles. UNaM. Misiones.
3. Doctor en Ciencias Químicas. Lab. de Ciencias Básicas. U. Nac. de Luján. Bs. As.

SUMMARY

Working with *Cedrella fissilis* seed, it was discovered a substance that exuded into the germinating substrate. The efforts were therefore directed to the study of some of the characteristics of the substance, specially regarding its antifungal capability, and the influence over the germination process of the seed that produces it. The results of treating the seed with transcription and translation inhibitors, the isolation and separation of RNA by means of electrophoretic methods and the effect of the inhibitors over the presence of the active metabolite were described.

Key words: Seed, *Cedrella fissilis*, exudate, RNA, antifungal effect.

RESUMEN

En las semillas de *Cedrella fissilis* Vell. se determinó la presencia de una sustancia que lixiviaba al sustrato de germinación. El objetivo de este trabajo fue el estudio de algunas de las características de la sustancia en cuanto a su poder antifúngico, así como su influencia sobre la germinación de las propias semillas que la producen. Se describen también los resultados del tratamiento de las semillas con inhibidores de la transcripción y traducción proteínica, posterior aislamiento y separación electroforética del ARN, y el efecto de los inhibidores sobre la presencia del metabolito activo.

Palabras clave: Semillas, *Cedrella fissilis*, lixiviación, ARN, efecto antifúngico

INTRODUCCIÓN

Cedrella fissilis Vell. (*Cedrella tubiflora*) es un árbol de la familia de las Meliáceas, de madera muy apreciada. Es un componente importante de la selva Paranaense Misionera, parte remanente de la gran Mata Atlántica que desde el Océano Atlántico se adentra en el continente hasta la provincia de Misiones y el este de Paraguay (CLAYTON FERREIRA, L. Ed. 1992).

La bibliografía consultada revela que *Cedrella fissilis* produce ciertos metabolitos secundarios con efectos de interés en el área biomédica y bioquímica. Los extractos acuosos de las hojas poseen actividad antimalaria (MACKINNON, S., et al., 1997); actividad sobre macrófagos y leucocitos polimorfonucleares

(BENENCIA, F., et al. 1996) y actividad inmunomodulatoria (BENENCIA, F., et al. 1995).

Durante la germinación *in vitro* de semillas de *Cedrella fissilis* Vell., ARGÜELLES et al., 1996, detectaron una sustancia proveniente de las semillas, que exudaba al medio e inhibía el crecimiento de hongos y bacterias. También inhibía su propia germinación.

Este estudio tuvo como fin cuantificar la capacidad antifúngica de la sustancia encontrada comparándola con fungicidas comerciales, en su acción sobre los hongos patógenos. Los dos hongos empleados para el antibiograma son patógenos de los vegetales. *Cladosporium herbarum* causa berrugosis en *Passiflora edulis*, siendo esta una de las causas del porqué la planta no se puede cultivar para consumir su fruto (AGOSTINI, J.P., y TIMMER L.W. 1992). *Colletotrichum gloeosporioides* es cosmopolita y causa entre otras cosas la caída prematura del fruto de los cítricos y el secado de plantines de *Araucaria angustifolia* en vivero (AGOSTINI, J.P. et al. 1992).

Se trató además de dilucidar el mecanismo por el cual las semillas podían sortear la inhibición a la germinación, que ellas mismas producen. Habiendo comprobado que el exudado solo aparece después de un periodo de imbibición de las semillas, se procedió a alterar químicamente los primeros estadios del proceso germinativo y se estudió si dicha alteración implicaba efectos específicos en el metabolismo del exudado. Los análisis de las fracciones del ARN mediante electroforesis en gel de poliacrilamida se efectuaron para determinar posibles alteraciones en la síntesis de ARN, y relacionar este

hecho con la aparición del exudado.

MATERIALES Y METODOS

Ensayos de germinación

Frutos de *Cedrella fissilis* Vell. fueron recolectados durante el mes de julio de 1998 en la zona de influencia de la ciudad de Eldorado, a orillas del río Paraná, a los 54° 13' de longitud oeste y 26° 40' de latitud sur, en la provincia de Misiones, Argentina. Los árboles de donde provenían los frutos se encontraban aislados, algunos en la rivera del río, en jardines particulares y como árboles de vereda.

Los frutos se dejaron abrir a la sombra en un ambiente cálido y seco, donde la temperatura no sobrepasó los 30°C, las semillas se extrajeron y mezclaron, eliminando las que aparentaban vanas (vacías) al tacto. A fines de julio, el 98% de los frutos se habían abierto. Hasta su utilización, las semillas se guardaron en bolsa de polietileno a 12°C.

Los sustratos empleados para la germinación de las semillas fueron

- tierra del estrato superior de un bosquecillo cercano a la Facultad de Ciencias Forestales, con la que se llenaron macetas de plástico negro de 25 x 30 cm,
- algodón hidrófilo comercial estéril que se ubicó en placas Petri de 9 cm esterilizadas en autoclave,
- medio de cultivo preparado con la solución de sales inorgánicas de Murashige y Skoog (MURASHIGE et al. 1968), a ½ de su concentración, que se solidificó con 0,8% de Bacto-Agar, y cuyo pH se ajustó a 5,7.

La tierra de las macetas y las placas con algodón se mojaron con agua desionizada utilizándose 30 ml por placa. Las macetas se regaron cada dos días con 50 ml y se mantuvieron bajo techo al aire libre.

Previo a la puesta en germinación, un lote de 600 semillas se lavaron en flujo de agua corriente durante dos horas, después de lo cual fue cortada el ala membranosa que es parte del integumento externo, asegurándose que ambos integumentos habían sido perforados y que no existía impedimento mecánico para la imbibición de la semilla. Mientras duró la operación, las semillas se mantuvieron sumergidas en agua. Las semillas así tratadas se sembraron sobre los tres sustratos a), b) y c).

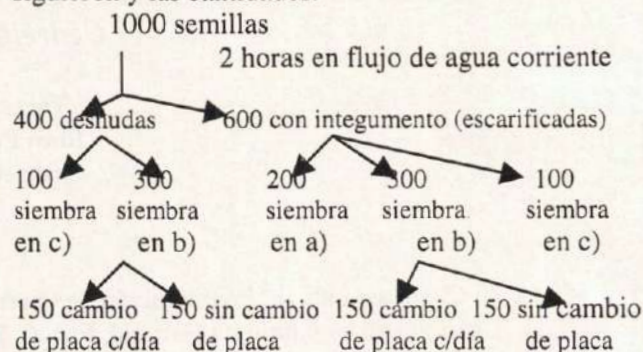
A otro lote de 400 semillas, también mantenidas en flujo de agua por dos horas, se les eliminaron los tegumentos y endosperma remanente, y se sembraron desnudas sobre algodón (sustrato b) y sobre el medio de cultivo (sustrato c) a razón de 12 semillas por recipiente. El número total de semillas ensayadas fue de 1000.

Las placas de Petri con semillas situadas sobre algodón, con integumentos y sin ellos, se dividieron en dos lotes. Las semillas de uno de los lotes se cambiaron cada día a una placa sin usar, de

forma que la sustancia lixiviada no se acumulaba en el algodón que actuaba como sustrato.

Las placas se mantuvieron a 28°C en la penumbra.

El esquema siguiente resume las acciones que se siguieron y las cantidades.



Antibiogramas

Con el fin de comparar el efecto fungicida de la sustancia exudada por las semillas con fungicidas comerciales, dicha sustancia se recogió de la siguiente forma: a los 15 días de la siembra de las semillas desnudas sobre algodón, se extrajo mecánicamente el contenido líquido absorbido por el algodón de una de las placas, se lavó el algodón y la placa con agua desionizada hasta alcanzar los 30 ml originales, esta solución así preparada se empleó para ensayar el efecto antifúngico de la sustancia exudada. Se prepararon placas de Petri con agar-papa glucosado (Merk), que una vez esterilizado se distribuyó en placas estériles de 9 cm (HIRAYAE et al., 1996). Cuando el medio se enfrió hasta los 40°C, se añadieron respectivamente 4 y 10 mg/l de Benlate (DuPond), 8 y 20 mg/l de Lonacol (Bayer), y la solución exudada al 1% y 0,5%. Como control se añadió agua bidestilada.

Se emplearon cultivos puros en placa de *Cladosporium herbarum* y *Colletotrichum gloeosporioides* como inóculo. Mediante un sacabocados se cortaron trozos circulares de 0,3 cm de diámetro que se sembraron en el centro de las placas del antibiograma. Las placas se mantuvieron en la oscuridad a 28°C durante 10 días, al cabo de los cuales se midió el crecimiento del hongo a partir del inóculo (ARRAS, G. 1988).

Tratamiento con inhibidores de la transcripción y traducción proteica.

Semillas del mismo lote fueron puestas bajo flujo de agua corriente durante dos horas, eliminados los integumentos, se dispusieron sobre algodón en las condiciones ya expuestas donde se mantuvieron 4 horas para permitir la activación de los sistemas enzimáticos que inician la germinación, después de lo cual se lavaron con agua y se secaron superficialmente. Se preparó una solución que contenía 0,5 mg/l de Cloramfenicol, y otra con 0,05 mg/l de Actinomicina D, en donde se sumergieron las semillas a razón de 1 ml por semilla (BEN-TAL et al., 1974). Se usaron 100 semillas por tratamiento, se

preparó un control con agua desionizada. Se evitaron cuidadosamente las condiciones de anaerobiosis utilizando recipientes de vidrio, muy amplios y poco profundos, agitando periódicamente. Después de seis horas de tratamiento, las semillas se lavaron 3 veces con agua desionizada y 50 de ellas se pusieron a germinar sobre algodón hidrófilo. Las otras 50 se enrollaron en forma de cilindro largo en una gasa tipo Cambric, se mojaron y se ubicaron en congelador a -24°C . Después de 15 días, las semillas que habían quedado en placas para germinar se recogieron y congelaron como las anteriores. El material congelado se utilizó para la determinación de ARN.

Electroforesis del ARN.

Se realizó en un aparato Sub - Gel GT (Bio - Rad). Para preparar los geles a utilizar con el aparato, se montó un soporte confeccionado con dos láminas de vidrio común de 7×12 cm, separadas por dos piezas del mismo vidrio de $1 \times 7 \times 0,3$ cm. La lámina que representaba el frente del soporte tenía una hendidura a 1 cm de un extremo, que se convirtió en el borde superior. La ranura tenía $0,32$ cm de ancho y 10 cm de largo y se utilizó para llenar la cámara e introducir cinco piezas de vidrio de $1 \times 0,3$ cm que funcionaron como dientes de peine para permitir que en el gel se formaran los espacios destinados a la siembra. La capacidad efectiva del gel quedó reducida a $10 \times 5,5 \times 0,3$ cm. Dicho soporte quedó abierto por la parte superior e inferior, y para la formación del gel ambos extremos se sellaron con membrana de diálisis.

El soporte y todo lo que entró en contacto con el gel fue previamente lavado con agua jabonosa y puesto a secar en estufa a 110°C durante dos horas para inactivar posibles nucleasas presentes. Las partes del aparato Sub - Cell fueron también lavadas con solución jabonosa suave, tratadas durante 10 minutos con peróxido de hidrógeno al 3% y enjuagadas con una solución al 0,1% de dietilpirocarbonato.

El procedimiento de extracción de los ácidos nucleicos fue el utilizado por LOENING U.E. (1967), modificado por SAULS, J.W., (1972). Cuatro gramos de semillas congeladas fueron extraídas mediante una mezcla de fenol - cresol y precipitadas con 95% etanol frío. El precipitado se disolvió en tampón tris-fosfato pH 7,7 con 0,2% dodecil sulfato de sodio (SDS) y 6% de sacarosa. Se almacenó a -24°C hasta su utilización.

Los geles mixtos de 1,7 % poliácridamida, 0,5 % agarosa y 5,2 % SDS se prepararon según Gould y Mattheus (GOULD et al., 1976) y se conservaron en heladera en buffer tris-fosfato pH 7.7. Para su utilización el soporte con el gel se introdujeron en el aparato de electroforesis quedando el gel sumergido en el tampón de corrida. Previamente a su utilización se los sometió a un periodo de 30 minutos de prelectroforesis, a 50 V para eliminar impurezas. Subsecuentemente 50 microlitros de la solución de

ácido nucleico se sembró en la ranura del gel. La electroforesis se continuó durante 70 a 75 minutos. Un marcador de pironina B en sacarosa al 6% fue sembrado en una ranura del gel 15 minutos antes de las muestras.

Una vez terminada la corrida los geles fueron separados de sus soportes cortados en cuatro bandas en la dirección de la corrida, y cada una de las bandas cortada en trozos de 2 mm de ancho, los que fueron inmediatamente sumergidos en 1 ml de tampón tris -fosfato pH 7,7, contenido en tubos numerados, el gel se disolvió en el tampón con suave agitación. Cuando la banda fue cortada en su totalidad, se procedió a leer la absorbancia de cada tubo a 260 nm en un espectrofotómetro CamsPec (R.U.).

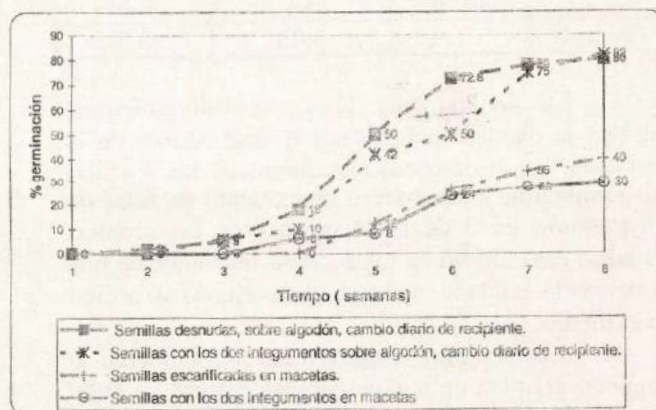
RESULTADOS

Las semillas puestas a germinar sobre medio de cultivo o sobre algodón, sin cambio de recipiente, cuya situación hace que la sustancia exudada se acumule en el medio, no germinaron. Este resultado ha sido consistente todos los años en los que se han sembrado semillas en estas condiciones (ARGÜELLES, T. et al. 1996).

Cuando el sustrato germinativo se cambió diariamente y por lo tanto la sustancia exudada se eliminó, el porcentaje de germinación fue del 82 % (Tabla 1), y en lo concerniente a la germinación no se detectaron diferencias en porcentaje entre las semillas con integumentos perforados y las semillas desnudas (82% y 80%).

En las macetas, el riego actuó como agua de lluvia y lavó la sustancia exudada del entorno de la semilla, el porcentaje de germinación fue del 30 al 40 %. El gráfico n° 1 muestra que las semillas en las macetas germinaron con un desfase de entre 3 y 4 semanas con respecto a las que estuvieron sobre el algodón que se cambiaba. Mientras que *in vitro* se observó que en la quinta semana el 50% de las semillas ya habían germinado, en las macetas durante ese tiempo solo germinó del 8 al 10% (gráfico 1).

Gráfico 1: Germinación de semillas de *Cedrella fissilis* Vell.
Germination of seeds of *Cedrella fissilis* Vell.



Las semillas sembradas sobre el medio de sales inorgánicas de Murashige y Skoog no germinaron, pero al cabo de 15 días, la alcalinidad del medio había aumentado a pH 8,0.

Tabla 1: Porcentaje de germinación de semillas de *Cedrella fissilis* en los distintos sustratos después de dos meses de sembradas.

Table 1: Germination percentage of seeds of *Cedrella fissilis* in different substrates after two months after being sowed.

Sustratos	Semillas con los dos integumentos		Semillas desnudas	
	% germinación	% mortalidad	% germinación	% mortalidad
Macetas	30	4	40	9
Algodón cambio diario	82	2	80	0
algodón sin cambio	0	0	0	0
medio sintético	0	0	0	0

En la Tabla nº 2 se puede observar que la dosis alta del exudado tuvo una efectividad similar a la que registra Benlate (4 mg/l), el área medida y las fotografías muestran que *Cladosporium* es más susceptible a la sustancia exudada que *Colletotrichum*

Tabla 2: Promedio de la actividad antifúngica del exudado de semillas de *Cedrella fissilis* medida según el diámetro de la colonia desarrollada sobre el sustrato y comparada con la actividad de dos fungicidas comerciales.

Table 2: Antifungal activity of *Cedrella fissilis* exudate mean of the diameters of the colonies developed on substrates with the active substance.

Sustancia activa	Dosis	<i>C. gloeosporioides</i> (cm)	<i>C. herbarum</i> (cm)
Lonacol	8 mg/l	0	0
	20 mg/l	0	0
Benlate	4 mg/l	1,6	1,36
	10 mg/l	0	0,73
Exudado	0,5%	3,2	1,6
	1,0%	3,1	1,36
Control		5,06	3,3

La actinomicina D y el cloramfenicol inhiben la exudación (síntesis o desbloqueo) de la sustancia. En el caso del cloramfenicol, las semillas no germinaron y se observó crecimiento de hifas de *Phytophthora* en 3 de las 4 placas con las semillas tratadas, esto último se tomó como indicador de que la sustancia exudada no estaba y no ejercía su acción en el medio.

Las semillas tratadas con Actinomicina D tampoco germinaron aunque en estas placas no hubo crecimiento fúngico ni bacteriano. Inoculación

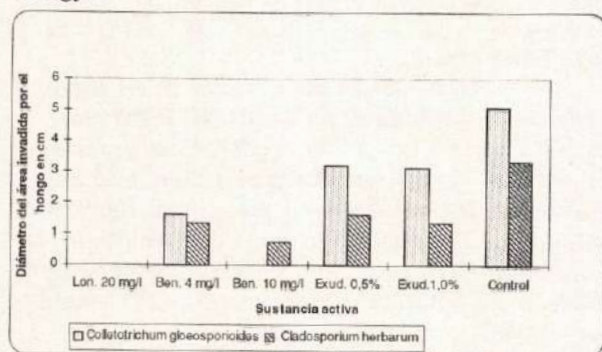
posterior con la misma cepa de *Phytophthora* que contaminaba las semillas tratadas con cloramfenicol, resultó en crecimiento positivo de hifas.

La separación electroforética del ARN de semillas imbibidas durante 8 horas y la que se efectuó en semillas después de 15 días de haberlas puesto en condiciones de germinar, muestran por los picos de absorbancia a 260 nm que las fracciones de ARN están bien representadas. La identificación de los picos se efectuó según Gould y Matthews (GOULD, H. et al., 1976). Una gran cantidad de ARN se observó en las semillas después de 8 horas de imbibición (Gráfico 3.A). Todas las especies de ARN parecen estar presentes al inicio de la germinación. Después de 15 días, las semillas muestran un patrón de ARN mejor definido en cuanto a la existencia de especies de ARN definidas por su absorbancia y separadas unas de otras en el gel mixto de poliacrilamida (Gráfico 3.B), con todas las fracciones de ARN presentes. Sin embargo las semillas no germinaron.

Las semillas tratadas con cloramfenicol (Gráfico 3.C) y con actinomicina D (Gráfico 3.D), presentan un patrón de ARN totalmente alterado con respecto al de las semillas no tratadas. La especie de ARN llamada 18s aparece como la más constante, la 28s, 32s y sobre la de 45s son las que más modificaciones presentaron, ésta última desaparece casi completamente en el tratamiento con cloramfenicol. Las tres fracciones mencionadas parecen además sufrir cambios que las convierten en más livianas, ya que todas presentaron corrimiento hacia la base del gel.

Gráfico 2.- Actividad antifúngica de las sustancias activas ensayadas

Figure 2. The antifungal activity expressed as the diameter of the substrate area invaded by the fungus.



DISCUSION

Los resultados de la germinación de las semillas sugieren que en todos los casos en que semillas de *Cedrella fissilis* fueron puestas a germinar, exudaban una sustancia al medio sólido sobre el que se encontraban. Esa sustancia es la responsable de inhibir la germinación de las propias semillas y también inhibe el crecimiento de los

hongos ensayados en este trabajo así como de los mencionados en ARGÜELLES et al. 1996.

Por los resultados del antibiograma se aprecia cuán potente puede ser la sustancia, ya que se utilizó en pequeña concentración y aparece tan efectiva para los hongos ensayados como el Benlate (Benomil). Lonacol con el 25% de cobre y 49% de propinep (propileno-bisditiocarbamato de Zn) es más efectivo. Que el exudado sea más efectivo para controlar *Cladosporium* que *Colletotrichum* es comprensible ya que el segundo es cosmopolita y por lo tanto sus mecanismos de supervivencia y adaptación deben ser mucho más eficaces.

Los ensayos con antibióticos y la separación electroforética del ARN sugieren que la sustancia exudada se sintetiza *de novo* al comienzo de la germinación, ya que cuando el patrón de ARN se distorsiona y algunas especies de ARN no se evidencian, la semilla no exuda la sustancia como se comprueba por el crecimiento de hifas sobre el sustrato de germinación.

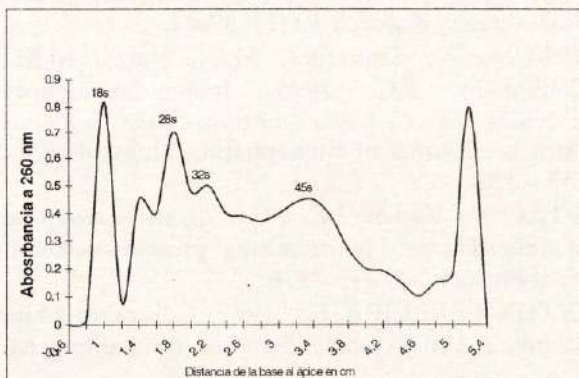
El patrón de electroforesis de ARN de las semillas tratadas con cloramfenicol se alteró de forma tal durante el tratamiento, que no se pudo dilucidar si la síntesis de la sustancia exudada se efectúa bajo la dirección de ARN ya presente en la semilla antes de germinar y por lo tanto heredado de la planta madre o este ARN se copia en el momento de la imbibición. La bibliografía consultada indica que el ARN presente en las semillas después de un periodo de imbibición como el de esta experiencia es el resultado de una síntesis *de novo* (KOEHLER, D., et al. 1973; WALBOT W.M., 1975). Se debe considerar también el hecho posible que la sustancia exudada no sea una sustancia pura, sino una mezcla de varias, como antioxidantes, alcaloides y aminos cuaternarios.

Gráfico 3.- Electroforesis de fracciones de ARN polimérico de semillas de *Cedrella fissilis* Vell., separadas en gel de 1,7% poliacrilamida, 0,5% agarosa y escaneadas a 260 nm

Figure 3: Electrophoresis of RNA fractions of seed of *Cedrella fissilis* in gels of 1,7% polyacrylamide, 0,5% agarose, scanned at 260nm

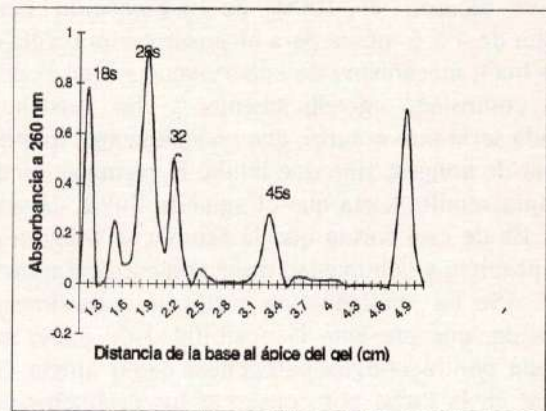
3.A Semillas sin tratamiento con 8 horas de imbibición

3A. Non treated seeds, 8 hours imbibition



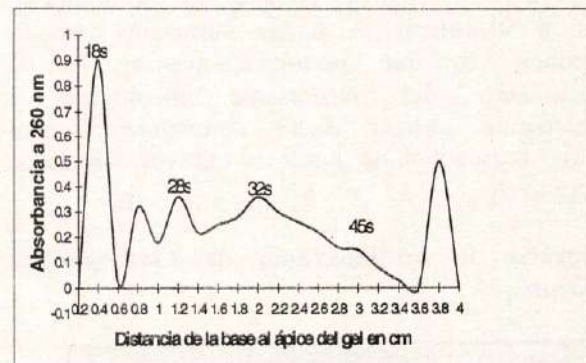
3.B: Semillas sin tratamiento 15 días después de ser puestas en condiciones de germinar

3B: Non treated seeds 15 days after given conditions to germinate



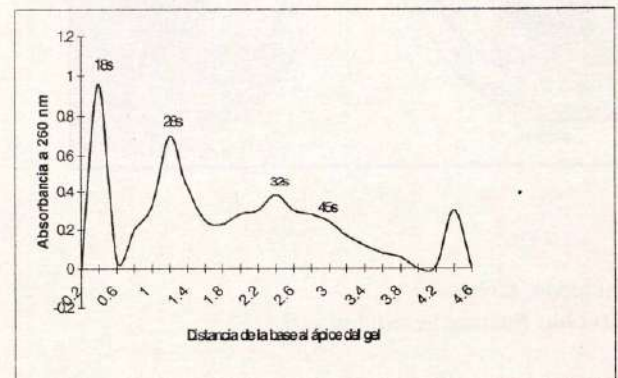
3C: Semillas, 15 días después del tratamiento con 0,5mg/l de Cloramfenicol

3C: Seed, 15 days after treatment with 0,5mg/l chloramphenicol



3D: Semillas, 15 días después del tratamiento con 0,05mg/l de Actinomicina D

3D: Seeds, 15 days after treatment with 0,05 mg/l actinomycin D

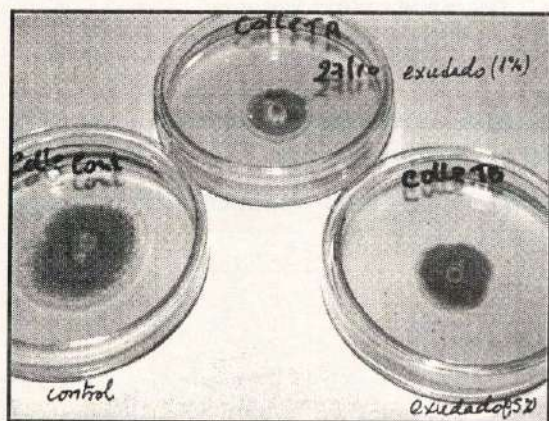


CONCLUSIONES

Las especies no domesticadas de la Selva Paranaense tienden a presentar un amplio intervalo de tiempo durante el cual germinan, mucho más amplio que el de las especies cultivadas. Se observa frecuentemente en el laboratorio, que un lote de semillas alcanza el 100% de germinación pero necesita de 4 a 6 meses para alcanzar ese porcentaje. Es un buen mecanismo de supervivencia, que podría estar controlado genéticamente. La sustancia exudada sería otro control, que no solamente "limpia" el lugar de hongos, sino que inhibe la germinación de la propia semilla hasta que el agua de lluvia lava el lugar. Es de esta forma que la semilla se asegura el lugar propicio y la humedad necesaria para germinar.

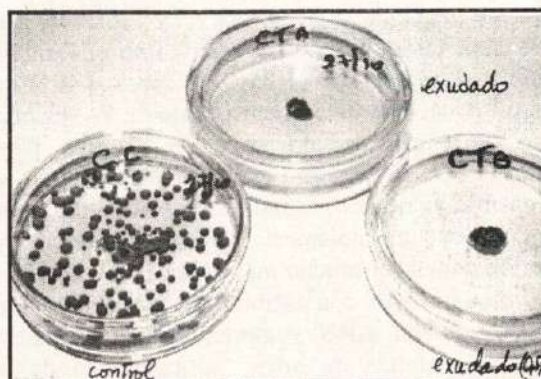
Se ha hallado una sustancia naturalmente producida, que presenta la posibilidad de poder ser utilizada contra hongos patógenos, como aliada del hombre en la lucha por conservar los productos del campo. Dicha sustancia es seguramente mucho menos dañina de usar que los fungicidas actuales a base de metales pesados. Por su efectividad y los aparentemente pocos daños que causa, ya que después de un tiempo de exposición al clima parece degradarse, es por lo que se continuará con su estudio de efectividad a campo, comparando su poder antifúngico con sustancias comerciales. Se tratará de aislar e identificar la o las sustancias que la componen, lo que permitirá avanzar en el conocimiento del mecanismo fisiológico y posiblemente utilizar dicho conocimiento para mejorar la sanidad de nuestros cultivos sin dañar nuestra tierra.

Fotografía 1. Antibiograma de *Cladosporium herbarum*



Izquierda: Control
Derecha: Sustancia exudada (0,5%)

Fotografía 2. Antibiograma de *Colletotrichum gloeosporioides*



Izquierda: Control
Derecha: Sustancia exudada (1%)

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI, J.P.; Timmer, L.W.; Mitchell, D.J. 1992. Morphological and pathological characteristics of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from Citrus. *Phytopathology* 82: 1377 – 1382.
- AGOSTINI, J.P.; Timmer L.W. 1992. Selective isolation procedures for differentiation of two strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from Citrus. *Plant Dis.* 76: 1176– 1178.
- ARGÜELLES, T.; Lorenzo, E.; Fernández, G. 1996. Potencial citostático (antibiótico) de un exudado de semillas en germinación de *Cedrella fissilis* Will. X Congreso Nacional de Recursos Naturales Aromáticos y Medicinales. 21 -23 noviembre. La Plata. Argentina. pg 16.
- ARRAS, G. 1988. Antimicrobial activity of various essential oils against some Citrus fruit disease agents. Proc. of the Sixth Inter. Citrus Congress. march 6 - 11. Tel Aviv. Israel. pg. 342-348
- BENENCIA, F., Courreges, M.C., Coulombie, F.C. 1996. In vitro activities of *Cedrella tubiflora* leaf aqueous extracts on murine macrophages, polymorphonuclear leukocytes and complement. *Phytotherapy research* 10 (1): 37-41.
- BENENCIA, F., Courreges, M.C., Nores, M.M., Coulombie, F.C. 1995. Immunomodulatory activities of *Cedrella tubiflora* leaf aqueous extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 49 (3) : 133 – 139.
- BEN-TAL, Y., Varner, J.E. 1974. An early response to gibberellic acid not requiring protein synthesis. *Plant Physiol.* 54: 813 - 816.
- CLAYTON FERREIRA Ed. 1992. Consorcio Mata Atlántica. Universidade Estadual de Campinas.

- Reserva da Biósfera da Mata Atlántica. Vol 1, 101 p.
- GOULD, H., Matthews, H.R. 1976. Separation methods for nucleic acids and oligonucleotides. Work & Work Eds. American Elsevier.
- HIRAYAE, K., Hirata, A., Akutsu, K. 1996. In vitro growth inhibition of plant pathogenic fungi, *Botrytis* spp., by *Escherichia coli* transformed with a chitinolytic enzyme gene from a marine bacterium. *Ann. Ohytopathol. Soc. Jpn.* 62: 30 - 36.
- KOEHLER, D., Vagner, J.E. 1973. Hormonal control of orthophosphate incorporation into phospholipids of barley aleurone layers. *Plant Physiol.* 52: 208 - 214.
- LOENING, U.E. 1967. The fractionation of high molecular weight ribonucleic acid by polyacrylamide gel electrophoresis. *Biochim. J.* 102: 251 - 257.
- MACKINNON, S., Durst, T., Arnason, J.T., Angerhofer, C., 1997. *Jour. Of Natural Products.* 60 (4) : 336 - 341°
- MURASHIGE, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473 - 497.
- SAULS, J.W. 1972. Studies of seed dormancy of *Prunus persica*. Doctoral dissertation. Univ. of Fla. Gainesville.
- WALBOT, V.M., Clutter, M., Sussex, I. 1975. Effects of abscisic acid on RNA metabolism in germinating seed. *Plant Physiol.* 56: 570 - 574

COMPACTACIÓN DEL SUELO Y CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus viminalis* L.

SOIL COMPACTION EFFECTS ON *Eucalyptus viminalis* L. INITIAL GROWTH

Juan Pablo Casado¹
Roberto Hernán Balbuena¹
Eduardo Manghi¹
Patricio Miguel Mac Donagh²

Fecha de recepción: Febrero 2000

Fecha de aceptación: Marzo 2001

¹ Docentes de la Facultad de Cs Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Avda 60 y 119. CC31 CP 1900 La Plata. Tel 4236758. Fax 54-221-4252346. E-mail balbuena@isis.unlp.edu.ar.

² Docente de la Facultad de Cs Forestales de la Universidad Nacional de Misiones

SUMMARY

Soil physical properties affect different agricultural and forestry productive systems. Test was carried out in single plant pots with the aim of evaluate soil compaction effects on *Eucalyptus viminalis* L. initial growth rate. Treatments were established in relation to four soil bulk densities: 0,95, 1,1, 1,2 and 1,3 Mg.m⁻³. An hydraulic press allowed each pot to get the desired final compaction. During growing season, plants were divided in two subtreatments: one of them without water restriction and the other one irrigation reduced. Plant height, dry matter weight and leaf area, were evaluated. Plants without water reduction had significantly greater aerial plant parameters than subtreatment with reduce irrigation and 1,3 Mg.m⁻³ treatment had significantly more height, leaf area and dry matter than 0,95 Mg.m⁻³ treatment. When water reduction was applied, no differences among compaction treatments in plant height, were measured, but leaf area and dry matter were significantly lower for the 0,95 Mg.m⁻³ as compared to the 1,3 Mg.m⁻³ initial bulk density treatment. Soil compaction affects *Eucalyptus viminalis* initial growth and induces higher values of aerial plant parameters. Low irrigation rates reduces *Eucalyptus viminalis* height growing at any compaction level. Soil consolidation after planting was relatively greater in 0,95 Mg.m⁻³ treatment and may affect initial *Eucalyptus viminalis* growth.

Key words: pots, bulk density, irrigation, dry matter, plant height, compaction

RESUMEN

Las características físico mecánicas del suelo inciden sobre el crecimiento de diferentes especies agrícolas y forestales. Con el objeto de evaluar los efectos de la compactación del suelo sobre plantines de *Eucalyptus viminalis* L., se efectuaron ensayos en macetas. Para ello se establecieron 4 tratamientos correspondientes a cuatro densidades aparentes iniciales de suelo de 0,95; 1,1; 1,2 y 1,3 Mg.m⁻³. Los mismos fueron obtenidos artificialmente mediante la compactación del suelo por capas utilizando una prensa hidráulica. Luego de transplantados los plantines a los envases con el suelo compactado, e iniciado el período de crecimiento, se establecieron como subtratamientos 2 niveles de riego. Sobre los plantines se hicieron determinaciones de altura y al término del ciclo experimental, se obtuvo de cada planta el área foliar, el peso seco del tallo, el peso seco de las hojas, el peso seco total de la parte aérea y el peso seco de las raíces. Los parámetros de parte aérea fueron significativamente mayores para los subtratamientos con riego. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles de compactación para altura de plantas cuando se aplicó reducción del aporte hídrico, pero

el área foliar y la materia seca del tratamiento de 1,3 Mg.m⁻³ resultaron mayores con respecto al de 0,95 Mg.m⁻³ en forma independiente del riego. El grado de compactación del sustrato afectó el crecimiento inicial de las plantas de *Eucalyptus viminalis* induciendo un mayor crecimiento cuando el riego no resultó limitante. La reconsolidación del suelo fue relativamente mayor en el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³ pudiendo disminuir el desarrollo inicial del *Eucalyptus viminalis*.

Palabras clave: macetas, densidad aparente, riego, materia seca, altura de plantas, compactación

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento forestal de una plantación comercial requiere el uso de maquinaria sobre un suelo que cumple dos funciones: a) Constituye el soporte para la maquinaria. b) Constituye el sustrato para el crecimiento de los árboles. A la vez, las propiedades de un suelo que le permiten constituir un sustrato para el crecimiento pueden verse alteradas por el tránsito de maquinaria. La tendencia actual con respecto a la maquinaria de aprovechamiento forestal es el uso de vehículos cada vez más pesados. Debido a esto,

el potencial de daños a la productividad del sitio es grande en los bosques ya que las pasadas de las máquinas se repiten en la misma senda. (MATTHES y WATSON, 1989). El acortamiento de los turnos de cosecha y la regularidad de abastecimiento que el mercado exige, condiciona a los responsables del aprovechamiento a incursionar dentro de las plantaciones cuando las condiciones edáficas no son apropiadas, son dos factores que acentúan el nivel de daños que sufre el suelo. El tráfico del rodado en el terreno ha sido reconocido como la mayor fuente de fuerzas causantes de la compactación (SCHAFER *et al.*, 1989), definida por BRADFORD Y GUPTA (1986) como el proceso que causa la alteración del volumen del suelo, resultante de la aplicación momentánea de una carga. Como consecuencia de la compactación, el escurrimiento superficial de agua se incrementa y el crecimiento de los árboles es perjudicado por el reducido abastecimiento de agua, el restringido espacio para las raíces y la pobre aireación (RAB, 1992). La densidad aparente es un parámetro que ha sido utilizado ampliamente como indicador de procesos de compactación. SANDS Y BOWEN (1978), en plantaciones de pino en suelos arenosos, encontraron que incrementos en la densidad aparente de 1,35 a 1,48 Mg.m⁻³ produjeron reducciones de 10 al 17 % en el rendimiento; y del 50 % cuando se llegó a 1,60 Mg m⁻³. MITCHELL *et al.* (1982) observaron mermas de un 50 % en la velocidad de implantación de pinos en suelos franco texturales identificando que valores de densidad aparente de 1,4 Mg.m⁻³ resultaron críticos para esta especie. CONSTANTINI *et al.* (1995) evaluaron los cambios temporales en densidad aparente en relación a la preparación de sitio para el establecimiento de pinos en Australia. Determinaron la duración de la reducción en densidad aparente y establecieron que la consolidación fue afectada por el tipo de suelo, la profundidad del suelo y la técnica de preparación usada. Sobre suelos de condiciones duras, de alta resistencia, la reducción producida por los implementos de preparación del suelo persistió por un período de 28 meses, en contraste con las condiciones no difíciles, las cuales se consolidaron más rápidamente y alcanzaron densidades aparentes más altas que las previas al nivel de precultivo en el período entre los 4 y los 28 meses siguientes a la preparación del sitio. RAB (1994), señala reducciones en la macroporosidad, en la porosidad total y en la conductividad hidráulica saturada en áreas disturbadas por tareas de madereo. Incrementos significativos en la densidad aparente del suelo fueron determinados por CULLEN *et al.* (1991), con valores superiores al 40% en relación con áreas no disturbadas. FERNÁNDEZ *et al.* (1995) trabajando en suelos con alto contenido de arcilla, evaluaron el efecto de distintas intensidades de tránsito durante la tala rasa sobre características

físicas del suelo y productividad del segundo ciclo de *Pinus taeda*. En cuanto al parámetro densidad aparente, solamente surge asociación al cuarto año de ensayos entre altura de los árboles con la densidad del estrato de 0 a 0,20m y con el volumen total entre 0-0,10m y 0-0,20m.

La compactabilidad del suelo depende del contenido de agua, la textura y el contenido de materia orgánica (ARAGÓN *et al.* 1996). RAB (1994), estudió el efecto de la compactación sobre propiedades físicas del suelo y crecimiento en altura y diámetro de *Eucalyptus regnans* en el sur de Australia y halló una correlación negativa entre el crecimiento en altura, diámetro y la densidad aparente del suelo en los primeros 0,10 m. Determinaron por ecuaciones de regresión una posible reducción del 50% en altura y diámetro para valores de densidad aparente de 0,91 y 0,96 Mg.m⁻³. De la misma forma estimaron que el crecimiento en altura y diámetro cesarían para registros de 1,32 y 1,43 Mg.m⁻³. SILVA Y FERREYRA (1995), estudiando las relaciones entre crecimiento en altura de plantas de eucaliptos y diversos parámetros físicos de suelo en distintos sistemas de labranza, no encontraron asociación entre dicho parámetro y ninguna de las variables estudiadas.

El objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento inicial del *Eucalyptus viminalis* L. en relación con distintos estados mecánicos del suelo. Se parte de la hipótesis que el grado de compactación del suelo tiene una relación inversa con el crecimiento inicial del *Eucalyptus viminalis* L., en forma independiente del aporte hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de un suelo Argiudol típico, extraído de la Estación Experimental Julio Hirschornn, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, se preparó el sustrato de crecimiento para el material vegetal en estudio. Se realizó primeramente una caracterización textural del suelo, para luego proceder al acondicionamiento del mismo para la plantación. Para ello se efectuó un ensayo Proctor de compactación (PROCTOR, 1933), a partir del cual se conoció la humedad en la cual existe mayor susceptibilidad a las cargas y la cantidad de agua requerida para humectar las muestras de suelo que serían posteriormente sometidas a tratamientos de compactación. Se definieron cuatro densidades aparentes de suelo correspondientes a cuatro tratamientos: 0,95; 1,1; 1,2 y 1,3 Mg.m⁻³. El suelo fue dispuesto en recipientes plásticos y compactado de acuerdo a la metodología descrita por MULHOLLAND *et al.* (1996) por medio de una prensa hidráulica a la cual se le colocó un plato de acero de similar diámetro que el de los recipientes utilizados. Para esto se diseñó un disco de acero y adaptadores de profundidad para lograr compactación por capas. Para lograr las distintas densidades

correspondientes a los tratamientos se siguió el siguiente procedimiento: el llenado de cada recipiente se efectuó con 9 capas de tierra de 2 cm de altura y 15 cm de diámetro, sumando un volumen de 353,9 cm³ por capa que fue idéntico para todos los tratamientos. Esto implicó que se tuviese distinta masa de tierra de acuerdo a la densidad buscada para cada tratamiento. Antes de agregar cada capa, se realizó un escarificado superficial con el objeto de lograr la unificación de las capas y evitar el crecimiento radicular en el plano que separa las mismas. El material vegetal implantado estuvo constituido por plantines de *Eucalyptus viminalis* (procedencia INTA Bordenave), en tubos de polietileno de 5 cm de diámetro, los cuales fueron ubicados en el recipiente definitivo con la ayuda de un sacabocados.

El ensayo se implantó el 13/5/98 y la evaluación final se efectuó el 24/11/98. Cada tratamiento contó con 40 repeticiones, que fueron dispuestas en un bloque ordenado de 8 x 20 recipientes, con una línea de bordura. Primeramente, el ensayo fue ubicado a cielo abierto y luego de 5 quincenas, en coincidencia con el inicio del ciclo de crecimiento en primavera, se trasladó a un invernáculo, para poder controlar las condiciones ambientales, de manera de no sufrir períodos de exceso o déficit hídrico que pudiesen interferir en la respuesta vegetal a las variables experimentales establecidas. A partir de ese momento se distinguieron 2 subtratamientos que consistieron en dos intensidades diferentes de riego: a) con riego reducido (RR), 7 l de agua cada 3 días y b) con riego sin restricciones (RSR), 14 l de agua cada 3 días, repartiéndose la mitad de las plantas de cada tratamiento a cada subtratamiento. De esta forma, se establecieron 2 condiciones de aporte hídrico, para valorar la respuesta a la compactación del suelo ante distintas condiciones de disponibilidad de agua, relacionadas a la dinámica de las propiedades físicas del suelo. Se registró la altura inicial de cada planta y se midió su altura cada 15 días. El crecimiento medio en altura de las plantas de cada tratamiento fue calculado a través de las diferencias entre la altura inicial y el último registro de altura de cada tratamiento. Al finalizar el ensayo, se efectuaron determinaciones de materia seca de parte aérea y área foliar. Como determinación complementaria se realizó la cuantificación de la materia seca radicular. Sobre los resultados del ensayo se procedió a realizar los análisis de varianza, mientras que la significancia de las diferencias fue determinada por medio del Test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mortalidad de los individuos de los diferentes tratamientos fue casi nula, registrándose solamente una planta muerta en el tratamiento de

mayor densidad aparente. Los incrementos de altura para cada tratamiento se visualizan en la Tabla 1. Se determinó significancia de la interacción entre tratamientos y subtratamientos por lo cual se procedió a evaluar los mismos en forma independiente. Es importante destacar, que las densidades iniciales no se correspondieron con las densidades finales alcanzadas por los distintos tratamientos. Si bien todos registraron incrementos en la densidad aparente, independientemente del aporte hídrico, los mayores valores relativos los alcanzó el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³, el cual tuvo una densidad final de 1,17 Mg.m⁻³, ubicándose entre el tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³ y 1,2 Mg.m⁻³, mientras que el tratamiento de 1,3 Mg.m⁻³ superó al valor de 1,34 Mg.m⁻³, de máxima compactación determinado por el método Proctor, con una densidad final de 1,4 Mg.m⁻³. Estos cambios ocurridos en el sustrato estarían de acuerdo con lo informado por CONSTANTINI *et al.* (1995). El suelo utilizado, luego de haber sido tamizado, habría permitido una rápida reconsolidación, principalmente ocasionada por las precipitaciones naturales, lo cual determinó mayores incrementos relativos en los valores de densidad aparente para el tratamiento de menor densidad inicial.

En el subtratamiento con riego reducido no hubo diferencias entre tratamientos aunque en valores absolutos el de mayor densidad 1,3 Mg.m⁻³ fue el de menor incremento, pero solamente un 3,7 % inferior al mayor. Por lo contrario, en el tratamiento sin restricción de riego se alcanzaron diferencias significativas del tratamiento de 1,2 Mg.m⁻³ con respecto al de 0,95 Mg.m⁻³ mientras que los de 1,1 Mg.m⁻³ y 1,3 Mg.m⁻³ registraron valores intermedios sin diferencias significativas con ningún otro. Al graficar las curvas decrecimiento para los distintos tratamientos, para la condición sin restricción hídrica, se visualiza claramente que los tratamientos correspondientes a las densidades 1,1, 1,2 y 1,3 Mg.m⁻³ tuvieron una tendencia similar, diferenciándose a medida que transcurrió el período de evaluación del tratamiento de menor densidad aparente inicial (Gráfico 1). A diferencia de ello, en condiciones de riego reducido, todos los participantes formaron grupos homogéneos en todas las instancias de medición. La tasa de crecimiento muestra en todos los tratamientos un cambio en la pendiente a partir del inicio del riego diferencial, junto con el inicio del ciclo de crecimiento primaveral. Llama la atención, que sea justamente el tratamiento de menor densidad aparente inicial, el único que se diferencia con menores incrementos de altura con respecto a los demás. A partir de estos resultados podría indicarse que el crecimiento es muy perjudicado si la densidad es elevada y el riego reducido; por lo tanto, con valores altos de densidad aparente es imperioso no limitar el aporte hídrico.

Tabla 1. Crecimiento en altura de *Eucalyptus viminalis* (cm).

Table 1. *Eucalyptus viminalis* height growth (cm).

Densidades (g/cm ³)	General	Riego reducido	Riego s/restricción
0,95	33,92	30,05 a	37,80 a
1,1	37,50	30,35 a	44,65 ab
1,2	37,90	29,70 a	46,10 b
1,3	36,79	29,22 a	43,60 ab

Valores medios seguidos de diferente letra inicial indican diferencias significativas según el test de Tukey ($P \leq 0,05$).

Sin embargo, la densidad del tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³ se ubicó, tal como fue explicado anteriormente, al final del ensayo por encima del tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³. Esto contradice en parte lo expresado anteriormente. La hipótesis ad-hoc que se plantea es que la ausencia de diferencias en el crecimiento para el tratamiento de menor densidad inicial, se debería a una menor exploración radicular en los primeros estadios de crecimiento, antes que se produjese la reconsolidación del suelo, lo cual una vez acontecido no habría permitido un desarrollo radicular que permitiese un mayor crecimiento aéreo. En la condición de riego restringido, todas las plantas habrían sufrido el estrés hídrico, siendo el mismo el factor limitante, sin que el grado de compactación del sustrato permitiese establecer un problema de mayor importancia relativa. Además, dadas las características del suelo en cuanto a sus constantes hídricas, el mismo habría al menos asegurado por su capacidad de acumulación de agua y contenido de materia orgánica una provisión suficiente de agua para un crecimiento reducido y no diferencial entre los tratamientos de compactación del suelo.

En relación a la materia seca de los distintos tratamientos y subtratamientos (Tabla 2), se hallaron diferencias significativas entre los niveles de compactación y entre ambas condiciones de riego, sin que halla interacción entre los mismos. En

condiciones de riego sin restricciones, los tratamientos de 1,3 Mg.m⁻³ y 1,1 Mg.m⁻³ fueron significativamente mayores que los de 1,2 Mg.m⁻³ y 0,95 Mg.m⁻³ siendo las diferencias con este último del orden del 62 % y 61% respectivamente. En condiciones de riego reducido las tendencias fueron similares, puesto que nuevamente el tratamiento de mayor densidad es el de mayor peso total y también discriminado en hojas y tallos diferenciándose significativamente del de 0,95 Mg.m⁻³, que fue el de menor materia seca total y parcial, y del de 1,2 Mg.m⁻³.

En cuanto al efecto del riego, el subtratamiento sin restricción hídrica fue superior al RR en aproximadamente un 35 % para los distintos niveles de compactación, salvo en el de 1,1 Mg.m⁻³ que resultó un 68 % superior.

Similares resultados se alcanzaron en la cuantificación del área foliar, con diferencias significativas entre el tratamiento de 1,3 Mg.m⁻³ con respecto al de 0,95 Mg.m⁻³, con registros del 76% mayores para la condición RSR y del 57% para la de RR. A nivel de subtratamientos, las diferencias fueron también significativas entre los mismos, con valores variables de incremento para el de RSR entre el 50 % y el 68 % (Tabla 3).

Gráfico 1. Crecimiento en altura para los distintos tratamientos con riego sin restricciones
Graphic 1. Height growth by treatments without restricted irrigation

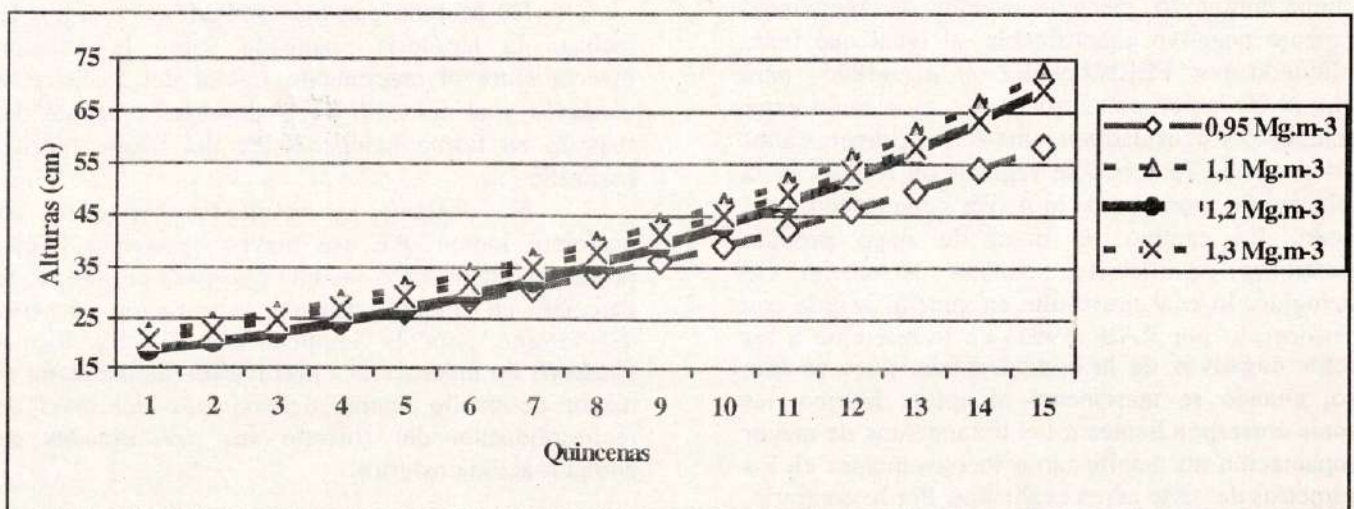


Tabla 2. Materia seca de parte aérea (g) para tratamientos y subtratamientos

Table 2. Aerial plant dry matter (g) by treatment and sub-treatment

Densidad (Mg.m ⁻³)	Riego sin restricción			Riego reducido		
	Total	Tallos	Hojas	Total	Tallos	Hojas
0,95	5,11 a	2,52 a	2,58 a	3,77 a	1,94 a	1,83 a
1,1	8,24 b	4,18 b	4,03 b	4,91 a b	2,36 a b	2,55 a b
1,2	6,05 a	3,04 a	3,01 a	4,49 a	2,23 a	2,26 a
1,3	8,28 b	4,24 b	4,06 b	6,08 b	2,91 b	3,17 b

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey (p≤ 0,05)

Los resultados alcanzados muestran correlación con los encontrados por SILVA Y FERREYRA (1995), quienes tampoco hallaron asociación entre altura de las plantas de eucaliptus y ninguno de los diversos parámetros físicos del suelo analizados. Por otra parte, tampoco aparecen como limitantes ninguno de los niveles de densidad aparente ensayados, pese a que la densidad final del material para el tratamiento de mayor compactación inicial, fue de 1,4 Mg.m⁻³.

Tabla 3. Áreas foliares medias (cm²).

Table 3. Mean leaf area (cm²).

Densidades (Mg.m ⁻³)	Riego sin restricción	Riego reducido
0,95	358,20 a	238,13 a
1,1	578,40 bc	301,35 ab
1,2	479,43 ab	293,20 ab
1,3	631,99 c	375,22 b

Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey (p≤ 0,05)

Esto contradice, al menos para los estadios iniciales de crecimiento de *Eucalyptus viminalis* los cálculos de RAB (1994), puesto que se superaron los valores indicados por el mismo de 1,32 y 1,43 Mg.m⁻³ a los cuales tanto el crecimiento en altura como en diámetro respectivamente deberían haber cesado. Por lo expuesto, la asociación entre densidad aparente y los distintos caracteres de parte aérea del eucaliptus no tiene durante los primeros estadios de crecimiento un efecto negativo cuantificable, al igual que fuera explicitado por FERNÁNDEZ *et al.* (1995) para *Pinus taeda* quien encontró escasa asociación entre crecimiento y densidad aparente en los primeros años de desarrollo. Tampoco se registró un retraso en la implantación producto de la mayor compactación del terreno. En cambio, el nivel de riego produjo reducciones significativas cuando el mismo fue restringido, lo cual no resulta en general acorde con lo informado por RAB (1992) en lo referente a los efectos negativos de la compactación, pues en este caso, cuando se incrementó el aporte hídrico, las plantas correspondientes a los tratamientos de mayor compactación no manifestaron inconvenientes en los parámetros de parte aérea evaluados. Por lo contrario, el nivel de mayor compactación indujo mayor altura de plantas, mayor peso de materia seca y mayor área foliar. Todo ello lleva a pensar que las plantas fueron

realmente afectadas por los distintos niveles de compactación, pero en lugar de haber limitado su crecimiento, respondieron al estrés con un mayor desarrollo. Por otra parte, el tratamiento de menor compactación inicial fue, en todos los parámetros de parte aérea, el que alcanzó los menores valores. La hipótesis que se establece para explicar estos resultados se relaciona al desarrollo radicular y a la reconsolidación del suelo. Los resultados de la valoración de la materia seca radicular, indican la existencia de diferencias significativas entre el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³, con el de 1,1 y 1,3 Mg.m⁻³; la reducción de la masa radicular fue, en promedio de las dos condiciones de riego, del orden del 92, 31 y 275% con respecto a los tratamientos de 1,1, 1,2 y 1,3 Mg.m⁻³ respectivamente. La facilidad de exploración radicular en los primeros estadios habría favorecido, en el tratamiento de menor densidad aparente, un sistema radical poco adaptado a condiciones edáficas que empeoraron rápidamente a causa de las precipitaciones y el riego posterior. Los tratamientos de mayor densidad aparente inicial, habrían generado para adaptarse a las peores condiciones del sustrato una mayor masa radicular, seguramente en los primeros centímetros del sustrato que le permitieron aún en condiciones desfavorables en un suelo bien provisto de materia orgánica, la cantidad de agua suficiente como para favorecer un mayor desarrollo inicial.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis planteada sobre la relación inversa entre el crecimiento inicial del *Eucalyptus viminalis* y el aumento de la densidad aparente del sustrato en forma independiente del aporte hídrico realizado.

No obstante los resultados expuestos, no pareciera lógico que ese mayor desarrollo inicial pueda proseguir en la medida que pasa el tiempo. Si pareciera en cambio, que una preparación excesiva del terreno para la implantación del *Eucalyptus viminalis* no favorece una más rápida implantación ni mayor desarrollo inicial, dependiendo del nivel de reconsolidación del sustrato sus posibilidades de compensación posterior.

CONCLUSIONES

El crecimiento inicial del *Eucalyptus viminalis* no es afectado en forma negativa por el incremento en la densidad aparente del sustrato, en forma independiente del aporte hídrico realizado.

El aporte hídrico resulta de mayor importancia en el crecimiento inicial de *Eucalyptus viminalis*, cuando la densidad aparente inicial supera 1 Mg.m^{-3} , valor a partir del cual las diferencias entre crecimiento en altura, materia seca aérea y área foliar adquieren significancia en relación directa con el incremento de riego.

La reconsolidación del sustrato, asociada a un exceso de roturación del suelo induce en los primeros estadios de crecimiento una reducción del crecimiento de las plantas de *Eucalyptus viminalis*

BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN A., M. García, A. Nico, R. Filgueira. 1996. Compactabilidad de suelos; influencia de la capacidad de retención de agua y sus variables conexas. Memorias del IV Congreso Argentino y II Internacional de Ingeniería Rural, Neuquén, Argentina. II: 707-712.
- BRADFORD J., S. Gupta. 1986. Soil Compressibility. In: A. Klute Methods of soils analysis. Part I Agronomy. 2nd edition. American Society of Agronomy. Madison WS. 479-492.
- CONSTANTINI A., M. R. Nester, M. Podberscek. 1995. Site preparation for *Pinus* establishment in south-eastern Queensland 1. Temporal changes in bulk density. Australian Journal Experimental Agriculture. 35: 1151-1158.
- CULLEN S., C. Montagne, H. Ferguson. 1991. Timber harvester trafficking and soil compaction in Western Montana. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 55: 1416-1421.
- FERNÁNDEZ R., J. Fahler, H. Fassola, N. Pahr, A. Lupi. 1995. Influencia de la compactación producida durante la tala rasa sobre la productividad del segundo ciclo de *Pinus taeda*. EEA Montecarlo, Centro Regional Misiones. Informe Técnico N° 3. 14 p.
- MATTHES K., W. Watson. 1989. Measurements of Pressure at the Soil - Tire Interface of a Rubber - Tired Skidder. In International Summer Meeting. American Society of Agricultural Engineers. Canadian Society of Agricultural Engineers. Quebec, Canada.
- MITCHELL M.L., A.E. Hassan, C.B. Davey, J.D. Gregory. 1982. Loblolly pine growth in compacted greenhouse soils. Transaction of ASAE, 25(2):304-307 and 312.
- MULHOLLAND B.J., I.B. Taylor, C.R. Black, J.A. Roberts. 1996. Effect of soil compaction on barley (*Hordeum vulgare* L.) growth II. Are increased xylem sap ABA concentrations involved in maintaining leaf expansion in compacted soils? Journal of experimental Botany, Vol 47, 297:551-556
- PROCTOR R.R. 1933. Fundamental principles of soil compaction. Engineering News Record, 11 (9):246-289.
- RAB M.A. 1992. Impact of timber harvest on soil disturbance and compaction with reference to residual log harvesting in East Gippsland, Victoria- a review. VSP Tech. Rep. No. 13, Native Forest Research, Department of Conservation and Environment, Vic., Australia, 18 pp.
- RAB M.A. 1994. Changes in physical properties of a soil associated with logging of *Eucalyptus regnans* forest in southeastern Australia. Forest Ecology and Management, 72: 215-229.
- SANDS R., G.D. Bowen. 1978. Compaction of sandy soils in radiata pine forests. 1. A penetrometer study. Aust. J. Soil Res. 17:101-113.
- SCHAFFER R., A. Bailey, C. Johnson, R. Raper. 1989. A Rationale for Modeling Soil Compaction Behavior: An Engineering Mechanics Approach. In International Summer Meeting. ASAE. CSAE. Quebec, Canada.
- SILVA J. R., O. O. Ferreira. 1995. Sistema de preparo do solo para implantacao de floresta: I. Influencia na resistencia do solo a penetracao. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. N° 95-4-349. 16 p.

CONTENIDO DE NUTRIENTES EN HOJAS DE ALGARROBO NEGRO (*PROSOPIS NIGRA*, GRIS.) EN EL CHACO HÚMEDO, PROVINCIA DE FORMOSA, ARGENTINA.

NUTRIENT CONTENT IN LEAVES OF *PROSOPIS NIGRA* GRIS. IN THE HUMID CHACO, FORMOSA PROVINCE, ARGENTINA.

Javier Llovio⁽¹⁾
Carlos Patiño⁽²⁾
Gladys Vicentini⁽¹⁾

Fecha de recepción: Febrero 2000

Fecha de aceptación: Junio 2001

¹Licenciado en Edafología e Ingeniera Forestal, Facultad de Recursos Naturales, UNaF, Av. Gutnisky 3200, 3600 Formosa.

²Licenciado en Edafología, Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET) y Facultad de Recursos Naturales, UNaF, Colón 1206, 3500 Resistencia, Chaco. E-mail: patino@arnet.com.ar

SUMMARY

The content of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium were determined in leaves of *Prosopis nigra*, *Gris*. using healthy samples growing in different types of soils frequently found in the Humid Chaco region of the Formosa province, in Argentina, during the year 1995. The results showed two well differentiated periods: November to July, where the variation of the nutrient concentration changed very little, and August to October, where the concentration of nitrogen in the leaves increased markedly.

Key words: *Prosopis nigra*; Humid Chaco; nutrients; soils.

RESUMEN

Se determinó el contenido de los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio en hojas de algarrobo negro (*Prosopis nigra*, Gris.), medido secuencialmente en ejemplares de buen estado sanitario, ubicados sobre dos tipos de suelo frecuentes en la región del Chaco Húmedo, Provincia de Formosa, durante el año 1995. Los resultados obtenidos acotan dos períodos de demanda bien diferenciados: en el más extenso (noviembre a julio), el contenido de los elementos químicos considerados varió muy poco; durante la segunda mitad del invierno y comienzo de la primavera (agosto a octubre), se registraron fuertes aumentos en la concentración foliar de nitrógeno. Esta última característica es también notable en fósforo y potasio; correspondiéndole al fósforo el mayor Coeficiente de Variación. Por su parte, el magnesio se mantuvo estable durante el lapso de mediciones.

Palabras clave: algarrobo negro; nutrientes; Chaco Húmedo; suelos.

INTRODUCCIÓN

Los algarrobos (*Prosopis* spp.), constituyen una alternativa de gran interés económico y ambiental, por producir madera de muy buena aptitud tecnológica, por las posibilidades alimenticias de sus frutos y hojas y por su capacidad para desarrollarse bien en suelos que presentan restricciones físicas y químicas para muchas especies forestales chaqueñas (ROIG, 1993).

No obstante, falta cuantificar la demanda de nutrientes de los algarrobos, en especial nitrógeno, fósforo y potasio; cuales son las épocas de mayores exigencias y que condiciones del medio físico (calidad de suelo y disponibilidad de agua), los favorecen o perjudican.

De forma semejante a lo que sucede en Misiones, respecto al mal manejo de los bosques nativos (FERNÁNDEZ, 1984); en las provincias de Chaco y Formosa, MORELLO (1983) destaca que la explotación excesiva de sus especies forestales valiosas y el camino errático en los intentos de recuperación del bosque, por falta del conocimiento de la manera en que estas especies funcionan, conducen a la degradación del suelo, a mayor vulnerabilidad ambiental por acción de eventos climáticos (sequías e inundaciones) y a inestabilidad social (abandono de tierra y migración de la población) (GLIGO y MORELLO, 1983).

Para comenzar a cubrir el déficit de información, los objetivos de este trabajo fueron:

- Evaluar, como primera aproximación, la diferencia en la concentración de los principales elementos nutrientes en hojas de *Prosopis nigra*, en el contexto de un período anual de crecimiento; considerando a esta diferencia como indicador de la variabilidad en la demanda trófica del algarrobo, frente a distinta disponibilidad de agua por la oferta irregular de lluvia y en diferentes calidades de sitio.
- Estimar las concentraciones relativas de estos nutrientes foliares, que pueden informar sobre la proporcionalidad que deben guardar en futuros ensayos de fertilización edáfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los dos sitios de estudio están ubicados en el Departamento Formosa, de la provincia homónima:

Sitio N° 1 Colonia Tres Mariás: 26°15'Sur - 58°15'Oeste.

Sitio N° 2 Riacho San Hilario: 26°20'Sur - 58°12'Oeste.

La zona oriental de la Provincia de Formosa se caracteriza por su clima subtropical húmedo sin estación seca, con temperaturas medias anuales de 22°C y moderada amplitud térmica estacional (media de enero: 27,7°C - media de julio: 17,5°C); con máximas absolutas de 44°C en febrero y mínimas absolutas de - 5°C en julio (BRUNIARD, 1995; GALMARINI y RAFFO DEL CAMPO, 1964).

Las precipitaciones presentan distribución bimodal, registrándose los mayores montos en los meses de octubre a diciembre y de febrero hasta abril. Los mínimos ocurren, con mayor frecuencia, en los meses de julio y agosto.

La zona queda comprendida entre las isohietas media anual de 1100 mm y 1300 mm. No obstante, la irregularidad de las lluvias condiciona que los valores promedio pueden variar en 100% o más, tanto en exceso como en falta de agua (BRUNIARD, *op. cit.*; NEIFF, 1986). En la Tabla 1, se registran las lluvias mensuales ocurridas durante el período de muestreo, en los respectivos sitios de trabajo.

Tabla N° 1 – Registro mensual de lluvias (mm).

Monthly rainfall record

	Sitio N° 1 Año 1995	Sitio N° 2 Año 1995
Mes	Lluvia	Lluvia
E	272	240
F	90	133
M	281	145
A	179	135
M	84	94
J	5	0
J	5	0
A	0	0
S	108	40
O	55	47
N	18	31
D	48	75

El año 1995 se caracterizó por un verano y otoño húmedos; e invierno, primavera e inicio del verano siguiente muy secos.

Los dos sitios se ubican en la zona geomorfológica denominada *Depresión Oriental*, que es una planicie suavemente ondulada, con pendientes

cuyos valores varían aproximadamente entre 0,5% y 1,0% (LEDESMA, 1970).

Los suelos son:

- *Sitio N°1, Colonia Tres Mariás: Halacuepts aérico*, salino-alkalino en superficie ($CE\ 8.500\ \mu S.cm^{-1}$, $pH\ 8,55$), alcalino en profundidad ($pH\ 9,75$).

- *Sitio N°2, Riacho San Hilario: Albacualf típico*, salino y alcalino ($CE\ 5.300\ \mu S.cm^{-1}$, $pH\ 7,70$) (LEDESMA y col., 1990).

Estos suelos representan 12 % y 6% de la superficie provincial, respectivamente (LEDESMA y col, *op.cit.*).

Su uso actual es ganadero extensivo, con muy bajo nivel tecnológico y poca infraestructura para el manejo pecuario.

Dos hechos deben destacarse por sus efectos sobre la capacidad de sustentación del suelo:

a) Elevada concentración de sodio en el sistema coloidal del suelo (Sitio N° 1). El *Porciento de Sodio de Intercambio* (PSI) es superior a 20 desde la superficie, alcanzando un máximo de 45 en el horizonte C1 (30-42 cm de profundidad).

El PSI en el Sitio N° 2, es menor a 15 en los primeros 40 cm del perfil, y su máximo es 18 a 1,16 m de profundidad.

b) Mayor capacidad de intercambio catiónico en el Sitio N°2 (26 meq.100g vs. 21 meq.100g, dominada por la combinación *calcio/magnesio*, con saturación de bases prácticamente 100% a partir del horizonte B21 (LEDESMA y col., *op.cit.*).

En bosques naturales de algarrobo, se eligieron tres árboles en cada sitio para la recolección mensual de hojas; sus características esenciales se detallan en la Tabla 2.

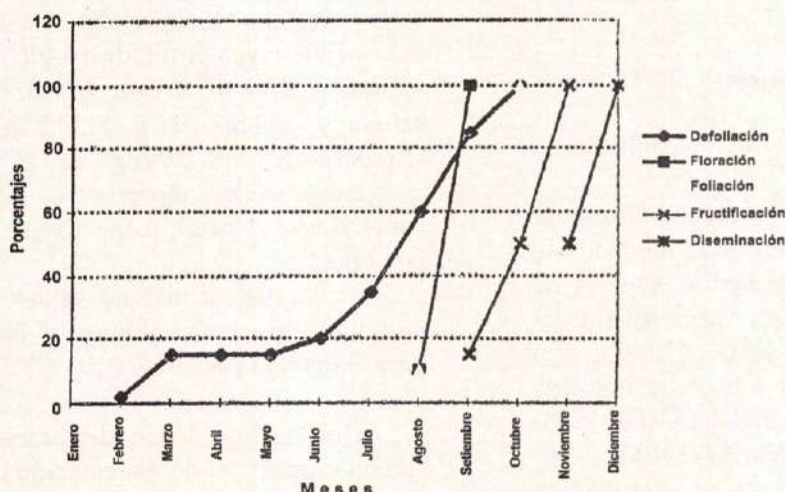
Tabla 2: Morfología de los árboles muestreados.

Morphology of the sampled trees

Sitio N° 1			
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
DAP (m)	0,53	0,25	0,33
Altura de fuste (m)	1,14	2,2	5
Altura total (m)	12	8,5	10
Sitio N° 2			
	Arbol 1	Arbol 2	Arbol 3
DAP (m)	0,52	0,43	0,82
Altura de fuste (m)	2	4	1,8
Altura total (m)	10	8	14

Por los escasos antecedentes sobre métodos de muestreo foliar para especies forestales nativas chaqueñas, se utilizó una modificación del propuesto por MONTAGNINI y col. (1995).

Figura 1: Fenología de *Prosopis nigra* en el este de Formosa, 1995
Phenology of *Prosopis nigra* in the East of Formosa Province, 1995



Fuente: Dirección de Bosques, Ministerio de la Producción, Formosa.

Se extrajeron, cada 30 días, hojas adultas del tercio inferior de la copa de los ejemplares marcados, excepto en el período de brotación (julio, agosto, setiembre), donde se colectaron hojas jóvenes. Dado el carácter exploratorio de este trabajo, se consideró importante no interrumpir los muestreos, a fin de tener una perspectiva del año completo en el contenido de nutrientes foliares, aun cuando no se tratara de hojas adultas.

El material recolectado en cada campaña mensual se mezcló a fin de formar una muestra; de manera similar a como se analizan las muestras compuestas de suelo, luego se extrajo por cuarteo una alícuota, que fue lavada con agua destilada y secada en estufa a 70° C, hasta peso constante. Seguidamente se realizó su molienda y pasada por tamiz N° 10 (código American Society of Testing and Materials - ASTM).

Las determinaciones de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se realizaron por duplicado; por lo tanto, los valores expresados en las figuras 2 y 3, representan la media de las dos repeticiones.

Cada una de las sucesivas muestras, se digirieron en una mezcla ternaria de ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido perclórico (JACKSON, 1970), realizándose sobre el producto de la digestión las siguientes determinaciones:

- Fósforo total, método de Bray y Kurtz N° 1 (JACKSON, *op. cit.*).
- Potasio, fotometría de llama (JACKSON, *op. cit.*).
- Magnesio, valoración con verseno (RICHARDS, 1970).
- Nitrógeno total, método semi-micro Kjeldahl (JACKSON, *op. cit.*).

Los datos fenológicos para el algarrobo negro en el este de Formosa, se obtuvieron de la Dirección de Bosques, Ministerio de la Producción, Provincia de Formosa.

RESULTADOS

Los cambios mensuales en la concentración de nutrientes en hojas de *Prosopis nigra* para ambos sitios de muestreo, se expresan en las Figs. 2 y 3.

Fig. N°2: Contenido mensual de N,P,K y Mg en hojas de *Prosopis nigra*. Sitio N°1
Monthly contents of N, P, K, Mg in leaves of *Prosopis nigra*, Site 1

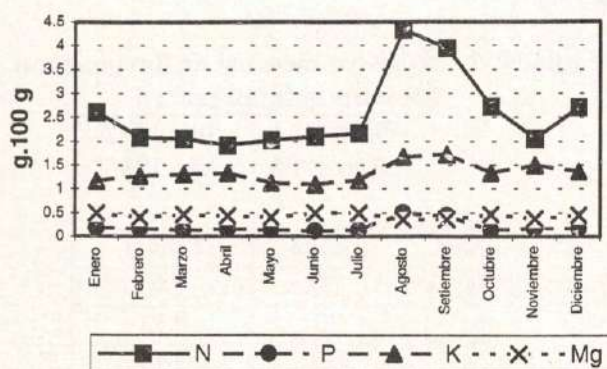
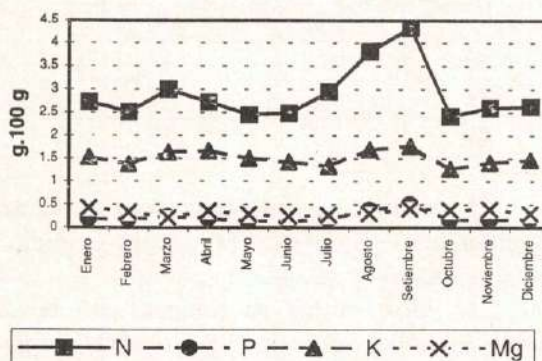


Fig. N°3: Contenido mensual de N,P,K y Mg en hojas de *Prosopis nigra*. Sitio N°2.
Monthly contents of N, P, K, Mg in leaves of *Prosopis nigra*, Site 2



Las modificaciones en los valores de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se relacionaron con la situación fenológica del *algarrobo negro* durante 1995, detallada en la Fig. N°1.

Las lluvias importantes de marzo, abril, mayo y setiembre (Tabla 1), constituyeron una reserva de agua en el suelo suficiente para permitir una brotación anticipada, respecto a lo que sucede en años más secos, especialmente en otoño, en los que, por falta de agua, ésta puede atrasarse hasta mediados de setiembre y octubre.

Hasta el mes de julio, donde se inicia un activo proceso de defoliación, las concentraciones foliares de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se mantienen con pocos cambios.

Al final del invierno e inicio de primavera, cuando comienzan a activarse los procesos de floración y fructificación, se produce, en ambos sitios, un fuerte incremento del contenido de nutrientes en las hojas (Figs. 2 y 3). Los respectivos porcentuales son:

* Sitio N° 1: N 114%, P 334% y K 54%;

* Sitio N° 2: N 77%, P 220% y K 25%.

A partir de octubre, en coincidencia con las fases más significativas de los procesos de floración y fructificación, las cifras disminuyen notoriamente.

La concentración del magnesio foliar no acusó cambios relevantes durante el lapso de muestreo.

Tabla N° 3 - Contenidos de nutrientes en las hojas analizadas. Nutrients contents of *Prosopis* in leaves.

Sitio N° 1				
	Nutrientes			
Parámetro estadístico	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Media	2,56	0,20	1,35	0,43
Desviación estándar	0,76	0,12	0,19	0,05
CV (%)	29,6	59,6	14,4	10,9
Sitio N° 2				
	Nutrientes			
Parámetros estadísticos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Media	2,89	0,20	1,51	0,33
Desviación estándar	0,57	0,08	0,15	0,06
CV(%)	19,7	37,3	9,8	19,6

DISCUSION

Según diversos autores (GOODDALL y GREGORY, 1974; GRIMM y FASSBENDER, 1981; SPURR y BARNES, 1982), el análisis del tejido vegetal, en particular de las hojas, es uno de los métodos más confiables para determinar el estado

nutricional de un árbol y, correlativamente, el nivel de fertilidad del suelo.

En la literatura consultada, no se encontraron antecedentes sobre contenido de nutrientes esenciales en hojas de *Prosopis nigra*.

GRIMM y FASSBENDER (op.cit.), realizaron mediciones de las reservas orgánicas y minerales distribuidos en la canopia, capa de mantillo y suelo mineral, analizando los procesos de transferencia de los elementos químicos entre las diferentes partes del ecosistema.

VERZINO (1983), presenta rangos de concentración de nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio y boro en el follaje de otoño del eje terminal de *Pinus ponderosa* (Laws) Dougl., en el noroeste de Estados Unidos. Se reportan tamaño de muestras para análisis y curvas de crecimiento en función de las concentraciones en el follaje de los elementos minerales.

El trabajo que más se aproxima, tanto desde la cercanía geográfica como por la similitud de procedimientos, es el de MONTAGNINI y col. (op.cit.). Estudiaron la distribución de los nutrientes principales en cinco especies nativas de la selva misionera, muestreándose hojas, ramas y raíces. Observaron que el mayor contenido de nitrógeno, potasio y magnesio se registra en las hojas de las especies estudiadas; en tanto el fósforo y el calcio tienen una distribución más equitativa respecto a ramas y raíces.

De los elementos químicos analizados, el fósforo presenta el mayor Coeficiente de Variación (Tabla 3), como resultado de la magnitud del incremento en sus concentraciones foliares durante agosto y setiembre.

En el Sitio N°2, el contenido foliar de *N-P-K* es mayor que en el Sitio N°1: aproximadamente 12% para *N* y *K*, y 2% para *P*.

Es altamente probable que estas diferencias se produzcan por el ambiente edáfico más restrictivo del Sitio N°1: elevado contenido de sodio (45%), que genera limitantes físicas para la expansión de las raíces y la circulación del agua, por el frecuente endurecimiento de sus horizontes arcillosos; mayor contenido salino en los horizontes superficiales y menor capacidad de intercambio catiónico.

La magnitud de las reservas de nutrientes acumuladas en las hojas en cada período anual, es vital para los procesos de foliación y floración del algarrobo (ROIG, op.cit.)

No obstante, como estos procesos suceden con mayor frecuencia durante los meses secos de julio, agosto y setiembre, existe el riesgo que el flujo de nutrientes se dificulte por el bajo contenido de agua disponible en el suelo.

Si se presenta esta situación, es muy probable que se produzca una sensible merma en la producción de frutos y semillas, tal como lo reconoce la experiencia empírica de los pobladores rurales de

la región, lo que puede afectar las posibilidades de éxito respecto a la propagación del algarrobo.

CONCLUSIÓN

1 - Existe una demanda trófica variable en el tiempo de los algarrobales de *Prosopis nigra*, que esta originada en el comportamiento fenológico de este árbol, en las condiciones ambientales y en la aptitud del suelo. El lapso de mayores exigencias es de aproximadamente tres meses (fines de invierno e inicio de primavera), como consecuencia del período de foliación y producción de flores y frutos.

2 - El nitrógeno es el nutriente más utilizado y representa, con toda probabilidad, el flanco más vulnerable del mecanismo trófico general.

3 - Comparando los niveles de nutrientes foliares en los dos sitios, las concentraciones son más elevadas en el Sitio N°2, probablemente por sus mejores características edáficas, teniendo en cuenta que la distribución y montos de las lluvias han sido muy semejantes en ambos lugares.

4 - La proporcionalidad en la concentración de nutrientes, para ambos sitios, se mantuvo relativamente constante, a pesar de las diferencias en la sustentabilidad edáfica. Por lo tanto, la relación del peso individual de cada nutriente, con respecto a su participación en la demanda trófica anual del algarrobo negro, sería de aproximadamente 2,6 para nitrógeno, 0,2 para fósforo, 1,4 para potasio y 0,35 para magnesio.

BIBLIOGRAFÍA

BRUNIARD, D., 1995. El clima de las planicies del norte argentino. Tesis doctoral, Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, UNNE, 360 pp.

FERNÁNDEZ, R. 1984. La habilitación de las tierras en la selva misionera y consecuencias sobre la degradación de los suelos. Actas Segundas Jornadas Técnicas, UNaM. Tomo I, pp 71-99.

GALMARINI, A.G. y J.M. Raffo del Campo. 1964. Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la Región Chaqueña, CONADE, 174 pp.

GLIGO, N. y J.H Morello, 1983. Perspectivas de la expansión de la frontera agropecuaria en el espacio sudamericano. En: Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina, Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, España, pp 21-35.

GRIMM, U. y H. Fassbender 1981. Ciclos biológicos de un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela, II. Producción y descomposición de los residuos vegetales. Vol. 31, N° 1. Turrialba.

GOODALL, D.W. y F. Gregory 1974. Composición química de las plantas como un índice de su estado nutricional. Imperial Bureau of Hort and Plantation Crops; Tech. Comm. 17, 167 pp.

JACKSON, M.L., 1970. Análisis Químico de Suelos, 2ª Edición. Editorial Omega S.A., España; 652 pp.

LEDESMA, L.L., 1970. Caracterización de los suelos desarrollados en ambientes aluviales. IDIA, N° 296, 12 pp.

LEDESMA, L.L. *et al.*, 1990. Mapa de suelos de la Provincia de Formosa, En: Atlas de Suelos de la República Argentina, 46 pp.

NEIFF, J.J., 1986. Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. Ambiente Subtropical 1, pp 5-35.

MONTAGNINI, F; R. y H. Hamilton, 1995. Relación entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: Contenido de elementos de la biomasa. Yvyrareta, Año 6, N° 6, pp 5-12.

MORELLO, J.H. 1983. El Gran Chaco: el proceso de expansión de la frontera agrícola desde el punto de vista ecológico-ambiental. En: Expansión de la frontera agropecuaria y medio ambiente en América Latina. Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales, España, pp 341-395.

RICHARDS, L.A. (editor), 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos; Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, 174 pp.

ROIG, F.A. 1993. Informe nacional para la selección de germoplasma de especies de *Prosopis* de la República Argentina. En: Conservación y Mejoramiento de especies del género *Prosopis*. CONICET, Universidad Nacional de Cuyo, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Argentina, pp 1-36.

VERZINO, G. 1983. Determinación del estado nutricional del Pino ponderosa. Vº Congreso Forestal Argentino; Trabajos Técnicos, Tomo II. La Pampa, pp 96-101.

CRECIMIENTO RADICULAR DE PLANTINES DE *Eucalyptus viminalis* L.: EFECTOS DE LA COMPACTACIÓN.

SEEDLINGS ROOT GROWTH OF *Eucalyptus viminalis* L. EFFECTS OF SOIL COMPACTION

Juan Pablo Casado¹
Roberto Hernán Balbuena¹
Eduardo Manghi¹
Patricio Miguel Mac Donagh²

Fecha de recepción: Febrero 2000
Fecha de aceptación: Marzo 2001

¹ Docentes de la Facultad de Cs Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Avda 60 y 119. CC31 CP 1900 La Plata. Tel 4236758. Fax 54-221-4252346. E-mail balbuena@isis.unlp.edu.ar.

² Docente de la Facultad de Cs Forestales de la Universidad Nacional de Misiones

SUMMARY

Test were made with the aim to evaluate soil compaction effects on initial root growth of *Eucalyptus viminalis*. The soil obtained from a typical Argiudol was introduced in flexible plastic pots and compacted with a press and four soil bulk densities 0,95; 1,1; 1,2 y 1,3 Mg.m⁻³ established as treatments. Then, the plants were putted in the topsoil into the pot. Three months later the plant population was divided and receive two irrigation levels a) without water restriction and b) with reduce irrigation. Six months from transplant the plants were cut. The fifty percent of the pots were washed, roots separated and dry root matter and root length evaluated. The other pots were cut by their longitudinal axle and number of roots counted with a grid. Dry root matter of 1,3 Mg.m⁻³ treatment was significantly greater than 0,95 Mg.m⁻³. Primary/total root ratio was greater for subtreatment without water restriction. Root distribution was affected and treatments with greater bulk density had more roots in the upper layers while the 0,95 Mg.cm⁻³ treatment had more in the deeper layers. The 0,95 Mg.m⁻³ treatment had the lowest root length too. Soil compaction affects initial roots growth, their number and distribution into the soil profile.

Key words: bulk density; root length; pots; irrigation

RESUMEN

Se realizaron ensayos para valorar los efectos de la compactación del suelo sobre el crecimiento radicular de plantines de *Eucalyptus viminalis*. Fueron establecidos 4 tratamientos correspondientes a 4 densidades aparentes de suelo: 0,95 Mg.m⁻³, 1,1 Mg.m⁻³, 1,2 Mg.m⁻³ y 1,3 Mg.m⁻³. El sustrato, obtenido a partir de un Argiudol típico, fue compactado en recipientes plásticos por medio de una prensa hidráulica y en el mismo se ubicaron plantines en tubetes. A los 3 meses del trasplante fueron establecidos 2 tratamientos de riego, uno con aporte restringido de agua y otro sin restricción. A 6 meses de realizarse el trasplante se cortó la parte aérea y se procedió al lavado y separación del sistema radicular de la mitad de las plantas. La otra mitad fue cortada según su eje longitudinal y contado el número de raíces con la ayuda de una grilla. Se evaluó peso seco de raíces, número de raíces y longitud de raíces principales y secundarias. El tratamiento de 1,3 Mg.m⁻³ tuvo significativamente mayor masa radicular que el de 0,95 Mg.m⁻³. La relación raíz primaria/raíces totales fue mayor para el subtratamiento sin restricción hídrica. El tratamiento de menor densidad aparente inicial tuvo en promedio menor número y longitud de raíces mientras que la zona de mayor concentración radicular fue más superficial para los tratamientos de mayor

compactación. La compactación del suelo afecta la masa, distribución y longitud radicular durante los primeros estadios de crecimiento del eucalipto.

Palabras clave: densidad aparente; longitud radicular; macetas; riego.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de aprovechamiento forestal, han tenido en los últimos años importantes avances en la mecanización de las operaciones proceso, tendientes a incrementar la capacidad de trabajo de los equipos y mejorar su capacidad de paso. Esto conlleva en la mayoría de las soluciones técnicas a un aumento en el peso de los vehículos utilizados, aumento en la superficie de contacto rueda-suelo a través de distintos sistemas y/o en el número de ejes de transporte o tracción de los vehículos utilizados. Sin embargo, en muchas ocasiones las distintas alternativas de diseño no logran eliminar los riesgos de compactación del suelo, identificado actualmente como uno de los problemas de mayor relevancia mundial, por afectar a la casi totalidad de los sistemas productivos. La disminución de la presión sobre la superficie del terreno reduce los problemas de compactación superficial (SMITH y DICKSON, 1990) pero cargas superiores a 6 Mg por eje han sido señaladas por HÅKANSSON *et al.* (1988) como

causantes de compactación subsuperficial. El pasaje de sistemas de ruedas con alta presión de contacto pero con baja carga sobre el eje es responsable de la compactación superficial del terreno. Por otra parte, el pasaje repetido de ruedas en una misma senda, aún con baja carga sobre el eje puede causar compactación subsuperficial JORAJURÍA *et al.* (1997).

La compactabilidad del suelo depende del contenido de agua, materia orgánica y de la textura (Aragón *et al.* 1996). Los perjuicios que causa la compactación son notados principalmente en los sectores donde circulan los vehículos. Como consecuencia de la compactación, el escurrimiento superficial de agua se incrementa y el crecimiento de los árboles es perjudicado por el reducido abastecimiento de agua, el restringido espacio para las raíces y la pobre aireación (RAB, 1992). En áreas transitadas, CULLEN *et al.* (1991) determinaron incrementos significativos en la densidad aparente del suelo con valores superiores al 40%, en relación con áreas no disturbadas.

La densidad aparente es un parámetro que ha sido ampliamente utilizado como indicador de la compactación. Sands y Bowen (1978) encontraron que incrementos en la densidad aparente de 1,35 a 1,48 Mg.m⁻³ produjeron reducciones del 10 % al 17 % en el rendimiento y del 50 % a 1,60 Mg.m⁻³ en plantaciones de pino en suelos arenosos. MITCHELL *et al.* (1982) observaron mermas de un 50 % en la velocidad de implantación de pinos en suelos franco texturales identificando como valor crítico de densidad aparente 1,4 Mg.m⁻³. CONSTANTINI *et al.* (1995) evaluaron los cambios temporales en densidad aparente con relación a la preparación de sitio para el establecimiento de pinos en Australia. Determinaron la duración de la reducción en densidad aparente, estableciendo que la consolidación fue afectada por el tipo de suelo, la profundidad del suelo y la técnica de preparación usada. Sobre suelos de condiciones duras, de alta resistencia, la reducción producida por los implementos de preparación del suelo persistió por un período de 28 meses, en contraste con las condiciones no difíciles, las cuales se consolidaron más rápidamente y alcanzaron densidades aparentes más altas que las previas al nivel de precultivo en el período entre los 4 y los 28 meses siguientes a la preparación del sitio.

En las especies arbóreas con raíz principal, el desarrollo radical en los primeros estadios se realiza fundamentalmente a expensas de los brotes. En el estado maduro en cambio, el crecimiento del árbol depende de otros factores inherentes al sitio, tales como tipo de suelo, presencia de capas compactadas, drenaje del terreno, estado nutricional de la planta. El crecimiento lateral de las raíces es por lo general de 2 a 5 veces el radio de la copa, mientras que el mayor desarrollo del sistema radicular lo alcanza en forma general en los sitios más empobrecidos (DANIEL *et al.*, 1982). La distribución

de las raíces en el suelo es una función de la especie, la edad y el ambiente. El ambiente condiciona en presencia de altos contenidos de humus, aireación, nutrientes y humedad el máximo desarrollo de vellosidades radicales en los estratos superiores y por lo tanto sistemas someros de raíces. Con relación a la longitud de raíces, las raicillas de menos de 2 y 3 mm representan del 85 al 99 % de la longitud radicular total, pero sólo del 14 al 60% del peso total de la raíz (DANIEL *et al.*, 1982).

DAVIS *et al.* (1983) informaron que la distribución de raíces en *Pinus radiata* está afectada por la resistencia a la penetración, la densidad aparente, el sitio y la fertilización. Encontraron que el 39 al 75% de las raíces se desarrollaron en los primeros 20 cm, modificados por las tareas de labranza, mientras que por debajo de esta profundidad la colonización radicular respondía a las características generales del sitio. Si bien se observa una tendencia a un menor enraizamiento con el incremento de densidad, los coeficientes de correlación fueron bajos con relación a otros factores como la materia orgánica. La interacción entre densidad aparente, aireación y resistencia del suelo, hace difícil de establecer un nivel crítico de densidad aparente por encima del cual el crecimiento radicular sea afectado. SANDS y BOWEN (1978) mensuraron que el peso seco de material radicular fue aproximadamente la mitad cuando los plantines de *Pinus radiata* desarrollaron en arena compactada a una densidad de 1,6 Mg.m⁻³ con relación a aquellos que lo hicieron en un suelo con densidad aparente de 1,35 Mg m⁻³.

No obstante lo expuesto, son escasos los antecedentes sobre la incidencia de la compactación en el crecimiento inicial de las raíces de eucaliptos y su capacidad de respuesta ante condiciones adversas. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo radicular de plantines de *Eucalyptus viminalis* L. en sustratos sometidos a distintos niveles de compactación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se efectuaron en la Facultad de Cs. Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 55' LS y 57° 57' LO). A partir de un suelo Argiudol típico, extraído de la Estación Experimental Julio Hirschhorn, se preparó el sustrato de crecimiento para el material vegetal en estudio. Se realizó primeramente una caracterización del material (Tabla 1), para luego proceder al acondicionamiento del mismo para la plantación. Para ello se efectuó un ensayo de compactación según la metodología propuesta por PROCTOR (1933), a partir del cual se conoció la compactabilidad del material, la humedad en la cual existe mayor susceptibilidad a las cargas y la cantidad de agua requerida para humectar las muestras de suelo que serían posteriormente sometidas a tratamientos de compactación.

Tabla 1: Principales características del sustrato utilizado.**Table 1: Soil main characteristics.**

C (%)	MO (%)	CC (%) (*)	PMP (%) (**)	Arena	Limo (%)	Arcilla	Clase textural
2,2	3,7	27,17	15,76	28	45,4	26,6	Franco arcilloso

(*) Capacidad de campo (**) Punto de marchitez permanente

Los resultados obtenidos fueron 1,34 Mg.m⁻³ de Densidad Aparente Máxima (DAM) y 26% de Humedad Óptima de Compactación (HOC). El suelo destinado al llenado de los envases fue tamizado a través de una zaranda de 4,8 mm de diámetro. Se tomaron muestras para determinar su humedad gravimétrica y a partir de la misma se agregó la cantidad de agua necesaria para llegar a la HOC mediante un microaspersor. Se definieron cuatro densidades aparentes de suelo correspondientes a cuatro tratamientos: 0,95; 1,10; 1,20 y 1,30 Mg.m⁻³. El suelo fue dispuesto en recipientes plásticos y compactado de acuerdo a la metodología descrita por MULHOLLAND *et al.* (1996) por medio de una prensa hidráulica a la cual se le colocó un plato de acero de similar diámetro que el de los recipientes utilizados. Para esto se diseñó un disco de acero y adaptadores de profundidad para lograr compactación por capas. El llenado de cada recipiente se efectuó con 9 capas de tierra de 2 cm de altura y 15 cm de diámetro, sumando un volumen de 353.4 cm³ por capa para todos los tratamientos. Esto representó distinta masa de tierra de acuerdo a la densidad buscada para cada tratamiento. Antes de agregar cada capa, se realizó un escarificado superficial con el objeto de lograr la unificación de las capas y evitar el crecimiento radicular en el plano que separa las mismas. El material vegetal implantado estuvo constituido por 160 plantines de *Eucalyptus viminalis* procedencia INTA Bordenave, en tubos de polietileno de 5 cm de diámetro, los cuales fueron ubicados en el recipiente definitivo con la ayuda de un sacabocados. Los plantines fueron seleccionados a partir de una población de 300 individuos, en función de la altura y el número de hojas al momento del trasplante a los efectos de evitar diferencias que pudiesen interferir en el ensayo experimental. La altura promedio de las plantas utilizadas fue de 0,2m con un coeficiente de variación del 10%.

El ensayo se implantó el 13/5/98 y la evaluación final se efectuó el 24/11/98. Primeramente, el ensayo fue ubicado a cielo abierto, dentro de una parcela protegida y luego de 5 quincenas se trasladó a un invernáculo. A partir de ese momento se distinguieron 2 subtratamientos que consistieron en dos intensidades diferentes de riego: a) de riego reducido (RR) y b) de riego sin restricción (RSR) repartiéndose la mitad de las plantas de cada tratamiento a cada subtratamiento. El mismo se realizó en relación con los procesos de impedancia mecánica que suelen presentar los suelos para el normal desarrollo radicular, cuando los mismos

sufren procesos de restricción hídrica. Los tratamientos y subtratamientos fueron dispuestos en un diseño de bloques totalmente al azar, con una línea de bordura.

Al finalizar el período de evaluación estipulado, se cortó la parte aérea y en la mitad de las macetas el sustrato conteniendo la parte radicular se separó de la maceta y se congeló hasta su procesamiento definitivo de acuerdo a la técnica utilizada por CHIDICHIMO (1992). El material radicular así separado se llevó a estufa a 60°C para su posterior pesado y obtención de la materia seca. Posteriormente se separaron las raíces primarias y secundarias determinándose la longitud de las mismas en forma independiente por medio de un software para análisis de imágenes Optimax. La otra mitad fue cortada en 2 mitades según su eje longitudinal lavadas las caras expuestas con un microaspersor hasta desgranar 1 cm de tierra de la pared cortada, a los efectos de dejar al descubierto con claridad los extremos de las raíces y proceder a contar el número de raíces con la ayuda de una grilla metálica de sección cuadrangular de 0,04 m de lado. Sobre los resultados alcanzados se efectuó análisis de varianza y la significancia de las diferencias analizadas estadísticamente por medio del Test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca radicular

En la Tabla 2 se visualizan los resultados alcanzados en materia seca total de raíces por tratamiento y subtratamiento. En el análisis general de los datos el tratamiento de mayor densidad aparente fue el que presentó el mayor peso de raíces, alcanzando diferencias significativas tanto con el de menor densidad aparente inicial (0,95 Mg.m⁻³) que es el de menor masa radicular y con el de 1,20 Mg.m⁻³, mientras que el tratamiento de 1,10 Mg.m⁻³ se diferenció únicamente del de menor densidad. Estas tendencias se manifestaron también, cuando se analizaron los valores medios de los subtratamientos con distinto aporte hídrico. Sin ser éste un sitio empobrecido, el mayor desarrollo radicular lo alcanzó el tratamiento de mayor densidad inicial (1,30 Mg.m⁻³), que es en el actual ensayo el de condiciones de mayor adversidad para el crecimiento de las plantas, en concordancia con lo citado por DANIEL *et al.* (1982).

Tabla 2. Valores medios de materia seca de raíces (g).

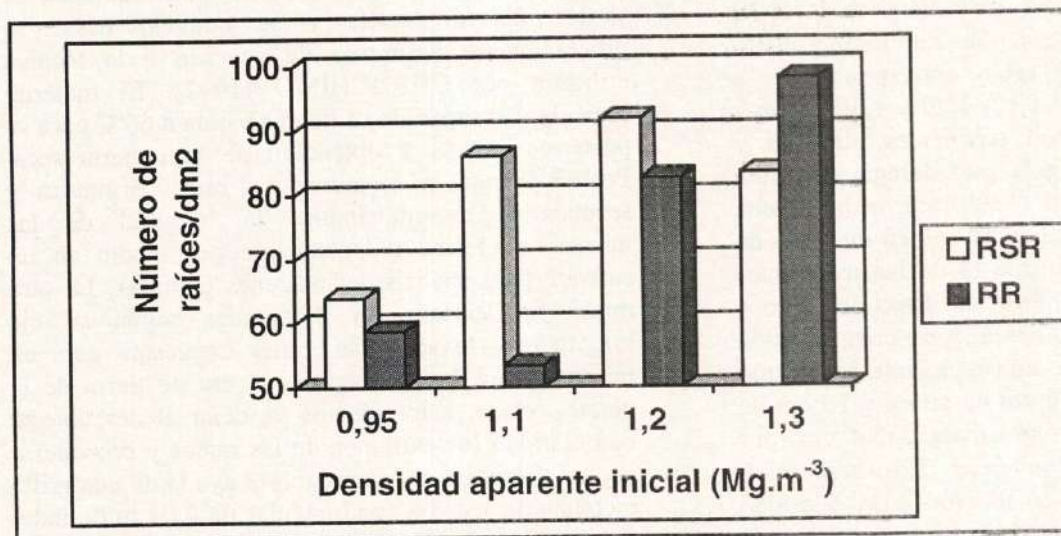
Table 2. Root dry matter values (g)

Densidad (Mg.m ⁻³)	General	RR	RSR
0,95	0,91 a	0,75 a	1,06 a
1,10	1,75 bc	1,67 ab	1,83 b
1,20	1,19 ab	1,07 ab	1,32 ab
1,30	2,07 c	2,16 b	1,98 b

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tuckey ($p \leq 0,05$). RR: riego reducido; RSR: riego sin restricciones

Gráfico 1: Número de raíces según densidad aparente y oferta de agua. RSR: Riego sin restricciones; RR: Riego restringido

Graphic 1: Root counts in relation to bulk density and irrigation level. RSR: without water restriction; RR: with reduce irrigation.



En cuanto al efecto del riego para cada tratamiento, el comportamiento fue dispar, puesto que la masa radicular fue mayor para el tratamiento con riego sin restricciones para 0,95 Mg.m⁻³, 1,10 Mg.m⁻³ y 1,20 Mg.m⁻³ (41,3 %, 9,58 % y 23,36 % respectivamente) pero no así para el de 1,30 Mg.m⁻³ en el cual la tendencia cambió y tuvo un 8,33% menor masa que el de riego restringido. Resulta interesante indicar la inexistencia de una relación lineal entre la masa de raíces y la densidad aparente inicial

Número de raíces

En el subtratamiento RR (Gráfico 1) el mayor conteo de raíces correspondió al tratamiento de mayor densidad (1,30 Mg.m⁻³) que junto con el de 1,20 Mg.m⁻³ se diferenciaron del de menor densidad (0,95 Mg.m⁻³) y del 1,10 Mg.m⁻³ que es el de menor valor.

Para el tratamiento RSR, el de mayor número de raíces fue el de 1,20 Mg.m⁻³ que se diferencia con el de menor densidad (0,95 Mg.m⁻³) que es el de menor número. En RR el número de raíces del tratamiento 1,30 Mg.m⁻³ es mayor que en RSR mostrando el mismo comportamiento que el peso de la masa radicular. Esto pareciera indicar, que en la condición más desfavorable para un mayor grado de compactación y menor aporte hídrico, el

sistema radicular del *Eucalyptus viminalis* respondió al estrés sometido con una mayor generación de raíces a diferencia de lo que ocurrió a las menores densidades aparentes. Las diferencias entre tratamientos alcanzaron significancia estadística, lo cual no ocurrió en igual medida cuando se aplicó mayor cantidad de agua. En este caso, solamente el tratamiento de menor densidad inicial fue el que resultó significativamente menor que el de 1,20 Mg.m⁻³ e inferior en promedio en un 30 % con respecto a los demás. Por otra parte, al analizar la respuesta al riego en cada tratamiento, las diferencias fueron pequeñas y no significativas, y solamente marcan una tendencia similar en la respuesta a las limitaciones inducidas similares a las obtenidas en las determinaciones de masa radicular, puesto que todos los tratamientos con riego salvo el de mayor compactación tuvieron mayor número de raíces. Podría en función de ello hipotetizarse que el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³, no habría tenido limitaciones iniciales a la exploración radicular, permitiendo al sistema radicular bajo este tratamiento alcanzar rápidamente estratos más profundos dentro del sustrato de crecimiento; sin embargo, la condición mecánica del suelo, favorable en los primeros estadios, tampoco habría inducido una mayor generación de raicillas, lo cual debería resultar

notorio en la cuantificación de la longitud de las raíces.

Para analizar mejor los efectos en este aspecto, primeramente se analizó la distribución en profundidad de cada tratamiento, con la ayuda de los campos delimitados por la grilla utilizada para realizar el conteo de raíces, por lo cual se establecieron cinco profundidades. Para la condición RR (Tabla 3) cuando se compara entre tratamientos solo hay diferencias en el segundo estrato, donde el de tratamiento de mayor densidad tiene mayor número de raíces y se diferencia con el de menor densidad y el de 1,1 Mg.m⁻³; además, si se calcula el porcentaje del número de raíces de cada tratamiento por estratos, se observa que para el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³ la mayor concentración se encuentra en el tercer y cuarto estrato, mientras que para el de 1,2 Mg.m⁻³ y 1,3 Mg.m⁻³ fue en el segundo. Para el tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³ en cambio, la distribución fue relativamente homogénea entre el segundo, tercero y cuarto estratos.

En el subtratamiento RSR cuando se compara entre tratamientos la tendencia es similar al de RR, puesto que solamente (Tabla 4) hay diferencias en el número de raíces en el segundo estrato donde las densidades 1,1 Mg.m⁻³ y 1,2 Mg.m⁻³ se diferencian con el de menor densidad.

Por otra parte, en el tratamiento de 0,95 Mg.m⁻³ hay mayor concentración en el cuarto estrato de medición tal como muestra la Tabla 5. Es importante remarcar que en este tratamiento no pudo efectuarse la medición del primer estrato, puesto que hubo una reducción significativa del volumen de la maceta a causa de una recompactación del material en el paso del tiempo. Para el resto de los tratamientos el mayor porcentaje de raíces se correspondió con el segundo estrato.

La distribución porcentual en los estratos de medición de número de raíces, muestra que en las condiciones de riego restringido, no hubo mayores diferencias entre los tratamientos, mientras que en el de riego sin restricciones, la variabilidad fue mayor.

El ambiente habría condicionado, en concordancia con lo expresado por Davis *et al.* (1982), el máximo desarrollo de vellosidades radiculares en los estratos superiores, cuando el estado físico del suelo ofreció algún tipo de restricción al desarrollo inicial. Pese a ello, los mayores niveles de compactación produjeron mayor cantidad de raíces.

Tabla 3. Número de raíces por profundidades para el subtratamiento con riego restringido.

Table 3. Root number by layers in water reduce irrigation treatment.

Densidad (Mg.m ⁻³)	1	2	3	4	5
0,95	5,50 a	9,10 a	11,75 a	12,00 a	9,20 a
1,1	3,80 a	9,90 a	10,05 a	10,95 a	8,10 a
1,2	8,00 a	17,05 a b	14,40 a	14,25 a	12,50 a
1,3	11,20 a	19,50 b	15,75 a	16,20 a	13,20 a

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tuckey ($p \leq 0,05$)

Tabla 4: Medias del número de raíces por profundidades para el subtratamiento con riego sin restricciones.

Table 4. Mean roots counts by layers in non reduce irrigation subtreatment.

Densidad (Mg.m ⁻³)	1	2	3	4	5
0,95	0	7,80 a	13,70 a	14,05 a	11,40 a
1,1	5,25 a	19,80 b	16,55 a	15,25 a	11,55 a
1,2	10,45 a	22,20 b	17,00 a	13,85 a	10,10 a
1,3	7,82 a	17,20 a b	15,25 a	14,20 a	12,35 a

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$)

Tabla 5. Porcentaje de raíces en cada estrato de medición para cada tratamiento en RSR.

Table 5. Root layer distribution by treatment in RSR (%).

Densidad (Mg.m ⁻³)	1	2	3	4	5
0,95		16,60 a	29,17a	29,90 a	24,28 a
1,1	7,60 a	28,95 b	24,19 a	22,29 a	16,88 a
1,2	14,19 a	30,10 b	23,09 a	18,81 a	13,72 a
1,3	11,70 a	25,74 b	22,82 a	21,25 a	18,48 a

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tuckey ($p \leq 0,05$)

Longitud de raíces

La longitud de las raíces secundarias resultó ser muy superior a la de las raíces primarias en cualquier condición de compactación y régimen hídrico, alcanzando un promedio general ligeramente superior al 90%, tal como fuera informado por DANIEL *et al* (1982). Sin embargo, al analizar la partición raíz principal/raíces totales surgen diferencias significativas entre RR y RSR, correspondiendo valores medios para ambos subtratamientos del 6,54 % y del 12% respectivamente. Sin embargo, no existió un comportamiento uniforme en los distintos tratamientos para los subtratamientos RR y RSR, puesto que las diferencias entre los mismos variaron de un 3,7% hasta un 24,5% sin que prevalezca uno sobre el otro. En cuanto a los distintos niveles de densidad aparente, el tratamiento de mayor longitud fue el de 1,1 Mg.m⁻³ dado principalmente por una mayor longitud de raíces secundarias y registró diferencias significativas con el de menor densidad que tuvo la menor longitud radicular (Tabla 6).

En este parámetro, el tratamiento de mayor densidad no es el mayor, como había acontecido con el peso seco de raíces, lo cual indicaría un cambio en las características de las raíces de los distintos tratamientos. Se observa que en las densidades 1,1 y 1,3 Mg/m³ en condiciones sin riego tiene mayor longitud que con riego.

En la Tabla 7 se visualiza la longitud de las raíces para los distintos tratamientos y subtratamientos divididas en raíces principales y secundarias. Puede observarse que las mayores diferencias relativas entre tratamientos se alcanzan, con respecto al tratamiento de menor compactación inicial para la condición de riego restringido, con la única salvedad que considerando la raíz principal,

para el subtratamiento RSR el menor valor correspondió al tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³

En el análisis general de los datos, en el subtratamiento RR los tratamientos de mayor compactación inicial aumentaron la longitud de sus raíces entre un 38,9 % y un 113,8% con respecto al tratamiento de menor densidad inicial.

Analizando las raíces secundarias sin tener en cuenta el riego (Tabla 7) hay diferencias entre el tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³ que es el de mayor longitud con el de menor densidad aparente. Para las condiciones de RR y RSR se observa que el tratamiento de 1,1 Mg.m⁻³ es el de mayor longitud y el de 0,95 Mg.m⁻³ el de menor longitud con incrementos del orden del 114 % para RR y 59% para RSR.

La densidad aparente no redujo en los estadíos iniciales de crecimiento del *Eucalyptus viminalis*, los distintos parámetros de caracterización del desarrollo radicular evaluados.

Por lo contrario, las condiciones de mayor densificación del suelo habrían inducido a un mayor crecimiento radicular, inclusive para valores de densidad aparente indicados en otras especies como limitantes de rendimiento de la plantación por SANDS y BOWEN (1978) en suelos arenosos y por MITCHELL *et al.* (1982) en pinos sobre suelos franco texturales.

Por lo contrario, las condiciones de mayor densificación del suelo habrían inducido a un mayor crecimiento radicular, inclusive para valores de densidad aparente indicados en otras especies como limitantes de rendimiento de la plantación por SANDS y BOWEN (1978) en suelos arenosos y por MITCHELL *et al.* (1982) en pinos sobre suelos franco texturales.

Tabla 6. Valores medios de longitud de raíces en mm.

Table 6. Root length mean values (mm)

Densidad (Mg.m ⁻³)	General	RR	RSR
0,95	1155,5 a	1029,5 a	1281,6 a
1,1	2048,9 b	2200,8 b	1805,8 a
1,2	1515,3 ab	1429,7 a	1621,2 a
1,3	1712,9 ab	1743,9 a	1682,0 a

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p \leq 0,05$). RSR: riego sin restricción; RR: riego reducido.

Tabla 7. Longitud de raíces principales y secundarias para tratamientos y subtratamientos en mm.

Table 7. Main and secondary root length by treatment and subtreatment (mm)

Densidad (Mg.m ⁻³)	Raíces principales			Raíces secundarias		
	General	RR	RSR	General	RR	RSR
0,95	103,0 a	56,8 a	149,2 a	1052,5 a	972,7 a	1132,3 a
1,1	126,6 a b	118,1 a	115,0 a	1922,3 b	2082,7 b	1690,8 a
1,2	164,2 a b	110,8 a	217,6 a	1352,5 a b	1318,9 ab	1403,6 a
1,3	205,3 b	131,6 a	279,0 a	1507,6 a b	1612,3 ab	1402,9 a

Valores medios seguidos de diferente letra inicial en cada columna indican diferencias significativas según el test de Tuckey ($p \leq 0,05$). RSR: riego sin restricción; RR: riego reducido.

Estos resultados, también muestran discordancia con los determinados por DAVIS *et al.* (1983) en plantines de *Pinus radiata*. El desarrollo radicular no dependería en estos estadíos tal como fuera aclarado por DANIEL *et al.* (1982), de las condiciones del sitio. Sin embargo, la provisión de agua, si bien no cambia en general las tendencias de desarrollo radicular, aumentaría las diferencias entre los distintos tratamientos de densificación del sustrato.

La distribución de las raíces en cambio fue parcialmente afectada por los procesos de densificación del suelo. Por un lado, la mayor densificación aumentó el número de raíces, pero además es posible visualizar una mayor concentración radicular en los primeros centímetros del suelo para los tratamientos de mayor compactación, en concordancia con lo cuantificado por DAVIS *et al.* (1983) para *Pinus radiata*, pudiendo el tenor de materia orgánica del sustrato haber limitado los efectos nocivos de la mayor compactación del suelo. Por otra parte, la partición entre raíces principales y secundarias fue también afectada por la provisión de agua, con lo cual resulta claro que el sistema radicular del *Eucalyptus viminalis* L. responde al estrés hídrico, con distintas estrategias para adecuarse a las condiciones del sitio y el ambiente.

CONCLUSIONES

La compactación de suelo incide sobre el desarrollo radicular del *Eucalyptus viminalis* L. en sus estadíos iniciales de crecimiento.

Los patrones de crecimiento radicular son afectados por la densidad aparente del suelo y el aporte hídrico.

La partición raíz principal/raíz secundaria se reduce en condiciones de riego restringido, mientras que la densificación del suelo induce a la producción de un mayor número de raíces.

BIBLIOGRAFÍA

- ARAGÓN A., M. García, A. Nico, R. Filgueira. 1996. Compactabilidad de suelos; influencia de la capacidad de retención de agua y sus variables conexas. En: Memorias del IV Congreso Argentino y II Internacional de Ingeniería Rural, Neuquén, Argentina. 2: 707-712.
- CONSTANTINI A., M.R. Nester, M. Podberscek. 1995. Site preparation for *Pinus* establishment in south-eastern Queensland. 1. Temporal changes in bulk density. Australian Journal Experimental Agriculture. 35: 1151-1158.
- CHIDICHIMO H., A. Aragón, M. Asborn. 1992. Maíz: Evaluación del sistema de raíces en

diferentes genotipos. Congreso Nacional de Maíz. I: 225-235.

- CULLEN S., C. Montagne, H. Ferguson. 1991. Timber harvester trafficking and soil compaction in Western Montana. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 55: 1416-1421.
- DANIEL T.W., J.A. Helms, F.S. Backer. 1982. Principios de Silvicultura. MacGraw-Hill, México. 493 pp.
- DAVIS G. R., W.A. Nielsen, J.G. Mac Davitt. 1983. Root distribution of *Pinus radiata* related to soil characteristics in five Tasmanian soils. Australian Journal Soil Research. 21: 165-171.
- HÅKANSSON I., W.B. Voorhees, H. Riley. 1988. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. Soil & Tillage Research, 11: 239-282.
- JORAJURIA D., L. Draghi, A. Aragón. 1997. The effect of vehicle weight on the distribution of compaction with depth and the yield of *Lolium/Trifolium* grassy Soil & Tillage Research, 41: 1-12.
- MITCHELL M.L., A.E. Hassan, C.B. Davey, J.D. Gregory. 1982. Loblolly pine growth in compacted greenhouse soils. Transaction of ASAE, 25(2): 304-307 and 312.
- MULHOLLAND B.J., I.B. Taylor, C.R. Black, J.A. Roberts. 1996. Effect of soil compaction on barley (*Hordeum vulgare* L.) growth II. Are increased xylem sap ABA concentrations involved in maintaining leaf expansion in compacted soils? Journal of Experimental Botany, Vol 47: 551-556
- PROCTOR R.R. 1933. Fundamental principles of soil compaction. Engineering News Record 11(9): 246-289.
- RAB M.A. 1992. Impact of timber harvest on soil disturbance and compaction with reference to residual log harvesting in East Gippsland, Victoria- a review, Native Forest Research, Department of Conservation and Environment, Vic., Australia. VSP Tech. Rep. N° 13, 18 pp.
- SANDS R., G.D. Bowen. 1978. Compaction of sandy soils in radiata pine forests. 1. A penetrometer study. Aust. J. Soil Res. 17: 101-113.
- SMITH D.L.O., J.W. Dickson. 1990. The contribution of vehicle weight and ground pressure to soil compaction. Journal of Agricultural Engineering Research, 46: 13-29.

COMPORTAMIENTO DE CLONES DE ÁLAMOS (*Populus spp.*) IMPLANTADOS EN DOS SITIOS DE LA PAMPA HÚMEDA, ARGENTINA.

BEHAVIOUR OF POPLAR CLONES (*Populus spp.*) PLANTED IN TWO DIFFERENT SITES OF THE ARGENTINIAN HUMID PAMPA.

Gabriela Senisterra¹
Raúl Marlats¹
Mabel Vazquez¹
Jorge Lanfranco¹
Jorge Marquina¹

Fecha de recepción: Diciembre 2000
Fecha de aceptación: Agosto 2001

¹Ingeniero Forestal, docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. Calle 61 y diagonal 113 (ex Escuela Superior de Bosques), La Plata, Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Código Postal 1900.

SUMMARY

The goal of this study has been the height and basal areas evaluation of 24 five years old *Populus spp* clones and their relationships with some climate and soil characteristics in two continental sites of the Argentinian Humid Pampa. The sites were Teodelina, Santa Fe (34° 12' LS; 61° 43' W; 90 m snm) and Alberti, Buenos Aires (34° 50' S; 60° 30' W; 55 m snm). A randomized complete blocks design with four replications was used. Each plot consisted of four rows of trees. The procedures were: height and average basal areas comparison by sites; clone- environment interaction evaluation; physicochemical soil analysis and site hydrological balance calculation. The results allowed to infer that the parental lines and solid ground source obtained high and basal area bigger than the ones originated in the lacustrian. Despite significant interaction obtained, best clones were the same at both sites. The climates and soil parameters considered were not sufficient to explain the different productivity between sites.

Key words: genotype- environment interaction, poplar clones, humid pampa, Argentina.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue la evaluación de las alturas y áreas basales de 24 clones de *Populus spp.* a los 5 años de edad y su relación con algunas características de clima y suelo en dos sitios continentales de la pampa húmeda, Argentina. Los sitios fueron: Teodelina, Santa Fe (34° 12' LS; 61° 43' W; 90 m snm) y Alberti, Buenos Aires (34° 50' S; 60° 30' W; 55 m snm). El diseño fue de bloques completos al azar, cuatro repeticiones en parcelas de 4 árboles en líneas. Se compararon las alturas y áreas basales medias por sitio; la interacción clon-ambiente; se realizaron análisis físicoquímico de los suelos y cálculo de los balances hidrológicos de los sitios. Los resultados indicaron que las líneas parentales y procedencias de tierra firme alcanzaron mayores alturas y áreas basales que las originadas en los ambientes lacustres. Pese a la interacción significativa, en ambos sitios se destacaron los mismos clones. Los parámetros de clima y suelo considerados no fueron suficientes para explicar las diferencias de producción entre sitios.

Palabras clave: interacción genotipo-ambiente, clones de álamos, pampa húmeda, Argentina.

INTRODUCCION

La mayor superficie implantada con álamos en la Argentina, se encuentra en el Delta del Paraná. En esa región, las contingencias generadas por las inundaciones no resultan concordantes con el máximo riesgo aceptable para emprendimientos sustentables (MARLATS *et al.*, 2000). En tanto, existe una demanda cautiva destinada al abastecimiento de industrias del aserrado, debobinado y celulosa, que consume estimativamente 450.000 tn. año⁻¹ (INDEC 1999). Con la pretensión de minimizar eventuales desabastecimientos se realizaron plantaciones en la zona continental de la provincia de Buenos Aires. Estas acciones se desarrollaron sin planificaciones, con bases intuitivas o de conocimiento vulgar. Pese a ello, los buenos rendimientos obtenidos podrían llevar a considerar a su cultivo como sustitutivo o complementario de las actividades agropecuarias tradicionales, conllevando las ventajas de la diversificación (MARLATS *et al.op.cit.*, 2000).

El material clonal plantado actualmente en la parte continental proviene de trabajos de mejoramiento genético que fueron dirigidos a satisfacer las necesidades de la región delteña (ALONSO 1983; PRYOR Y WILLING, 1983;

RAGONESE 1987), y de introducciones cuyos criterios de elección no aparecen ortodoxamente definidos dentro de una estrategia de mejoramiento genético forestal para los nuevos sitios. Ampliar la superficie de plantación a tierra firme implica buscar clones que se adapten a estas nuevas alternativas ambientales.

El sitio y sus factores asociados fueron estudiados entre otros por BARNES *et al.*, (1984) y KOZLOWSKI *et al.*, (1991), relacionando la potencialidad del crecimiento de los árboles con parámetros de clima y suelo.

La comparación de los niveles de limitaciones de los sitios para la producción arbórea, puede establecerse a través de variables dasométricas demostreadamente relacionadas con su clase de aptitud y valor económico (THROWER Y GOUDIE, 1992; LANFRANCO Y MARLATS 1993; MALTANO *et al.*, 1995; BRATOVICH *et al.*, 1996; BRATOVICH *et al.*, 2000). Dichos niveles de limitaciones deben ser identificados para decidir o extender las áreas de cultivo (SCHLATTER Y GERDING, 1995; MARLATS *et al.*, 1997; MARLATS *et al.*, 1999).

La hipótesis de trabajo enuncia la existencia de diferencias significativas de comportamiento entre clones de *Populus spp.* seleccionados en el Delta del Paraná u otras procedencias, cuando se los implanta en lugares de la Pampa Húmeda, Argentina, y estas diferencias están asociadas a orígenes parentales y su adaptación a condiciones edafoclimáticas particulares del nuevo sitio.

El objetivo de este trabajo fue la evaluación del comportamiento de las alturas y áreas basales medias de 24 clones de *Populus spp.* a los 5 años de edad y su relación con algunas características del clima y del suelo en dos sitios de la pampa húmeda, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en dos establecimientos forestales cuyas plantaciones se destinan al abastecimiento de materia prima para la industria celulósica papelería, en ellos se instalaron dos ensayos comparativos de rendimientos.

Ubicación:

Establecimiento **El Gazapo**, Teodelina, Santa Fe (34° 12' LS; 61° 43' W; 90 m snm)

Establecimiento **María Dolores**, Alberti, Buenos Aires (34° 50' LS; 60° 30' W; 55 m snm)

Datos climáticos registrados durante el período de estudio (1995-2000).

El Gazapo La temperatura media fue de 16,2 °C, la mínima media 9,2°C, la máxima absoluta 41,6°C (diciembre) y la mínima absoluta -4,3°C (julio). Precipitación media anual 928 mm.

María Dolores La temperatura media fue de 15,8°C, la mínima media 11,2°C, la máxima

absoluta 40,9°C (diciembre) y la mínima absoluta -5,1°C (julio). Precipitación media 908 mm.

Caracterización edáfica:

El Gazapo: se trata de un suelo de textura media a gruesa, profundo y bien drenado a algo excesivamente drenado, que ocupa áreas con coberturas arenosas de antiguos médanos estabilizados. Se clasificó como Hapludol típico, perteneciente a la Serie Delgado (INTA, 1974), aunque el sitio experimental posee características texturales algo más gruesas que la descripción del perfil modal, se encuentra ubicado dentro de un relieve normal ocupando posiciones de loma y posee la siguiente secuencia de horizontes: Ap, A, B₁, B₂, BC, C.

María Dolores: es un suelo ubicado en un relieve de tipo normal, ocupando posiciones de media loma. Posee buen drenaje y profundidad. Se clasificó como Argiudol típico y pertenece a la consociación O'Higgins (INTA, 1974). La secuencia de horizontes es Ap, B_{t1}, B_{t2}, BC, C₁, C₂.

Diseño de los ensayos comparativos: Bloques completos al azar, cuatro repeticiones en parcelas de 4 árboles en línea, con bordura perimetral de *Populus x euroamericana* cv I-Conti 12. Distancia de plantación: 3,50m x 2,80m, equivalente a 1.020 plantas por hectárea. Plantado con estacas de 0,50 m. Clones de *Populus spp.* evaluados se encuentran en la Tabla I.

Evaluaciones realizadas:

*.-Comparación entre clones de las alturas totales medias y áreas basales medias alcanzadas a los 5 años, por sitio. Análisis de la varianza y test de comparación múltiple de Tukey.

Modelo utilizado: $Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = Valor fenotípico medio del carácter Y evaluado en el tratamiento i, bloque j

μ = media general del experimento

t_i = efecto del tratamiento

b_j = efecto de bloques

e_{ij} = error experimental asociado a la parcela que contiene al tratamiento i en el bloque j

*.- Análisis de la varianza de la interacción sitio-clon de las alturas y áreas basales medias, previa verificación de la homogeneidad de la varianza para poder realizar el análisis conjunto de los dos sitios (Nendenhall *et al.*, 1986).

Modelo utilizado $Y_{ij} = \mu + t_i + l_j + (tl) + e_{ij}$

Y_{ij} = Valor fenotípico medio de la característica Y evaluada en el tratamiento i, en la localidad j

μ = media general del experimento

t_i = efecto del tratamiento

l_j = efecto del sitio

(tl) = efecto de la interacción del tratamiento por el sitio

e_{ij} = error experimental asociado al tratamiento i en el sitio j

Tabla 1. Clones probados, sus orígenes parentales y procedencias.

Table 1. Clones tested, its parental origins and procedures.

Nº de registro	Nombre del clon	Origen parental y procedencias originales
1	<i>Populus deltoides</i> (A- 562-6)	<i>P. deltoides</i> cv (Austr. 129/60) x <i>P. deltoides</i> cv (USA Stoneville 107). Creados en INTA Castelar, 1982.
2	<i>Populus deltoides</i> (A- 610-11)	
3	<i>Populus deltoides</i> (A- 610-31)	
4	<i>Populus x euroamericana</i> (A-568-1)	<i>P. deltoides</i> cv (Austr 129/60) x <i>P. nigra</i> var Itálica. Creado por INTA Castelar, 1982
5	<i>Populus deltoides</i> (A- 564-17)	<i>P. deltoides</i> cv (USA- Stoneville 81) x <i>P. deltoides</i> cv (USA- Stoneville 107). Creado por INTA Castelar, 1982.
6	<i>Populus deltoides</i> (A- 576-4)	<i>P. deltoides</i> cv (USA-Stoneville 109) x <i>P. deltoides</i> cv (USA-Stoneville 66). Creado por INTA Castelar, 1982.
7	<i>Populus deltoides</i> (A-107/68)	<i>P. deltoides</i> Selección sobre progenies originadas de semillas introducidas por INTA Delta desde EEUU.
8	<i>Populus deltoides</i> (USA- Catfish 2)	Selección de <i>P. deltoides</i> . EEUU, Introducido por INTA.
9	<i>Populus deltoides</i> R-89/64 (ex I-Lena)	<i>Populus x deltoides</i> . Italia, introducidos por IfoNa
10	<i>Populus deltoides</i> (I-Onda)	
11	<i>Populus x euroamericana</i> SIA 22/85	
12	<i>Populus x euroamericana</i> SIA 12/86	<i>P. x euroamericana</i> España, introducidos por CIEF, 1992.
13	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Conti 12)	
14	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Cappa Bigliona)	
15	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Triplo)	
16	<i>Populus x euroamericana</i> (I-2000 Verde)	
17	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Lux)	
18	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Stella Ostigliense)	
19	<i>Populus x euroamericana</i> (I-San Martino)	
20	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Boccalari)	
21	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Guariento)	
22	<i>Populus x euroamericana</i> (I- Bl. Constanzo)	
23	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Adige)	
24	<i>Populus x euroamericana</i> (I-Eco 28)	

*- Análisis físicoquímico de los suelos de los sitios de los ensayos (Soil Survey Staff, 1999).

*- Balances hidrológicos de los sitios del período de los ensayos (Burgos y Vidal, 1951).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluaciones por sitio de las alturas y áreas basales medias clonales.

En ambos sitios los resultados del análisis de la varianza para las alturas y áreas basales medias clonales fueron significativas, procediéndose a la aplicación del Test de comparación de medias de Tukey.

En cada sitio, hubo ordenamientos particulares de los valores absolutos alcanzados por las alturas al quinto año, pese a ese diferente

ordenamiento, dentro del primer rango (identificado con la letra a) sin diferencias significativas para ($\alpha \leq 0,05$) los clones fueron comunes. En María Dolores, el cv 568-1, tuvo la mayor altura, en El Gazapo fue el cv 562-6, ambos clones fueron creados en INTA Castelar, Buenos Aires, en 1982 (RAGONESE 1987). El primero es un híbrido intraespecífico y el otro interespecífico, teniendo ambos como progenitor femenino al cv A-129/60, seleccionado en Camberra, Australia (35° 16'S; 149° 06'E) en Hapludoles con déficit hídrico, a partir de material proveniente de Texas, USA (PRYOR Y WILLING, 1983). También de ese progenitor femenino y creados en INTA Castelar, son los clones A- 610-11 y A- 610- 31 que integraron el primer rango. El cv A- 564-17 es otro clon que se destacó, tiene en común con los A- 562-6; 610-11 y 610- 31 al progenitor masculino USA- STONEVILLE 107 .

Tabla 2- Test de Tukey ($\alpha \leq 0,05$) (*) para alturas medias clonales según sitios.
Table 2- Tukey test ($\alpha \leq 0,05$) () for average height clones according sites.**

María Dolores:			El Gazapo:		
Clon	Altura total media (m)		Clon	Altura total media (m)	
568-1	13,3	a	562-6	16,2	ab
SIA 22/85	13,1	ab	610-11	15,9	ab
564-17	12,9	abc	564-17	15,2	abc
562-6	12,8	abc	Triplo	15,2	abc
Cappa Bigliona	12,8	abc	568-1	14,6	abcd
610-11	12,7	abcd	Bl. Constanzo	14,5	abcd
610-31	12,6	abcd	Cappa Bigliona	14,2	abcde
Bl. Constanzo	12,3	abcd	2000 Verde	14,2	abcde
Adige	12,3	abcd	610-31	14,1	abcde
R 89/64	12,3	abcd	SIA 22/85	13,4	abcde
2000 Verde	12,2	abcd	Guariento	13,3	abcde
San Martino	11,9	abcde	Conti 12	13,1	abcde
Conti 12	11,7	abcde	Adige	13,1	abcde
Guariento	11,5	abcde	San Martino	13,0	abcde
Triplo	11,4	abcde	Lux	13,0	abcde
Lux	11,3	bcde	R 89/64	12,9	bcde
SIA 12/86	11,3	bcde	576-4	12,9	abcde
Onda	11,0	cde	SIA 12/86	12,8	bcde
Boccalari	11,0	cde	107/68	12,7	bcde
Catfish 2	10,7	de	Onda	12,5	cde
Stella Ostigliense	10,7	de	Boccalari	12,5	de
576-4	10,1	def	Catfish 2	12,0	de
107/68	8,6	ef	Eco 28	12,0	de
Eco 28	8,5	f	Stella Ostigliense	11,7	e

(*) Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Este clon es originario de la zona de los 32° LN de USA. Esta región de USA fue recomendada por ALONSO (1983) para la provisión de material base de mejoramiento, debido a la similitud de las condiciones ambientales con el Delta.

El híbrido interespecífico y los intraespecíficos analizados hasta el momento, pueden tomarse como un probable ejemplo de la influencia del vigor híbrido entre especies para el primero y entre ecotipos para los demás.

En María Dolores sobresalió el SIA - 22/85, euroamericano (*P. deltoides* x *P. nigra* cv Itálica), de procedencia española que con un orden inferior, integra también el primer rango en El Gazapo. El SIA 12/86 de la misma procedencia, tiene comportamiento disímil entre sitios, de tercer rango en EL Gazapo y segundo en María Dolores.

Cabe mencionar otros clones como el USA-Catfish 2, que tiene comportamientos aceptables en la región delteña, asociable a la similitud ecológica de su origen, pero que en los sitios de esta prueba, no se destacó. Lo mismo ocurre con el A- 107-68, seleccionado en el INTA Delta, sobre material seminal originario de Stoneville.

En María Dolores el primer rango sin diferencias significativas para ($\alpha \leq 0,05$) estuvo integrado por 3 clones interespecíficos euroamericanos, producto de cruzamientos entre *P. deltoides* x *P. nigra* var Itálica, el cv (A- 568-1) obtenido en Argentina en el INTA Castelar y, los cvs (I- Triplo) y (I-San Martino) creados en Casale Monferrato, Italia, introducidos por el Instituto Forestal Nacional (IFoNa). El último componente de este rango fue el cv (A- 564- 17) y es el resultado de un cruzamiento intraespecífico de *P. deltoides* de la región de Stoneville, realizado en INTA Castelar. Este último clon también se destacó en los resultados de las alturas medias totales.

En El Gazapo, el primer rango lo integró un clon euroamericano (I-Triplo) de Casale Monferrato, Italia, el valor alcanzado es notable con un 34% más de área basal que el primer integrante del segundo rango. En este segundo rango se destacaron los clones obtenidos en Argentina, existiendo una mayor coincidencia con las posiciones alcanzadas en alturas medias totales.

Tabla 3- Test de Tukey ($\alpha \leq 0,05$)^(*) para áreas basales medias según sitios y clones.
Table 3- Tukey test ($\alpha \leq 0,05$)^() for basal area average clones according sites.**

María Dolores:

El Gazapo:

Clon	Área basal media (cm ² /árbol)		Clon	Área basal media (cm ² /árbol)	
568-1	213,0	a	Triplo	371,3	a
Triplo	171,1	ab	564-17	277,3	b
San Martino	164,2	ab	610-11	238,0	bc
564-17	158,9	ab	610-31	229,1	bcdef
2000 Verde	151,2	bc	562-6	227,2	bcde
R 89/64	149,4	bc	568-1	221,6	bcd
Cappa Bigliona	148,2	bc	Cappa Bigliona	210,4	bcde
BL Constanzo	145,9	bc	San Martino	209,5	bcdefgh
610-31	144,5	bc	BL Constanzo	206,2	bcdef
Conti 12	143,6	bc	Conti 12	193,0	bcdefg
562-6	141,9	bc	R 89/64	190,6	bcdefg
SIA 22/85	135,9	bc	Guariento	183,4	cdefgh
Adige	134,8	bc	SIA 22/85	179,9	bcdefgh
610-11	123,7	bcd	2000 Verde	173,5	cdefgh
Lux	120,0	bcde	Boccalari	167,8	cdefgh
Guariento	118,9	bcde	Adige	161,9	cdefgh
Stella Ostigliense	101,9	cdef	Lux	161,8	cdefgh
Onda	97,7	cdefg	Stella Ostigliense	157,0	cdefgh
Boccalari	96,4	cdefg	Onda	129,7	defgh
Catfish 2	77,3	defgh	Catfish 2	118,7	defgh
576-4	66,7	efgh	576-4	116,2	efgh
SIA 12/86	58,5	fgh	107-68	108,7	fgh
107/68	42,7	gh	SIA 12/86	100,5	gh
Eco 28	37,4	h	Eco 28	93,7	h

(*) Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Tabla 4- Test de Tukey ($\alpha \leq 0,05$)^(*) para la totalidad de alturas y áreas basales medias entre sitios.
Table 4- Tukey test ($\alpha \leq 0,05$)^() for total high and basal area average between sites.**

Sitios	Altura media total por sitio (m)	Rango	Area basal media por sitio (m ²)	Rango
1-El Gazapo	13,57	a	0,119636	a
2-María Dolores	11,54	b	0,0950561	b

(*) Letras iguales agrupan tratamientos sin diferencias significativas.

Según MALTANO *et al.*, (1995) el análisis comparativo de las áreas basales, al enfatizar las tendencias de los diámetros, permite identificar, por su repercusión, las fracciones económicamente más valiosas de cada tratamiento contrastado. En el caso de este trabajo, la discrepancia entre los posicionamientos en alturas y los de las áreas basales, sugeriría utilizar las alturas como indicador de calidad de sitio (THROWER AND GOUDIE 1992) y el área basal como una expresión complementaria (MALTAMO *et al.*, *op. cit.*, 1995). Estas inferencias fueron corroboradas por BRATOVICH *et al.*, (2000) en la validación de la valoración de modelos de

simulación flujo -existencias para abastecer con maderas de clones de álamo a la industria papelera local.

Los datos dasométricos analizados marcaron estimativamente una tendencia que puede ser aceptada, debido principalmente a la edad de los experimentos (5 años), tiempo suficiente, según BRATOVICH *et al.*, (1996) para conformar un pronóstico sólido del comportamiento al turno (10-12 años), aún así, no pueden excluirse de acuerdo a los mismos autores, cambios en los posicionamientos absolutos, ya que falta todavía entre el 50 al 60 % del lapso para alcanzar el momento del aprovechamiento.

Análisis entre sitios del conjunto de clones:

El análisis de la varianza entre sitios, para el conjunto de clones, detectó diferencias significativas para las alturas y áreas basales medias, procediéndose a la aplicación del Test de comparación de medias de Tukey.

Las alturas y áreas basales medias de la totalidad de los clones entre sitios presentó

diferencias significativas, los clones de mayor valor, pese a modificar su posicionamiento en el ordenamiento, se mantuvieron dentro de los mismos rangos, mostrando la plasticidad de estos genotipos.

Tabla 5- Análisis fisicoquímicos de los suelos de los ensayos.

Table 5- Physical and chemical soil analysis

Profundidad (cm)	El Gazapo			María Dolores		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
PH	6,3	6,2	6,4	6,8	6,6	6,6
C (g kg ⁻¹)	15,8			13,0		
N (%)	0,172			0,149		
P (mg g ⁻¹)	15,7			15,0		
Arena (%)	56	53,4	51,4	50	51	51
Limo (%)	25	30,5	30,0	34	28	27
Arcilla (%)	19	16,1	18,6	16	21	22
Clase textural	Fr A	Fr A	Fr	Fr	Fr - Fr a A	Fr - A

Referencias: Fr: franco; A: arenoso; a: arcilloso.

Tabla 6- Balances hidrológicos medios durante el período de ensayos por sitio.

Table 6- Averages site hidrolological balances during trial period .

María Dolores:

Mes	E	F	M	A	M	Junio	Julio	A	S	O	N	D	A
P	123	107	136	91	53	45	48	39	57	99	96	104	908
EP	143	96	92	52	37	21	23	29	45	68	93	128	
P - EP	-20	11	44	39	16	24	25	10	12	31	3	-24	
Σ (P-EP)	-44											-24	
Alm.	259	270	300	300	300	300	300	300	300	300	300	277	
Δ Alm.	-18	11	30									-23	
Exceso			14	39	16	24	25	10	12	31	3		
E R	141	96	92	52	37	21	23	29	45	68	93	127	
Déficit	2											1	3

El Gazapo

Mes	E	F	M	A	M	Junio	Julio	A	S	O	N	D	A
P	125	114	98	104	88	22	13	9	16	124	89	127	928
EP	135	106	82	50	34	19	18	28	39	67	90	122	
P - EP	-10	8	16	54	54	3	-5	-19	-23	57	-1	5	
Σ (P-EP)	-10						-5	-24	-47	(-103	104		
Alm.	290	298	300	300	300	300	295	277	256	212	212	300	
Δ Alm.	-10	8	2				-5	-18	-21	-44		88	
Exceso			14	54	54	3				13		4	
E R	135	106	82	50	34	19	18	27	37	67	90	122	
Deficit								1	2				3

Referencias:

- P = precipitación media mensual
- EP= evapotranspiración potencial
- Alm.= almacenaje
- E R= evapotranspiración real

Evaluaciones climáticas y edáficas de los sitios de las pruebas

En la Tabla 5, se expresan los resultados de los análisis físico-químicos de los suelos de emplazamiento de los ensayos.

Los resultados analíticos muestran la similitud de los sitios experimentales.

De acuerdo a la metodología propuesta por LANFRANCO y MARLATS (1993), los sitios experimentales fueron evaluados en su aptitud potencial para la producción forestal, obteniendo en ambos casos una calificación de 90, aspecto que los califica como de alta aptitud para este tipo de producción, la clasificación que establecen los mencionados autores es: **1- 0- 1**; donde: **1** Indica alta capacidad potencial; **0** sin restricciones significativas; **1** Suelos aptos para una amplia gama de especies climáticamente adaptadas. No obstante El Gazapo exhibió estimadores productivos significativamente mayores que María Dolores.

Ateniéndose a las variables no controlables del suelo MARLATS *et al.*, (2000), comparando tres sitios, detectaron la influencia de la textura de los primeros horizontes del suelo en el crecimiento en altura de clones de álamos, para este caso, las diferencias no parecen ser fuertes, aunque no se pueden descartar en forma absoluta.

Los dos sitios presentaron la característica climática de localidad húmeda, donde la pérdida potencial de agua en el último mes positivo fue igual a la capacidad de campo (CC), tomando por lo tanto, para su cálculo, la tabla de retención del agua en el suelo de 300 mm. Esta pérdida potencial de agua fue acumulativa a partir del mes negativo, el déficit fue de 3 mm en ambas localidades, pero difirió en su momento de ocurrencia. En María Dolores se presentó en diciembre y enero, en plena estación de crecimiento. Esto pudo contribuir a la expresión de las diferencias en altura y áreas basales, el déficit en El gazapo fue invernal, provocando aparentemente una menor afectación.

MARLATS *et al.* (1997) trabajando en rebrotes de clones de álamo en María Dolores, encontraron que la tasa de crecimiento, medida cada 15 días, desde su umbral de brotación, disminuyó notablemente hasta adquirir valores mínimos en fines de enero, relacionando el fenómeno con los déficit señalados por los balances hídricos realizados durante el curso del experimento. En otros experimentos clonales, comparando sitios, utilizando parámetros de clima y suelo, MARLATS *et al.*, (1999) hallaron diferencias de crecimiento, asociadas al relieve del terreno y su mayor capacidad de almacenamiento de agua.

Coincidiendo con la importancia de la disponibilidad de agua, KOZLOWSKI *et al.* (1991) señalaron su responsabilidad en la existencia de una amplia diferencia entre la estación potencial de crecimiento y la que en realidad usan las plantas, encontrando casos en los que el crecimiento de los

vástagos cesó mucho antes que las temperaturas fuesen tan bajas como para ser la causa.

El comportamiento general de los clones apareció con una tendencia en la cual se destacaron las selecciones de INTA Castelar, con progenitores procedentes de Australia y USA, ratificando la utilidad de la similitud ecológica en la selección parental. Dentro de los clones de procedencia italiana algunos sobresalieron y otros integraron rangos inferiores, los comportamientos de origen no resultaron argumentos suficientes para decidir su rechazo o aceptación en pruebas de selección.

Para decidir o extender las áreas de cultivo del álamo, los parámetros de clima y suelo considerados, no aportaron suficientes elementos de juicio para sustentar las diferencias de productividad registradas. Coincidiendo con SCHLATTER y GERDING (1995), los estudios sobre los niveles de limitaciones de los sitios deberían profundizarse, identificando cualitativa y cuantitativamente a los factores pertenecientes al ambiente que produjeron las diferencias en los comportamientos clonales.

CONCLUSIONES

Los resultados permitieron identificar clones, líneas parentales, sus procedencias y niveles de interacción con los ambientes. Las procedencias de tierra firme presentaron mayor adaptación que las originadas en los ambientes delteños o ecológicamente similares.

Para las variables dasométricas analizadas existieron diferencias significativas entre los sitios de la prueba. Con excepción del momento de ocurrencia de los déficit hídricos el resto de los valores de las variables de clima y suelo considerados no fueron suficientes para explicar las diferencias de producción entre sitios.

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Forestales Enrique Prada y Eduardo Skoruspki de Papel Prensa S.A. por la asistencia prestada y a la Ingeniera Forestal María Marta Azpilicueta por la colaboración en los trabajos realizados.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO A. 1983. La investigación como fuente documentada de la extensión. Actas del V Congreso Forestal Argentino, Santa Rosa, La Pampa. T III. p 73.
- BARNES R.D. 1984. Genotype- environment interaction in the genetic improvement of fast growing plantation. Proceedings of the Symposium on Site and Productivity of fast growing Plantations. IUFRO, South Africa, pp 197-213.
- BRATOVICH R., R.M.Marlats, H.Mikelaites. 1996. Relación juvenil-adulto de crecimientos en alturas,

- diámetros y volúmenes de clones provenientes de cruzamientos controlados inter e intraspecíficos de *Populus* sp. L. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la U.N. de La Plata. ISSN 0041-8676. La Plata, Argentina, 101(1), pp 7-13.
- BRATOVICH R.A., J.E. Arce, R.M. Marlats. 2000. Analysis of flow- stock relationship through simulation by means of a forest optimization model. International Forest Congress of International Union Forest Research Organization (IUFRO) Malasia. Published in IUFRO News Vol 28, Issue 4, Supplement Scientific, pp 119-120.
- BURGOS, J.J., Vidal A. 1951. Los climas de la República Argentina, según la nueva clasificación de C.W. Thornthwaite. Meteoros 1. Buenos Aires.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INDEC). 1999. Manual de productos forestales.
- INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1974. Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3560 - 1 General Arenales 1) Serie Delgado; 2) Consociación O'Higgins, Hoja 3560- 21 Bragado. Buenos Aires, Argentina.
- KOZLOWSKI T.T., P.J. Kramer, S.G. Pallardy. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press, pp 13-15.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 1999. Manual de productos forestales.
- LANFRANCO J.W., Marlats R.M. 1993. Definición de calidad de sitio forestal. Índices edáficos a nivel de semidetalle. Actas XIV Congreso de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Mendoza, 25/29 de octubre. Argentina, pp 437-439.
- MALTANO M., J. Puumalainen, R. Päivinen. 1995. Comparison of Beta and Weibull Functions for Modelling Basal Area Diameter Distribution in Stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. Scandinavian Journal Forestry Res, 10, pp 284-295.
- MARLATS R.M., A. Gennari, R.A. Bratovich, E. Prada, J.L. Marquina. 1997. Supervivencia de las cepas y desarrollo de los rebrotes según época de aprovechamiento en *Populus x deltoides* Marshall cv "Harvard". Actas del 2do. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Posadas, Misiones, Argentina, pp 78- 84.
- MARLATS R.M., J.L. Marquina, J.W. Lanfranco. 1999. *Populus deltoides* Marsh.: comportamiento clonal en relación a parámetros de clima y suelo en la zona continental de la provincia de Buenos Aires. Actas del 14° Congreso latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile, pp 44-49.
- MARLATS R.M., Marquina J.L., Bratovich R.A., J.W. Lanfranco. 2000. Interacción clon - ambiente para *Populus deltoides* Marsh. en la zona continental de la provincia de Buenos Aires. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina: Tomo XXXII (1), pp 7- 14.
- NENDENHALL W., R. Scheaffer, D. Wocker. 1986. Estadística matemática con aplicaciones. Edit. Grupo Editorial Iberoamericana, California, USA, pp 133-134.
- PRYOR L.D., R.R. Willing. 1983. Growth and breeding Poplar in Australia. Edit. National Library of Australia, Canberra Publishing and Printing Co. Canberra, Australia, 54 pp.
- RAGONESE A.E. 1987. Fitotecnia de Salicáceas en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INTA). Comunicación del Académico de Número , Sesión Ordinaria de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Tomo XLI, (6), 30 pp.
- SCHLATTER J., B. Gerding. 1995. Método de clasificación de sitios para la producción forestal, ejemplo en Chile. Actas Simposio IUFRO para Cono Sur Sudamericano. Manejo nutritivo de plantaciones forestales. Valdivia Chile, pp 1-16.
- SOIL SURVEY STAFF 1999. Soil Taxonomy Second. Edition. USDA. AH-436 U.S.D.A. 869 pp.
- THROWER J., J. Goudie, 1992. Development of Height-age and Site index Functions for Even-aged Interior Douglas-Fir in British Columbia. Research Note N° 109. B.C. Ministry of Forests. Forest Science Research Branch, 22 pp.

EVALUACION DE LA DEMORA EN EL INICIO Y DISMINUCION DE LA GERMINACION EN UN BANCO DE SEMILLAS DE *Cedrela fissilis* VELLOZO (MELIACEAE) EN LA SELVA MISIONERA

EVALUATION OF THE BEGINNING DELAY AND GERMINATION DECREASE IN A NATIVE FOREST SEED BANK OF *Cedrela fissilis* VELLOZO (MELIACEAE)

Rubén Baez¹
Beatriz Eibl²
Horacio O'Lery³

Fecha de recepción: Agosto 2000
Fecha de aceptación: Agosto 2001

¹Estudiante de Ingeniería Forestal, ²Ingeniero Forestal, ³Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias. Forestales. Universidad Nacional de Misiones, Bertoni 124, (3382) Eldorado Misiones - R.A. beibl@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

In a study about germination of *Cedrela fissilis* (Meliaceae) "cedro misionero" in a native forest seed bank, it has been observed that one parcel have a delay in their germination and there was a decrease in the number of plants. With the objective to determinate the possible reasons of the delay, comparisons between normal and delayed parcel, has been made. The dates about micrometeorological conditions and chemical composition of the first 5 cm of the soil, have been taken from both situations. Comparing the average of the micrometeorological variables there were no significant differences. The chemical analysis results, indicates a higher pH and bigger concentration of Ca, Mg and K in the substrate of the delayed germination parcel. In the laboratory, under controlled environmental conditions, the sowing was carried out utilizing the different forest substratum. The beginning of the germination for the substrate of the parcel with delayed germination was later than to the substrate of the parcels with normal germination and the final pg% was significant smaller too. The presence of *Bastardiopsis densiflora* (Malvaceae) "loro blanco", in the nearest of the parcel with delayed germination could be the responsible of the highest concentration of bases, that probably induce a delay in the germination and reduce the number of seedlings.

Key words: *Cedrela fissilis*, seeds bank, germination, seedlings

RESUMEN

En un estudio sobre la germinación en el banco de semillas de *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae) en monte nativo se observó la demora en el inicio y disminución de la germinación en el caso de una parcela. A los fines de determinar las posibles causas de la demora, se realizaron comparaciones entre las parcelas cuyas semillas presentaron valores normales de la germinación y los valores de la germinación en la parcela con demora. Se realizaron estudios de las condiciones micrometeorológicas de las parcelas, determinaciones químicas de los primeros 5 cm de suelo y siembra bajo condiciones ambientales controladas en laboratorio usando los diferentes sustratos del bosque. Al comparar los promedios de las variables micrometeorológicas y las propiedades químicas del suelo se observó en la parcela con germinación demorada mayor temperatura y menor humedad relativa, con diferencias no significativas, mayor pH y mayores concentraciones de Ca, Mg y K en relación con las parcelas con germinación normal. En laboratorio el inicio de la germinación para el sustrato que presentaba germinación demorada fue posterior al sustrato de la normal, también el pg final significativamente menor. La presencia de *Bastardiopsis densiflora*, (Malvaceae) "loro blanco" como responsable de las mayores concentraciones de bases en el sustrato, podría actuar como el indicador

de la demora en la germinación y en el menor número de plántulas.

Palabras clave: *Cedrela fissilis*; banco de semillas, germinación, plántulas

INTRODUCCIÓN.

Las relaciones entre las especies vegetales y de éstas con los factores bióticos y abióticos que la circundan determinan la sobrevivencia de las mismas. BERKOVITZ *et al.* (1995) estudiaron el efecto que las plantas producen entre sí, tanto benéficos como inhibitorios en el desarrollo de especies vecinas. En sus experimentos a campo en 4 comunidades vegetales diferentes, para las especies *Acer saccharum* Marsh, *Acer rubrum* Marsh y *Betula populifolia* Marsh, concluyeron que las plántulas fueron inhibidas en el crecimiento por el efecto de la vegetación circundante.

La dinámica natural del banco de semillas, luego de la dispersión desde los árboles semilleros, regula la germinación de las especies y la posterior sobrevivencia de las plántulas (CHAMBERS Y MAC MAHON, 1994). En la etapa de la germinación, actúan las variables que determinan el establecimiento final de las plántulas. Las semillas que no presentan dormición por inhibidores o por cubierta seminal impermeable, germinan en el

sustrato del sotobosque cuando encuentran las condiciones adecuadas. Sin embargo, pueden presentar algún tipo de dormición o latencia secundaria por las influencias de algún componente del sustrato en el que se depositan en el banco de semillas BEWLEY y BLACK, (1994).

HORVITZ y SCHEMSKE (1994), estudiaron la germinación de *Calathea ovandensis* Matuda (*Marantaceae*) en un bosque tropical con 3 diferentes condiciones de luz. Para luz de claros la germinación fué superior que en condiciones de sombra y de luz intermedia; las semillas que no germinaron se encontraban en el sustrato en estado latente.

Simulando diferentes patrones de riego, sobre parcelas sembradas con *Cedrela odorata* L. (*Meliaceae*), en sitios con suelos de baja capacidad de retención y déficit en las precipitaciones, BLAIN y KELLMAN (1991) notaron que la germinación ocurrió entre los 6 y 7 días, luego del primer riego, sin embargo para el tratamiento sujeto a un régimen de lluvias local, las semillas germinaron 17 días después de la primera lluvia.

DEFRESNE (1982), estudió las semillas dispersadas de *Cedrela odorata* (*Meliaceae*) observando que poseen bajos contenidos de humedad y reservas y rápida ocurrencia de la germinación cuando disponen de suficiente humedad en el suelo.

Las semillas de *Cedrela fissilis* integran el banco de semillas transitorio (GARWOOD, 1989), compuesto por semillas dispersadas por el viento, de vida corta y que no presentan dormición. Cuando las condiciones de humedad en el sustrato son adecuadas, las semillas de esta especie germinan entre los 7 y 14 días luego de la dispersión (EIBL *et al.*, 2000).

Las variables ambientales (BEWLEY y BLACK, 1994), las condiciones del suelo (CHAMBERS y MACMAHON, 1994), la liberación de los componentes químicos durante el reciclaje en el proceso de degradación de la hojarasca en el sustrato y su incorporación al suelo (MONTAGNINI *et al.*, 1995; FERNANDEZ *et al.*, 1997) y los inhibidores químicos (ZEGERS, 1990), pueden producir dormiciones secundarias en las semillas e inhibir o disminuir la germinación (KIGEL y GALILI, 1995).

Habiéndose observado en el banco de semillas, la demora en el inicio y disminución en la germinación de *Cedrela fissilis* Vellozo (*Meliaceae*) "cedro misionero", para determinadas situaciones del sotobosque, el objetivo fue identificar sus causales considerando al suelo presente en el horizonte superficial, los elementos micrometeorológicos y a la vegetación arbórea acompañante.

MATERIALES Y METODOS

Parcelas de estudio en el banco de semillas

Se realizó el registro de la germinación entre los meses de octubre de 1998 a marzo de 1999, en un banco de semillas de *C. fissilis* sobre parcelas (EIBL

et al., 1998), establecidas en un área de bosque remanente, en el departamento de Eldorado, a 26°23' latitud sur, 54° 40' longitud oeste y 160 msnm.

El clima de la zona, es subtropical húmedo sin estación seca, con una temperatura media anual de 20°C y la precipitación media anual es de 1800 mm (EIBL *et al.*, 1998).

Las características del suelo en el que se instalaron las parcelas de estudio, se describieron como Rodic Kandiuults, (EIBL *et al.*, 2000), que integran el grupo de suelos denominados en la zona como "tierra colorada". Estos suelos en general presentan un epipedón úmbrico, arcilloso, frecuentemente con menos de 50% de saturación de bases. A los fines de la comparación de los suelo para las parcelas bajo estudio, con los tipos de suelos normalmente encontrados en la región, se utilizaron los antecedentes del INTA (INSTITUTO..., 1993).

Para evaluar las condiciones adecuadas para la germinación en el banco de semillas, una vez retiradas las semillas dispersadas por el árbol semillero, al momento del fin de fase de la dispersión, se realizó una siembra con semillas de calidad conocida.

Para 3 árboles semilleros se realizaron siembras con semillas de *C. fissilis* del mismo lote, a diferentes distancias del pie del árbol. Las parcelas de siembra se ubicaron rodeando el árbol semillero a razón de 4 parcelas de 1m² sobre transectas (GOLDSMITH y HARRISON, 1987) ubicadas en las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste, con un total de 48 parcelas (3 árboles y 16 parcelas por árbol). La siembra sobre el sustrato, simulando una lluvia de semillas, se realizó en el mes de octubre del año 1998 a razón de 200 semillas en cada parcela (EIBL *et al.*, 1998). En el mismo trabajo se determinó un 67% de pg a los 42 días de la siembra y el número de días para el inicio de la germinación para la mayoría de las parcelas fué de 14 días.

Esta evaluación de la germinación sobre las parcelas permitió detectar un caso de germinación demorada en su inicio, al ser comparadas con la fecha del inicio en las restantes parcelas sembradas. Analizando el comportamiento de las parcelas en forma individual se observó una única parcela (P1) que inició la germinación a los 26 días con un número de plántulas considerablemente menor a las demás parcelas (15% a los 42 días).

A los fines de identificar las variables que pudieran explicar la causa de la demora en la germinación se comparó en el presente trabajo la parcela bajo estudio (P1) con dos parcelas que representan a los valores normales en el inicio y porcentaje de germinación (P2) y (P3).

Semanalmente se registraron los datos de las variables micrometeorológicas correspondientes a la temperatura del suelo a nivel superficial y a 5 cm de profundidad; humedad del aire y luz sobre el sustrato que acompañaron a la germinación desde el momento de la siembra.

En cada parcela se registró el inicio y el porcentaje de germinación hasta el nivel de plántulas.

Se tomaron muestras de suelo de los primeros 5 cm del horizonte superficial para realizar el análisis de las concentraciones químicas del mismo en las diferentes parcelas.

Se relevaron las especies arbóreas que se encontraban cercanas a las parcelas bajo estudio, dada la posibilidad de que modificaran la composición química del sustrato.

Experiencias en laboratorio

Consistió en la siembra sobre los diferentes sustratos, con semillas de calidad conocida de *C. fissilis* que correspondieron al mismo lote de las semillas utilizadas en las parcelas de siembra a campo.

El sustrato utilizado para los diferentes tratamientos, se retiró del sitio de estudio con ayuda de una pala plana a los fines de mantener la estructura natural y se depositó en bandejas de plástico, cubriéndose luego con bolsas de polietileno. La recolección se realizó discriminando entre material vegetal de la superficie y suelo (5cm) y material vegetal únicamente, diferenciándose el material de las parcelas (P1), (P2) y (P3). Cada bandeja con el sustrato se colocó en bolsas de polietileno debidamente rotuladas y se conservaron en cámara fría a 4°C hasta la instalación de los ensayos.

Se sembraron 100 semillas en 4 repeticiones para 4 tratamientos, T0: arena sola como testigo; T1: en material vegetal y suelo y T2: en material vegetal.

Para T1 y T2 se realizó la discriminación entre sustrato de parcelas con germinación demorada (sustrato de P1) y normal (mezcla del sustrato de P2 y P3).

A los fines de comprobar la posible demora y disminución en la germinación por causa de la obstrucción mecánica producida por el tamaño de las hojas de *Bastardiopsis densiflora* presentes en el suelo, se realizó otro tratamiento T3, utilizando como sustrato el material vegetal de la parcela P1 previamente triturado.

Una vez instalados los ensayos en las bandejas de germinación, fueron cubiertos con bolsas de polietileno de 60 micrones y se colocaron en condiciones de cámara de germinación a 25 - 27°C y 8 horas de luz, durante 28 días (INTERNATIONAL...,1996). Para todos los casos se registró el inicio de la germinación, la germinación en el tiempo y el poder germinativo final (pg %).

La germinación se evaluó regularmente, considerando su inicio cuando se observó, radícula y/o hipocótilo. En la determinación del poder germinativo, se registraron como plántulas, aquellas con desarrollo al nivel de cotiledones emergidos del sustrato.

Se obtuvieron las medias del inicio de germinación y pg finales, para los diferentes tratamientos.

En todos los casos tanto a nivel de campo como de laboratorio, las medias obtenidas fueron

contrastados a través del análisis de varianza para $\alpha=0.05$ y test de comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSION

A partir de los trabajos de EIBL *et al.* (1998, 2000), se contrastaron los datos de P1 con P2 y P3.

La parcela P2 a los 14 días presentaba el 10% pg, mientras que la P3 el 4% pg, sin embargo, P1 a los 7 y 14 días aún no presentaba plántulas (0%pg) (Tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de germinación en parcelas de siembra en monte nativo

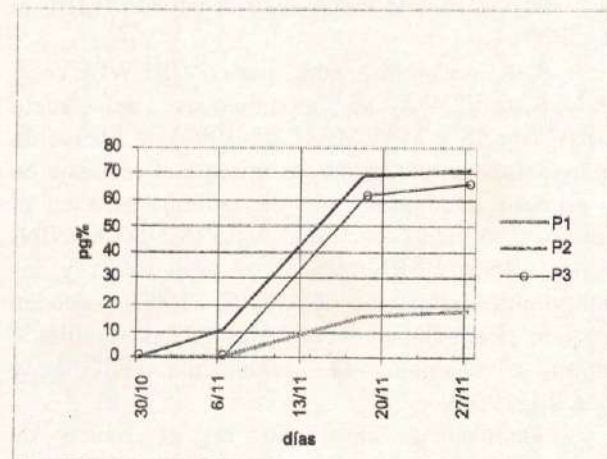
Table 1: Germination percentage in sowing parcels in native forest

Parcela	Días desde la siembra				
	7	14	26	35	42
P1	0	0	15	17	17
P2	0	10	69	70	70
P3	0	4	62	65	65

Fuente: Eibl *et al.* (1998, 2000)

La demora en el inicio de la germinación respondió a una posible espera de la semilla viable, por mejores condiciones para germinar. Los menores porcentajes de germinación a los 42 días para la parcela P1 podrían estar reflejados en la inducción a una dormición secundaria y/o pérdida de viabilidad de las semillas en el sustrato. Gráfico 1.

Gráfico 1: Germinación en las parcelas P1,P2 y P3
Graph 1: Germination in parcels P1, P2 and P3



Características de las parcelas a campo Micrometeorología

Las datos micrometeorológicas de las parcelas de siembra en el sustrato del bosque para P1, P2 y P3, corresponden a las mediciones realizadas desde el momento de la siembra hasta los 42 días posteriores. Tabla 2.

Al comparar P1 respecto a P2 y P3 la parcela con germinación demorada presentó los mayores valores para la temperatura del aire y los menores valores de humedad relativa e intensidad de luz.

Tabla 2: Condiciones micrometeorológicas en las parcelas de siembra. Período de registro de datos: 30/10/98 al 12/12/98

Table 2: Micrometeorological condition in sowing parcels. Registration period: 30/10/98 to 12/12/98

Parcela	P1 x,sd(n)	P2 x,sd(n)	P3 x,sd (n)
Temperatura media del sustrato 5 cm prof (°C)	22,17±0,28(12)	22,0±1,22(12)	22,87±1,88(12)
Temperatura media del aire sobre sustrato (°C)	26,96±2,43(12)	25,73±2,26(12)	25,8±2,06(12)
Humedad relativa media sobre el sustrato (%)	84,92±14,9(12)	86,73±13,33(12)	86,95±11,4(12)
Intensidad de luz en media sobre el sustrato (lux)	210±133,6(12)	317,6±151,8(12)	283,2±150,7(12)

Fuente: Eibl *et al.* (2000)

El análisis de la varianza de las parcela P1,P2 y P3, para las variables humedad relativa, temperatura del suelo y del aire e intensidad de luz para $\alpha = 0,05$, indicó que no hubo diferencias significativas entre las medias de las diferentes variables.

Realizando un análisis de varianza para $\alpha = 0,10$ y posteriormente un test de comparación de medias por LSD, se detectaron diferencias significativas unicamente para la variable temperatura del aire entre las parcelas, diferenciándose la P1 de las P2 y P3.

Tabla 3: Prueba de LSD para temperatura del aire en las parcelas P1, P2 y P3

Table 3: LSD test for air temperature on the parcels P1, P2 and P3

Parcelas	Medias (°C)	LSD
P1	26,96	a
P2	25,73	b
P3	25,80	b

Letras diferentes indican medias con diferencias significativas para $\alpha = 0,10$

Análisis de suelos.

Las determinaciones químicas sobre una muestras de los primeros 5 cm del horizonte superficial para las parcelas bajo estudio, fueron realizadas por el Laboratorio de Edafología de la Universidad Nacional del Nordeste. Se ha tomado únicamente una muestra compuesta para cada parcela a los fines de identificar posibles diferencias entre ellas, Tabla 4.

Para todos los valores del suelo considerados, las parcelas con germinación normal (P2 y P3) registraron menores valores que la parcela con germinación demorada (P1).

Si bien los datos son puntuales y no permitieron realizar un análisis estadístico sobre las características químicas de los suelos superficiales, algunos resultados se rescatan como indicadores de la situación particular bajo estudio.

Aunque en general se presentan los suelos del tipo epipedón úmbrico, arcilloso, en perfiles de monte nativo pueden aparecer, como en este caso, como epipedón órico, para aquellas situaciones en los que se supera el 50% de saturación de bases.

Los elevados valores encontrados de pH, tanto en agua como en KCl, están relacionados con la alta saturación de bases y con los elevados valores de Ca encontrados.

Las cantidades de Mg y K en la parcela P1 son elevados, pero llamativamente elevado es el valor de Ca para esta parcela P1, cuando se compara con los valores habitualmente encontrados para la zona (INSTITUTO..., 1993).

Tabla 4: Resultados del análisis químico de los primeros 5 cm del horizonte superficial del suelo para las parcelas bajo estudio.

Table 4: Chemical analysis results of the superficial soils (5 cm) of the parcels under study.

Muestra de Suelo de las parcelas	P1	P2	P3
PH En H2O (1)	7,13	5,66	4,92
PH En KCl (2)	6,62	5,12	4,41
Materia Orgánica%	8,86	7,26	6,91
Nitrógeno total%	0,54	0,40	0,37
Fósforo(Bray)Ppm	3,25	2,51	2,21
Ca++meq/100 g	25,50	16,50	9,80
Mg++Meq/100 g	3,29	1,25	1,34
K+Meq/ 100 g	1,33	0,73	0,43
Suma de Bases cmol/kg Ca+Mg+K	30,12	18,48	11,57
Acidez intercambio	0,00	0,18	0,71
Aluminio intercambio	0,00	0,00	0,00
CIC efectivo	30,12	18,65	12,27
Saturación de Bases	100%	99%	94%

(1) pH :relación suelo-agua 1:2,5, pH: relación suelo CIK 1:2,5, Fósforo Método Bray I(P) (2)

Materia orgánica: Método Walkey - Black (M.O.), Nitrógeno : Método semi-micro Kjeldahl (N)

Estudiando el efecto de las especies nativas sobre las características químicas de los suelos FERNÁNDEZ *et al.* (1997), encontraron diferencias significativas en los contenidos de Ca en el suelo bajo árboles de *B. densiflora*, con concentraciones que superaban al doble de lo que se midió en áreas externas a la influencia de la especie. Lo mismo ocurrió con el N. Con respecto al pH el mismo trabajo mencionado refiere valores elevados para sitios con *B. densiflora* con diferencias significativas con respecto a las áreas de control.

Especies arbóreas.

Las especies arbóreas y la composición del sotobosque, fueron similares en todos los sitios, solamente en cercanías de la parcela con germinación demorada (P1), se registraron 2 especies que no estaban presentes en las otras parcelas: *Bastardiopsis densiflora* (Hooker et Arnott) Hassler (*Malvaceae*) "loro blanco" y *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. et Eich) Engl. (*Sapotaceae*) "aguay".

MONTAGNINI *et al.* (1995), indicaron al *B. densiflora*, como una especie pionera de rápido crecimiento y hojas de gran tamaño que presenta una alta capacidad de acumular y recircular nutrientes. Registraron para esta especie las mayores concentraciones foliares de Ca, Mg y K. También se detectó la presencia del P, tanto en hojas como ramas y raíces. Refiere el mismo trabajo que *B. densiflora* tiende a acumular y reciclar bases en su biomasa aérea, lo que provocaría cambios considerables en los primeros cm del suelo bajo su influencia, resaltando la importancia de esta especie en la circulación de nutrientes en el sistema.

Experiencias en laboratorio.

Al evaluar el inicio de la germinación y el poder germinativo final para los tratamientos: T0, T1, T2 y T3 se obtuvieron los resultados promediados que se presentan en la Tabla 5.

En todos los casos de la evaluación final de plántulas se realizó a los 28 días de la siembra y las semillas no germinadas estaban muertas.

El dato de T0 sirvió para conocer la calidad de las semillas utilizadas en todos los tratamientos, cuando analizadas en condiciones normales.

En el T1 (material vegetal y 5 cm de suelo orgánico) el inicio de la germinación se registró a los 12 días para el sustrato de las parcelas de germinación normal (P2 y P3) y a los 16 días ya superó el 50% de pg; mientras que para el sustrato de las parcelas con germinación demorada recién se observó el inicio a los 14 días.

Para el T2 (material vegetal), las semillas en el sustrato de parcelas de germinación normal iniciaron a los 12 días y en el sustrato de parcelas de germinación demorada a los 14 días.

Para el T3 (semillas en sustrato triturado de parcelas con demora en la germinación) el inicio de la germinación se produce a los 14 días con un 37% de pg final.

El análisis de la varianza para los valores de germinación en los tres tratamientos (T1, T2 y T3) y para ambas situaciones de germinación promedio y demorada, determinó que son significativamente diferentes (Tabla 6).

Tabla 5: Días para el inicio de la germinación y pg% en sustrato de arena, de germinación normal y demorada.

Table 5: Start of germination and pg% in sand, normal and delayed germination substrate

Tratamiento	Días desde la siembra							
	5	7	8	12	14	16	17	28
T0 – Germinación (pg%) en sustrato de arena esterilizada Testigo	0	0	2	68	69	69	70	70
T1 – Germinación (pg%) en sustrato de las parcelas normales P2 y P3	0	0	0	4	31	51	58	58
T1 – Germinación (pg%) en sustrato de la parcela demorada. P1	0	0	0	0	3	13	21	21
T2 – Germinación (pg%) en sustrato de las parcelas normales P2 y P3	0	0	0	4	26	49	57	57
T2 – Germinación (pg%) en sustrato de la parcela demorada. P1	0	0	0	1	15	29	30	30
T3 – Germinación (pg%) en sustrato de la parcela demorada (material vegetal triturado P1)	0	0	0	0	17	23	34	37

Tabla 6: Análisis de varianza para pg finales de los tratamientos 1, 2 y 3 para sustrato de las parcelas con germinación normal y demorada.

Table 6: Analysis of Variance for final pg for the treatments 1, 2 and 3 for substrate of normal and delayed germination parcels.

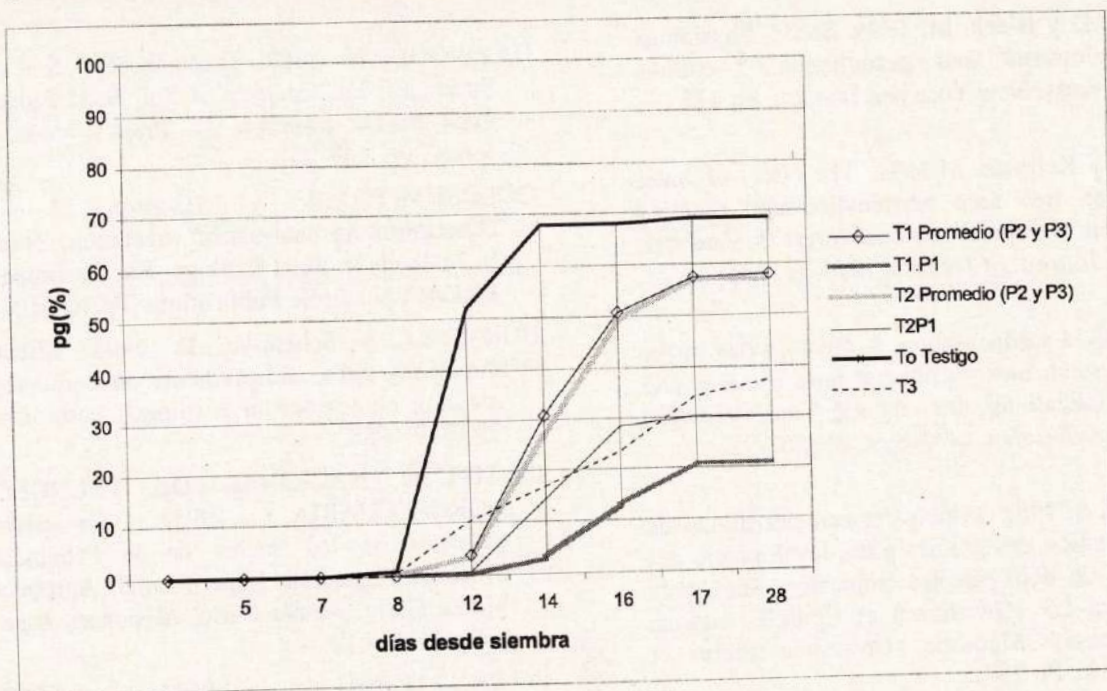
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4383,5	4	1095,8	9,059	0,00062	3,055
Dentro de los grupos	1814,5	15	120,9			
Total	6198	19				

Tabla 7: Pruebas de Duncan y LSD para pg final según tratamientos.
 Table 7: Duncan and LSD test for final pg according treatments.

Tratamientos	Medias	Duncan	LSD
T1: sustrato de parcela con germinación normal	57,5	A	A
T1: sustrato de parcela con germinación demorada	21	B	B
T2: sustrato de parcela con germinación normal	57,2	A	A
T2: sustrato de parcela con germinación demorada	21	B	B
T3: sustrato de parcela con germinación demorada triturado	27	B	B

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí por los test de Duncan y LSD para $\alpha=0.05$

Gráfico 2: Inicio de germinación y pg según tratamientos
 Graph 2: treatments start of germination and pg



Los análisis de la variancia para los diferentes tratamientos indicaron diferencias significativas para $\alpha=0.05$.

Realizando las pruebas de comparaciones de medias, los pg finales presentaron diferencias significativas entre las parcelas con germinación normal y demorada.

Por otra parte, las diferencias no fueron significativas entre los tratamientos para el mismo sustrato. Tabla 7.

En los 3 tratamientos los pg finales para los sustratos de las parcelas con germinación normales fueron significativamente superiores a las parcelas con germinación demorada.

En el tratamiento testigo To (sustrato de arena) se inició la germinación a los 8 días con un poder germinativo final del 70 %, Gráfico 2.

CONCLUSIONES

Las variables micrometeorológicas, no se identificaron como las responsables en la demora y disminución de la germinación. Sin embargo estas no deberían ser descartadas en su influencia para las condiciones de campo.

La siembra bajo condiciones ambientales controladas de laboratorio, cuando la única variable fue el sustrato utilizado, manifestó demora en el inicio y disminución en la germinación para el caso del sustrato de la parcela con germinación demorada.

Se descartó la posibilidad de demora en el inicio de germinación por obstrucción mecánica del material vegetal del sustrato a causa del gran tamaño y predominancia de hojas de *B. densiflora*.

La concentración química del suelo superficial, presentó mayor pH y concentraciones de bases (Ca,

Mg, P y K), en la parcela con germinación demorada, comparadas a las parcelas con germinación normal.

La presencia de *B. densiflora*, cuya área de influencia de la copa afectaría la parcela con germinación demorada, especie que posee altas concentraciones de bases (Ca, Mg, P y K) en su follaje, podría ser un elemento responsable de las modificaciones en las condiciones del sustrato que inhibieron y disminuyeron la germinación de *Cedrela fissilis* induciendo a las semillas a una dormición secundaria en el banco de semillas del monte nativo.

BIBLIOGRAFÍA

- BERKOVITZ, A.; Canham, C.; Kelly, V. 1995. Competition vs. Facilitation of tree seedlings growth and survival in early successional communities. *Ecology* 76:1156-1168
- BEWLEY, J.D y Black, M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. 2nd edition. Plenum Press, New York and London. Pp.445.
- BLAIN, D y Kellman, M. 1991. The effect of water supply on tree seed germination and seedling survival in a tropical seasonal forest in Veracruz, México. *Journal of Tropical Ecology*. 7:69-83.
- CHAMBERS, J y MacMahon, J. 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25: 263-92.
- DEFRESNE, S. 1982. Principales caractéristiques de la germination des graines e du development des plantules de deux species tropicales: *Simphonia globulifera* LF (Guttiferae) et *Cedrella odorata* L.(Meliaceae). *Memorie. Universite Pierre et Marie Curie.* Pp 287.
- EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, A.; Weber, E y Gonseski, D. 1998. Boletín Meteorológico Aeródromo Eldorado. Serie Técnica. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones. R.A. Período 1985/1998.
- EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, A.; Baez, R.; Reynoso, L. 1998. Patrones de dispersión y banco de semillas de especies forestales nativas de la selva misionera. Informe de avance del proyecto. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. R.A. Pp 10.
- EIBL, B.; Fernandez, R.; Kozarik, J.; Lupi, A.; Montagnini, F.; Nozzi D. 2000. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and timber trees on small farms in Misiones, Argentina. *Agroforestry System*. 48:1-8.
- EIBL, B.; Silva, F.; Bobadilla, A.; Baez, R. 2000. Banco de semillas, germinación y evolución de plántulas de especies forestales nativas de la selva misionera. Informe de avance del proyecto. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. R.A. Pp 22.
- FERNANDEZ, R.; Montagnini, F.; Hamilton, H. 1997. The influence of five native tree species on soil chemistry in a subtropical humid forest region of Argentina. *Journal of Tropical Forest Science*. 10(2):188-196.
- GARWOOD, N. 1989. Tropical 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 y Harrison, C.M. 1987. Description an analysis of vegetation. Transects. In *Methods in Plant Ecology*. Ed. Chapman S.B. Blackwell Scientific Publications. Pp.104-105.
- HORVITZ, C y Schemske, D. 1994. Effects of dispersers, gaps, and predators on dormancy and seedling emergence in a tropical herb. *Ecology* 75:1949-1958.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1993. Características químicas de los suelos de la Provincia de Misiones. Estación Experimental Agropecuaria Monte Carlo. Monte Carlo. Misiones. Argentina (no publicado).
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASOCIATION. 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*. 24, supplement.
- KIGEL, J, y Galili, G. 1995. Ecology of Seed Banks. En: *Seed Development and Germination*. Ed. Marcel Dekker Inc. New York. Pp.852.
- MONTAGNINI, F.; Fernandez, R.; Hamilton, H. 1995. Relaciones entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: Contenido de elementos en la biomasa. *YVYRARETA*. 6(6):5-12.
- ZEGERS, C. 1990. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Universidad Austral de Chile, Chile. 3 ed. Pp 301-304.

CRECIMIENTO DEL *Pinus taeda* BAJO DIFERENTES TECNICAS DE LABRANZA EN EL NORESTE ARGENTINO.

Pinus taeda GROWTH UNDER DIFFERENT TILLAGES TECHNIQUES IN THE ARGENTINEAN NORTHEAST.

Roberto Antonio Fernández¹
Ana Maria Lupi¹
Francisco Rodriguez Aspillaga²
Arturo Hernández²
Pablo Cortez³

Fecha de recepción: Octubre 2000
Fecha de aceptación: Noviembre 2001

¹EEA Montecarlo. INTA. Libertador 2442. (3384), Montecarlo, Misiones. E-Mail: rfernandez@ceel.com.ar. Fac. de Ciencias Forestales. UNaM. ²Bosques del Plata S.A, Posadas. Misiones. ³Becario Fac. Cs. Forestales. UNaM.

SUMMARY

The initial growth of the *Pinus taeda* L was studied with planted trees on red soils, previously prepared with different soil tillage treatments. The experimental area is located in Santo Tome, Corrientes, at approx. 56° West long. and, 28° South latitude, on a deep clay red soil (Kandiudalf), which was formerly used for annual crops and cow grazing. It was worked in planted plots with *P. taeda* in September of 1996, in which different tillage treatments were applied: a. - ripping up to 900 mm of depth (R90), b. - Double ripping up to 500 mm of depth, separated at 1,20m between both lines (DR50), c.- disk harrow up to 15 mm depth (D). For each soil tillage system two profiles of the penetration resistance distribution were characterized up to 600 mm. The bulk density was sampled at three situations: areas without tillage, ripping, and disking, until the 45 mm depth. The statistical evaluation made at 25 months after plantation, both for diameter and height, detected statistical differences among treatments (α : 0,05). The largest growths were observed in the areas prepared with ripping, independently of its depth. At 37 month, the differences in height continued to be significant and in diameter only between the DR50 and D treatments (α : 0,05). The penetration resistance data was very similar for both kinds of ripping situations, and smaller than those corresponding to the soil disking plots. The smallest values of bulk density were observed in the ripping plots, presenting statistical differences among sampled situations (α : 0,05). The differences of growth at 37 months between R90 and D were very small, 0,50 cm for diameter (7,2 cm y 6,7 cm, respectively) and 0,15 m for height (4,53 m y 4,38 m, respectively). This, added to the fact that the R90 treatment is more expensive, determinate the inconvenience of its practice.

Key words: tillage treatments, growth, Kandiudalfes, *Pinus taeda*, bulk density, penetration resistance.

RESUMEN

Se estudió el crecimiento inicial del *Pinus taeda* implantado en suelos rojos preparados a través de diferentes técnicas de labranza. El área experimental se localiza en Santo Tome, Corrientes (56° de LO y 28° de LS, aproximadamente), sobre un suelo rojo profundo, arcilloso (Kandiudalf), proveniente de un uso agrícola-ganadero. Se trabajó en parcelas implantadas con *P. taeda* en septiembre de 1996, en las cuales se aplicaron los siguientes tratamientos de: a.- Subsulado hasta 900 mm de profundidad (SS90), b.- doble línea de Subsulado hasta 500 mm de profundidad, separadas a 1,2 m (SD50), c.- Rastra de disco liviana, hasta los 150 mm de profundidad (R). Para cada sistema de labranza se caracterizaron dos perfiles de distribución de la resistencia a la penetración hasta los 600 mm. Se relevó la densidad aparente en tres situaciones: áreas no labradas, rastreadas, y subsuladas, hasta los 45 mm. La evaluación estadística efectuada a los 25

meses, tanto para el diámetro como la altura, detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos (α : 0,05). Los mayores crecimientos se observaron en las áreas preparadas con subsulado, independientemente de la profundidad de laboreo. A los 37 meses la altura mantuvo el mismo comportamiento que a los 25 meses, mientras que el diámetro presentó diferencias estadísticas (α : 0,05) sólo entre SD50 y R. La resistencia a la penetración mostró un comportamiento similar para ambas situaciones de subsulado, y resultó menor que en las áreas rastreadas. Los menores valores de densidad aparente se observaron en las áreas subsuladas, presentando diferencias estadísticas entre las situaciones relevadas (α : 0,05). Las diferencias de crecimiento a los 37 meses entre SS90 y R fueron muy pequeñas, 0,50 cm para el diámetro (7,2 cm y 6,7 cm, respectivamente) y 0,15 m para la altura (4,53 m y 4,38 m, respectivamente). Esto, sumado al mayor costo que representa el SS90, determina la no conveniencia de

esta práctica.

Palabras clave: métodos de labranza, crecimiento, Kandiudalfes, *Pinus taeda*, densidad aparente, resistencia a la penetración.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Corrientes, la región noreste es el área donde la actividad forestal alcanza su mayor desarrollo. Presenta en estos últimos años una de las mayores tasas de plantación a nivel nacional, con un marcado dinamismo en cuanto a desarrollo y aplicación de técnicas silvícolas no tradicionales. Durante el período 1992-1996, la tasa anual de forestación se incrementó de 3.800 a 12.000 ha, principalmente con especies del género *Pinus* implantadas sobre suelos rojos (SAGPyA, 1999).

El uso anterior de la mayor parte de los terrenos forestados se correspondió con la ganadería extensiva y en menor escala, con agricultura anual, donde era común observar síntomas de degradación edáfica, particularmente por erosión y/o compactación (INTA, 1990). Ello, conjuntamente con las características del horizonte B de los suelos rojos, predominantemente Kandiudultes y Kandiudalfes, justifican la búsqueda de técnicas de preparación del suelo tendientes a optimizar el desarrollo radicular y el potencial genético de los materiales en uso.

La preparación del terreno para el establecimiento forestal tradicionalmente se basó en una labranza superficial realizada con rastra de disco liviana. A partir de 1994 comenzó a aplicarse también la labranza vertical por subsolado, atendiendo a la posible presencia de capas compactadas debido al uso previo con el objeto de crear condiciones óptimas de aeración, suministro de agua y anclaje.

El principal efecto positivo del subsolado se encuentra en la reducción de la densidad aparente y de la resistencia a la penetración, así como en el incremento de la infiltración, pudiendo favorecer de esta manera la disponibilidad de agua, facilitar la exploración radicular, el abastecimiento de nutrientes y mejorar el anclaje (BERRY, 1987; MASON *et al* 1993, WRONSKI y MURPHY, 1994).

El crecimiento de los árboles puede incrementarse como respuesta a las condiciones edáficas generadas por la labranza, tal como lo

reportan Varelides y Kritikos (1995) para *Pinus pinaster*; o bien resultar indiferente de acuerdo a lo evaluado por FERNÁNDEZ *et al* (1998) trabajando con *Pinus taeda*. Por su lado, FROEHLICH (1984) indica que en varios casos las respuestas positivas en el crecimiento de los primeros años de la rotación forestal se diluyen en el tiempo hasta desaparecer.

El objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento del *Pinus taeda* bajo diferentes modalidades de labranza para su establecimiento en áreas de suelos rojos del noreste de Corrientes. La hipótesis se planteó de la siguiente forma: la preparación del suelo mediante el subsolado se traduce en un mayor crecimiento del *P. taeda*, en relación al laboreo superficial mediante rastra de disco liviana.

MATERIALES Y METODOS.

Caracterización del área. Tratamientos.

El trabajo se realizó en un campo localizado a 20 km al norte de Santo Tomé, en el NE de la provincia de Corrientes, Argentina; aproximadamente a los 28° 05' de latitud sur y 56° 01' de longitud oeste. La región se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 21°C, con un régimen de lluvia uniforme de 1700 mm anuales.

Las parcelas de muestreo se localizaron en posición de media loma en un relieve suave ondulado, cuya pendiente media es del 5 %. El suelo es rojo, profundo, de textura arcillosa, bien drenado, perteneciente al gran grupo kandiudalfes (INTA, 1990), proveniente de un uso agrícola y ganadero. La Tabla 1 presenta las características texturales y químicas del espesor superficial del suelo.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Aplicación de subsolador hasta 900 mm de profundidad (SS90).
2. Doble aplicación de subsolador, líneas separadas a 120 cm. Profundidad de laboreo: 500 mm (SD50).
3. Laboreo de la totalidad del terreno con rastra de discos liviana hasta 150 mm de profundidad (R).

Se utilizaron un subsolador de un cuerpo rígido, montado, de un metro de despeje y con reja convencional, y una rastra de discos de 16", montada, liviana, de 50 kg por disco.

Tabla 1: Características texturales y químicas del suelo.
Table 1: Soil textural and chemical characteristics.

Espesor	Arena	Arcilla	Limo	pH	MO	Nt	P	Ca	Mg	K	Ac int.	Suma Bases	CICE
Cm	%				%	Ppm	cmol _c kg ⁻¹						
0-10	16,3	57,4	26,3	4,9	4,1	0,22	3,2	3,7	2,1	0,09	1,4	5,89	7,29
10-30	15,2	61,2	23,6	5	3,4	0,16	1,4	2,1	1,7	0,03	1,9	3,83	5,73

RE: Ac. Int.: acidez intercambiable; CICE: capacidad de intercambio catiónico efectiva.

En los dos primeros tratamientos, luego del subsolado se procedió a la aplicación de fastra en la futura línea de plantación. En el invierno de 1996 fueron aplicados los tratamientos de preparación de suelo detallados. En septiembre las parcelas fueron plantadas con *P. taeda*, a un distanciamiento de 4 x 2 metros.

Variables evaluadas.

En octubre de 1998 y de 1999 se relevó el diámetro, a la altura del cuello (DAC) y del pecho (DAP), respectivamente y, en ambas oportunidades, la altura total (Ht). En 1998 se midió el DAC dado que la altura relativamente baja de las plantas de *P. taeda* a los dos años determinan valores de ahusamiento elevados, y por lo tanto resultó inadecuado medir el DAP. La medición del DAC se llevó a cabo mediante el uso de calibres, mientras que la correspondiente al DAP se realizó con forcípula. La altura total se midió con vara telescópica.

Con el objeto de evaluar el crecimiento se seleccionaron los ejemplares dominantes de cada tratamiento, aproximadamente el 20% del total árboles medidos, cuya cifra final osciló entre los 52 y 65 árboles para cada tratamiento. De esta manera se intentó filtrar el efecto de otras variables que pueden incidir en el crecimiento inicial, como ataques de hormigas y competencia de malezas (WORRELL y HAMPSON, 1997). El análisis de los datos de crecimiento se realizó mediante la prueba de comparación de medias con diferente tamaño de muestra, y la prueba de *t student* a un nivel de significancia del 0,05 (STEEL y TORRIE, 1988).

Con el objetivo de analizar los efectos de los métodos de labranza sobre la condición física del suelo se procedió a registrar la densidad aparente y la resistencia a la penetración, a los 36 meses de aplicados los tratamientos. El muestreo de densidad aparente se realizó mediante el método del cilindro (FORSYTHE, 1975) y en tres situaciones de labranza: áreas testigo (no labradas), rastreadas, y rastreadas y subsoladas. En cada situación de labranza se seleccionaron cinco puntos de muestreo. En cada uno de ellos se tomaron tres muestras para cada espesor de trabajo: 25-75 mm, 175-225 mm y 425-475 mm, cuyos valores de densidad al ser promediados representaron la media de cada punto y espesor. Fueron utilizados cilindros de 4,84 cm de diámetro y 5,02 cm de altura. Se calculó la humedad gravimétrica al momento de muestreo para todas las muestras. El análisis de los datos de densidad aparente se realizó mediante la prueba de comparación de medias y la prueba de *t student* a un nivel de significancia del 0,05 (STEEL y TORRIE, 1988).

La resistencia a la penetración se registró al solo efecto realizar el análisis gráfico de los perfiles resultantes de los tres tratamientos, sin pretender el tratamiento estadístico de los valores. La toma de datos se realizó con un penetrómetro digital de registro continuo y se relevaron los datos de

resistencia a la penetración (RP) correspondientes a dos estaciones de muestreo para cada modalidad de roturación, hasta los 600 mm de profundidad. Se trabajó a 600 mm de profundidad porque es la máxima que registra el aparato utilizado sin necesidad de tener que abrir pozos, lo cual no se justificó dado el propósito del relevamiento. El número de puntos de muestreo fue mayor en el SS50 por cuanto se consideró que este tratamiento probablemente fuese el que produjo mayor perturbación en el sentido horizontal, seguido del SS90, mientras que en el R se registraron solo tres puntos por estación. En cada estación se definió una línea perpendicular a la de la plantación, sobre la cual se tomaron los registros de RP para cada sistema de labranza, de la siguiente manera: SS90, se relevaron 5 puntos distanciados a 40 cm entre sí, hacia cada lado de la línea de plantación (línea de subsolado); SD50, se relevaron 10 puntos distanciados a 20 cm entre sí, también hacia ambos lados de la línea de plantación; y R, se relevaron 3 puntos de muestreo distanciados 2 m aproximadamente, coincidiendo el central con la línea de plantación. Para cada punto y profundidad de muestreo se efectuaron tres registros, para luego ser promediados.

RESULTADOS Y DISCUSION.

El análisis de los datos de crecimiento correspondiente a los 25 meses de implantado el *P. taeda*, permitió detectar diferencias significativas para el DAC y la Ht entre las parcelas donde se aplicó el subsolado, independientemente de la profundidad de laboreo, respecto de las rastreadas; resultando mayor en las de labranza vertical (Tabla 2).

Tabla2: Crecimiento del *P. taeda* según diferentes sistemas de labranza a los 25 meses de implantado.

Table 2: Growth of the *P. taeda* with different tillage treatments, at 25 months from plantation.

Tratamiento de labranza	Altura		Diámetro a nivel del cuello	
	(m)	(%)	(mm)	(%)
Subsolado a 900 mm	2,58 a (0,26)	100	74,6 a (7,9)	100
Subsolado doble a 500 mm	2,54 a (0,21)	98,4	72,2 a (6,7)	96,7
Rastra de disco	2,32 b (0,22)	90	64,2 b (6,3)	86

Letras diferentes indican diferencias significativas (α : 0,05). Los valores entre paréntesis indican el desvío estándar.

La Tabla 3 presenta los valores de crecimiento correspondientes a los 37 meses. Respecto de la altura se observaron diferencias significativas entre SD50 y R. En cambio el DAP

presentó diferencias significativas entre las áreas subsoladas (SS90 y SD50), y las rastreadas (R), sin que se detecten diferencias en función de la profundidad de la labranza vertical. El crecimiento en altura del tratamiento SS90 fue superior en un 3 % respecto a R (4,53 m y 4,38 m, respectivamente), mientras que en el DAP esta diferencia ascendió al 7% (7,2 cm y 6,7 cm, respectivamente). El crecimiento en altura de las parcelas SD50 fue superior en 7,4% respecto a las R (4,73 m 4,38 m, respectivamente), mientras que en DAP resultó un 7% superior (7,19 y 6,7 cm, respectivamente), similar al obtenido entre SS90 y R.

Tabla 3: Crecimiento del *P. taeda* según diferentes sistemas de labranza a los 37 meses de implantado.

Table 3: Growth of the *P. taeda* with different tillage treatments, at 37 months from plantation.

Tratamiento de labranza	Altura		Diámetro a la altura del pecho	
	(m)	(%)	(mm)	(%)
Subsolado a 900 mm	4,53 ab (0,52)	95, 7	7,20 a (6,2)	100
Subsolado doble a 500 mm	4,73 a (0,43)	100	7,19 a (7,3)	99,9
Rastra de disco	4,38 b (0,62)	92, 6	6,70 b (6,9)	93

Letras diferentes indican diferencias significativas (α : 0,05). Los valores entre paréntesis indican el desvío estándar.

A los 37 meses las diferencias porcentuales a favor de los tratamientos SS90 y SD50 respecto del R, resultaron menores que a los 25 meses. De hecho, desaparecieron las diferencias estadísticas en altura entre SS90 y R. Debe destacarse además, que las diferencias absolutas de crecimiento entre SS90 y R fueron muy pequeñas y que el SS90 representa un mayor costo. De continuar la actual tendencia las diferencias podrían diluirse hasta casi desaparecer, por lo cual la práctica del subsolado profundo difícilmente se justifique en términos económicos; salvo en sitios cuyos suelos presenten síntomas de compactación subsuperficial.

La tendencia del crecimiento observada en este trabajo concuerda con los resultados obtenidos por BERRY (1987) al evaluar el crecimiento del *P. taeda* implantado en áreas preparadas con rastra y con subsolador a 45 y 90 mm. Este autor señala que las diferencias observadas entre las dos profundidades de subsolado ya no fueron significativas a los 6 años de edad. Por su lado, VARELIDES y KRITIKOS (1995), evaluando el crecimiento del *Pinus pinaster* implantado en sitios subsolados hasta 500 mm y en áreas preparadas con rastra observaron crecimientos significativamente mayores en las parcelas subsoladas.

FERNÁNDEZ *et al* (1998) detectaron que el volumen total correspondiente a parcelas de *P. taeda* de 6 años de edad resultó estadísticamente indiferente frente a condiciones de preparación de terreno en sitios de segunda rotación, cuyos tratamientos extremos fueron la plantación directa sin labranza, y la doble pasada de rastra pesada de alrededor de 2000 kg.

El muestreo de suelos reveló que a los 36 meses de aplicados los tratamientos de labranza vertical aún es muy marcado el impacto de los mismos sobre la densidad aparente y la resistencia a la penetración de los volúmenes edáficos roturados. La Figura 1 grafica los valores de densidad aparente correspondientes a las tres situaciones evaluadas: áreas rastreadas, subsoladas y rastreadas, y testigo sin labranza; registrada a 36 meses de haberse aplicado los tratamientos. En ella, puede observarse el efecto de la rastra en el espesor superficial y los del subsolado en las tres profundidades evaluadas. Por ejemplo, para el espesor 425-475 mm, la densidad en los volúmenes subsolados resultó 14% menor que en los no labrados. Si consideramos un valor de densidad de partícula de $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$, la porosidad total correspondiente al volumen subsolado resulta de 56%, mientras que la del testigo no roturado resulta de 49%, siempre para el mismo espesor.

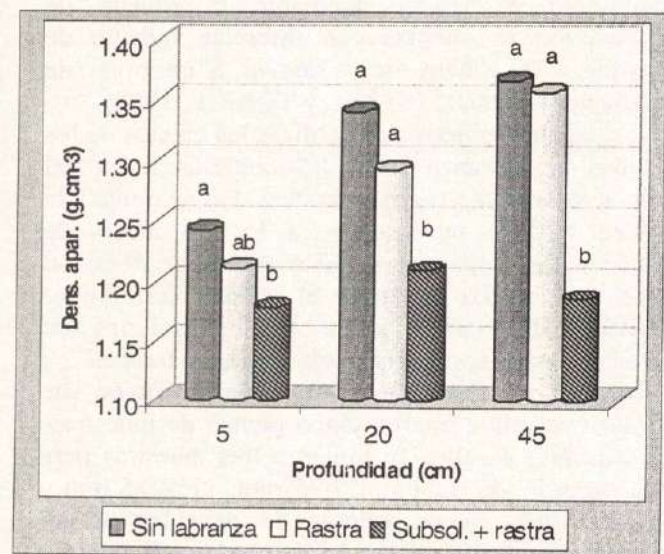


Figura 1: Densidad aparente en función de diferentes tratamientos de preparación de suelo, a los 3 tres años de aplicación.

Figure 1: Bulk density in function of different treatments of soil tillage, to the 3 years from application.

Letras diferentes indican diferencias significativas (α : 0,05) entre tratamientos para una misma profundidad.

Con relación a la resistencia a la penetración se observó que tanto en las áreas con SD50 (Figura 2) como en las SS90 (Figura 3) la RP manifestó un patrón de comportamiento similar, incrementándose con la profundidad de muestreo. En las Figuras 2, 3 y 4, se presenta el perfil de resistencia a la penetración en forma transversal a la línea de subsolado. La humedad del suelo al momento del registro fue homogénea para los tres tratamientos de labranza, y varió entre 29 y 32 % para los diferentes espesores de muestreo.

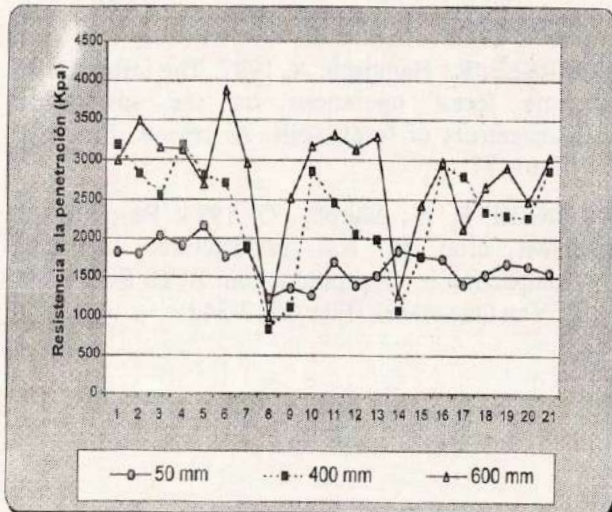


Figura 2: Perfil de resistencia a la penetración a los 50, 400 y 600 mm de profundidad, en áreas con subsolado doble a 500 mm de profundidad.

Figure 2: Penetration resistance profile until the 600 mm depth, in areas with double ripping up to 500 mm of depth.

RE: Distancia entre puntos de muestreo: 20 cm. El punto 11 corresponde a la línea de plantación, los puntos 8 y 14 a las líneas de subsolado.

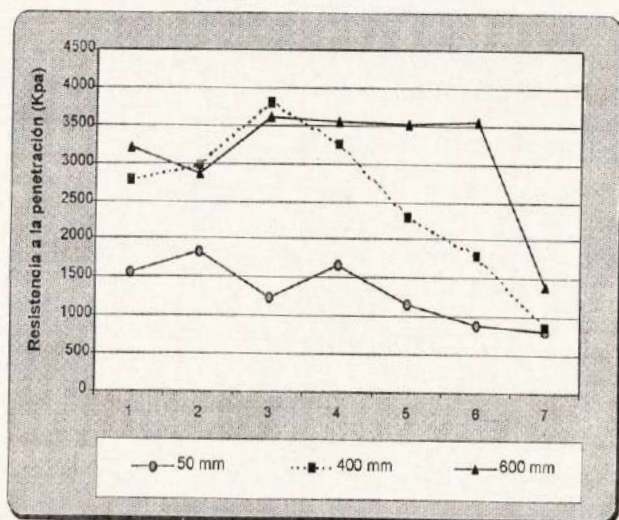


Figura 3: Perfil de resistencia a la penetración a los 50, 400 y 600 mm de profundidad, en áreas con subsolado a 900 mm de profundidad.

Figure 3: Penetration resistance profile until the 600 mm depth, in areas with ripping up to 900 mm of depth.

E: Distancia entre puntos de muestreo: 40 cm. El punto 7 corresponde a la línea de plantación y a la de subsolado.

Los menores registros de RP para los tratamientos SD50 y SS90 (Figuras 2 y 3) fueron hallados en las líneas de subsolado (939 Kpa para SD50 y 520 Kpa para SS90), mientras que los máximos valores registrados resultaron del orden de 3800 Kpa y fueron registrados a 600 mm de profundidad.

En las áreas preparadas con rastra los registros de RP variaron desde 1900 hasta algo más de 3500 Kpa, con incrementos en la RP con la profundidad de muestreo (Figura 4). El comportamiento de la curva correspondiente a la profundidad de 50 mm en relación a las correspondientes a 400 y 600 mm, muestra el efecto del laboreo superficial de la rastra.

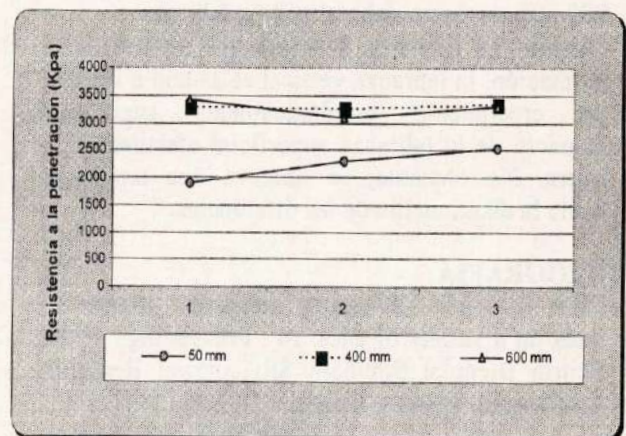


Figura 4: Perfil de resistencia a la penetración a los 50, 400 y 600 mm de profundidad, en áreas preparadas con rastra de disco.

Figure 4: Penetration resistance profile until the 600 mm depth, in prepared areas with disk harrow.

RE: Distancia entre puntos de muestreo: 100 cm. El punto 2 corresponde a la línea de plantación.

Las Figuras 2, 3 y 4, permiten observar que los valores de RP correspondientes a volúmenes edáficos no labrados oscilaron entre 3000 y 3500 Kpa, hecho que resulta particularmente claro en la Figura 4. De esta manera podría considerarse que para las profundidades de 400 y 600 mm los registros menores de 3000 Kpa resultan consecuencia del efecto de la labranza vertical. En ese caso puede observarse en la Figura 2 que la proyección lateral del impacto de la remoción de suelo se manifiesta hasta 60 cm hacia cada lado de la línea de subsolado para los registros correspondientes a los 400 mm, y hasta una media de 20 cm hacia cada lado para los de 600 mm de profundidad. Al analizar el efecto de SS90 (Figura 3) puede observarse que el efecto a los 400 mm de profundidad se extiende alrededor de 100 cm hacia cada lado de la línea de subsolado, mientras que a los 600 lo hace unos 40 cm.

Los menores crecimientos obtenidos en las áreas rastreadas, pueden estar relacionados al hecho de presentar mayores valores de resistencia a la

penetración, en comparación a las áreas subsoladas. Dichos valores fueron siempre superiores a 1900 Kpa, aún en el espesor de trabajo de la rastra. A efectos comparativos merece mencionarse que de acuerdo a GREACEN Y SANDS (1980), citados por SEIXAS (1996), registros de RP superiores a 2500 Kpa pueden resultar limitantes para el crecimiento radicular de la mayoría de las especies.

CONCLUSIONES.

- Los mayores crecimientos en altura total y diámetro se corresponden con las áreas preparadas mediante labranza vertical, sin que se detecten diferencias entre el subsolado profundo a 900 mm, respecto del realizado a 500 mm.
- Durante los primeros 36 meses de establecida la plantación, la labranza vertical se asoció a valores de crecimiento estadísticamente superiores respecto de la labranza superficial efectuada con rastra. No obstante, se observa una tendencia hacia la disminución de las diferencias.

BIBLIOGRAFIA

- BERRY, C. 1987. Subsoling improves growth of trees on a variety of sites. In : Proceedings of the Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference. Atlanta, Georgia. 360-367.
- FERNANDEZ, R.; Falher, J; Pahr, N; Lupi, A. 1998. Respuesta del *Pinus taeda* a métodos intensivos de roturación del suelo. En: Informe de Actividades y Resultados 1995-1998. Area Forestal. Publicación Miscelánea N°3. EEA Montecarlo. 54 p.
- FORSYTHE, W. 1975. Física de suelos. Manual de laboratorio. Turrialba. IICA. 221p.
- FROELICH, H. A. 1984. Mechanical amelioration of adverse physical soil conditions in forestry. Proceeding of Symposium and productivity of fast growing plantations. IUFRO Pretoria. South Africa. 507-521 pp
- GREACEN, E; Sands, R. 1980. Compaction of forest soils. A review. Aust. J. Soil Res. 18: 163-89.
- INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Castelar, Buenos Aires. Argentina.
- MASON, E.G.; Milne, P.G.; Cullen, A. W. 1993. Establishment regimens for radiata pine on yellow-brown earths in southland. N. Z. For., 38: 24-29.
- SAGPyA. 1999. Argentina. Oportunidades de inversión en bosques cultivados. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. Buenos Aires. 134 pp.
- SEIXAS, F. 1996. Avaliação de impactos da colheita de madeira no solo. II Programa de reciclagem em metodos quantitativos. ESALQ. USP Brasil. 24 p.
- STEEL, R; Torrie, J. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Segunda Edición. Ed. Mc Graw-Hill. 613 pp.
- VARELIDES, C.; Kritikos, T. 1995. Effects of site preparation intensity and fertilization on *Pinus pinaster* survival and height growth on three sites in northern Greece. Forest Ecology and Management, 73: 11-115.
- WORRELL, R.; Hampson, A. 1997. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils. A review. Forestry, 70: 61-77.
- WRONSKI, E. B.; Murphy, G. 1994. Response of forest crop to soil compaction. In: Soil Compaction in crop production. B. D. Soane and C. Van Ouwkerk (Eds.): 317-342.

COMUNICACIONES

GIGANTES DE MISIONES

Beatriz Eibl

Dardo Paredes

Jorge Gómez

CARTA ACUERDO:

FUNDACION VIDA SILVESTRE ARGENTINA -FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES -UNaM

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoni n°124, (3382) Eldorado, Misiones, Tel. 03751-431526, email: beibl@correo.facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

La Provincia de Misiones con 1 millón 100 mil hectáreas de selva nativa misionera (Selva Paranaense) conserva, en diferentes sitios, remanentes de árboles grandes y añosos como dignos representantes. La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones ha registrado árboles nativos con dimensiones superiores a las referenciadas en la bibliografía para las especies. A través de la difusión verbal y gráfica de los objetivos del proyecto se han ubicado referentes que conocían los ejemplares, quienes brindaron la información necesaria para acudir al lugar, entrevistar al propietario y registrar los árboles. Sobre un total de 31 ejemplares gigantes, representados en 17 especies y que corresponden a 8 familias, se han realizado los viajes de ubicación y reconocimiento, registro en dimensiones y fotografiado desde varios ángulos a cada uno de ellos. Se han distribuido fotografías de ejemplares entre los propietarios y solicitado a los mismos que continúen con su cuidado como hasta el momento. Aún quedan otros árboles por visitar y registrar y aún queda la esperanza de que podamos hacer algo por ayudar a sus propietarios a que conserven estos pedazos de historia de la selva misionera, así como poder lograr plantines de sus frutos y dispersarlos por la provincia como símbolo de la riqueza a conservar. Los propietarios que viven en sus chacras entienden que sus gigantes pueden ser un recurso interesante para incorporarlos al circuito del turismo agroecológico. Esta idea podrá ser una realidad y para que estos emprendimientos sean exitosos, los caminos de tierra roja misionera, con los infinitos tonos de verde y la exhuberancia de sus aguas serán los recursos naturales que merecen el mayor esfuerzo para su conservación. Las localidades y departamentos de la provincia de Misiones en los que se registraron estos ejemplares gigantes son: Guaraní, San Pedro, Monte Carlo, Eldorado, Manuel Belgrano, General San Martín, Oberá, Iguazú. Los gigantes que se encuentran en parques y reservas o en propiedades privadas acompañados de masas boscosas nativas, se encuentran protegidos por el

entorno, sin embargo los que se registraron en forma aislada rodeados de campos o chacras, no cuentan con ningún apoyo o incentivo para continuar allí, sin embargo, todos los propietarios entrevistados se encuentran orgullosos del ejemplar que tienen en su predio y comentaron acerca del interés en cuidarlos. Quienes acompañaron con el mayor entusiasmo la visita a los gigantes fueron en todos los casos los niños, celosos guardianes de su reliquia. Pero, estas emociones por sí solas no son garantía para la sobrevivencia de los gigantes, ya que se debería reconstruir el entorno y facilitar alguna posibilidad para la regeneración natural, así como la producción de plantines a partir de la cosecha de sus semillas, para permitir su dispersión a otras áreas naturales de la Provincia.

El grupo de trabajo agradece la colaboración y entusiasmo de los propietarios de árboles gigantes y el apoyo de los referentes, Ing. Forestal Juan Domingo Perié, al Guardaparque Aloysio Foletto, al Técnico Forestal Federico Robledo, el Sr. Albino Foletto, Sr. Héctor Keller, Ing. Anibal Parera y Diego Moreno, ya que sin su ayuda los gigantes no serían ubicados fácilmente. Estos no son todos los que quedan, ya que nuevos gigantes, en sitios diferentes han sido detectados para continuar en un futuro próximo, con su ubicación y registro.

Nota: Con Fecha Junio de 2000, la comisión de Recursos Naturales de la Cámara de Diputados de la Provincia de Misiones propone declarar Monumento Natural a los ejemplares gigantes que cumplan con determinadas condiciones, brindando beneficios directos e indirectos a los propietarios que posean un gigante en su propiedad y que hayan tenido la visión de cuidarlos hasta el día de hoy. A los fines de la propuesta se utilizó como único antecedente al respecto el presente trabajo realizado por la FCF, que fué presentado en exposición ante la misma comisión.

ANEXO I: LISTADO DE EJEMPLARES REGISTRADOS

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Altura (m)	DAP (cm)	Sitio	Propietario	Referente
Insienso	Myrcarpus frondosus	Leguminosas-mimosoideas	30	90	Monte nativo	Walter Eibl	Beatriz Eibl (FCF)
Lapacho negro	Tabebuia ipé	Bignoniáceas	34	105	Yerbal	Oscar Ebner	D. Moreno y A. Parera (FVS)
Palo amargo	Picrasma crenata	Simaroubáceas	27	110	Parque particular	Iribaldo Maatzenbacher	Juan Perié (FCF) y Aloysio
Foletto							
Lapacho negro	Tabebuia ipé	Bignoniáceas	27	64	Monte nativo	Albino Camilo	Juan Perié (FCF) y Aloysio
Foletto							
Palo rosa	Aspidosperma polyneuron	Apocináceas	35	137	Monte nativo	Albino Camilo	Juan Perié (FCF) y Aloysio
Foletto							
Lapacho amarillo	Tabebuia alba	Bignoniáceas	37	124	Monte nativo	Sr. De La Piere	Teófilo Vázquez
Caña fistula	Pelthoporum dubium	Leguminosas-cesalpinoideas	17	303	Parque municipal	Municipalidad de 9 de Julio	Particular
Cancharana	Cabralea canjerana	Meliáceas	26	108,5	Parque particular	Iribaldo Maatzenbacher	Juan Perié (FCF)
Guayubira	Patagonula americana	Boragináceas	34	137	Potrero	Albino Camilo	Juan Perié (FCF)
Anchico colorado	Parapiptadenia rígida	Leguminosas-mimosoideas	27	103	Potrero	Albino Camilo	Juan Perié (FCF)
Ingá	Ingá spp.	Leguminosas-mimosoideas	15	70	Monte nativo	Aloysio Foletto	Albino Foletto
Caña fistula	Pelthoporum dubium	Leguminosas-cesalpinoideas	27	116	Monte nativo	Aloysio Foletto	Albino Foletto
Caña fistula	Pelthoporum dubium	Leguminosas-cesalpinoideas	35	232	Monte nativo	Parque Pcial. Urugua-í	Aloysio Foletto
Guayubira	Patagonula americana	Boragináceas	24	120	Monte nativo	Susan Jost	Susan Jost
Grapia	Apuleia leiocarpa	Leguminosas-cesalpinoideas	28	224,5	Monte nativo	Reserva Municipal	Particular
Timbó	Enterolobium contortisiliquum	Leguminosas-mimosoideas	33	140	Parque	Parque Pcial. Urugua-í	Juan Perié (FCF)
Sombra de Toro	Sideroxylum obtusifolia	Sapotáceas	30	262	Monte nativo	Carlos Marcoviack	Juan Perié (FCF)
Loro negro	Cordia trichotoma	Boragináceas	30	65	Parque	Municipalidad de Eldorado	Particular
Palo rosa	Aspidosperma polyneuron	Apocináceas	40	156	Monte nativo	Omar Rivero	Juan Perié (FCF)
Timbó	Enterolobium contortisiliquum	Leguminosas-mimosoideas	xx	206,5	Monte nativo	FCF	Federico Robledo (FCF)
Grapia	Apuleia leiocarpa	Leguminosas-cesalpinoideas	26	81	Monte nativo	FCF	Federico Robledo (FCF)
Grapia	Apuleia leiocarpa	Leguminosas-cesalpinoideas	xx	117	Monte nativo	FCF	Federico Robledo (FCF)
Anchico colorado	Parapiptadenia rígida	Leguminosas-mimosoideas	25	94,5	Monte nativo	FCF	Federico Robledo (FCF)
Cedro misionero	Cedrela fissilis	Meliáceas	20	76,5	Monte nativo	FCF	Oscar Vebrá (FCF)
Timbó	Enterolobium contortisiliquum	Leguminosas-mimosoideas	xx	196	Monte nativo	FCF	Oscar Vebrá (FCF)
Cedro misionero	Cedrela fissilis	Meliáceas	25	135	Monte nativo	Parque Pcial. Cruce Caballero	Federico Robledo (FCF)
Pino paraná	Araucaria angustifolia	Araucariáceas	28	139	Monte nativo	Parque Pcial. Cruce Caballero	Federico Robledo (FCF)
Caña fistula	Pelthoporum dubium	Leguminosas-cesalpinoideas	25	330	Monte nativo	Parque Pcial. Cruce Caballero	Federico Robledo (FCF)
Timbó	Enterolobium contortisiliquum	Leguminosas-mimosoideas	22	192	Monte nativo	Parque Pcial. Cruce Caballero	Federico Robledo (FCF)
Timbó	Enterolobium contortisiliquum	Leguminosas-mimosoideas	42	180,5	Monte nativo	La Misionera S.A.	D. Moreno y A. Parera (FVS)
Cupay	Copaifera langsdorffii	Leguminosas-cesalpinoideas	xx	xx	Faja ecológica	Perez Companc S. A.	Hector Keller (FCF)

DETECCIÓN DEL PICUDO DE LA PALMA, *Rhynchophorus palmarum* L. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN PALMITALES DEL NOROESTE DE MISIONES

María Genoveva Gatti

Laboratorio de Ecología Funcional - FCEN - UBA. Ciudad Universitaria, Pabellón II, Buenos Aires. E-mail : genogatti@bg.fcen.uba.ar

El palmito, *Euterpe edulis* Mart. (Palmae), puede ser afectado por varias especies de insectos que causan daños tanto en individuos jóvenes como en adultos (BOVI et al., 1987).

El coleóptero que afecta mayormente las poblaciones naturales de palmito en la provincia de Misiones es *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) (fig. 1) (CHEDIACK y GATTI, datos no publicados). Esta especie, llamada vulgarmente picudo de la palma, utiliza varias especies de palmeras para su alimentación y reproducción (DA COSTA LIMA, 1956). Su distribución abarca desde el sudeste de California y Texas hasta Argentina, Paraguay, Bolivia y Uruguay; tanto en zonas de cultivo comercial como en áreas selváticas donde existen palmeras silvestres (SÁNCHEZ y CERDA, 1993).

El picudo de la palma está considerado una plaga importante en las plantaciones comerciales de cocotero (*Cocos nucifera* L.) y palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de América Latina y Caribe (GRIFFITH, 1987; GERBER et al., 1990; SÁNCHEZ et al., 1993). La importancia de este insecto como plaga está relacionada con el daño causado por la larva durante la alimentación. La hembra ovipone preferentemente en las axilas foliares haciendo una incisión en la parte basal del raquis en donde deposita los huevos (GRIFFITH, 1987). Posteriormente las larvas se desarrollan alimentándose de las hojas nuevas, internas, (fig. 2), hasta llegar al meristema apical, matando a la planta en la mayoría de los casos (BOVI et al., 1987). Como adultos explotan variadas fuentes alimenticias, especialmente frutales (SÁNCHEZ y CERDA, 1993).

Los adultos del picudo de la palma son los principales vectores del nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus* Cobb (Tylenchida: Aphelenchoididae) que es un parásito obligado de las palmeras, el cual ataca todo tipo de tejidos causando la llamada "muerte del anillo rojo" (GRIFFITH, 1987). Esta enfermedad representa un problema fitosanitario en las plantaciones de coco y palma aceitera africana en el Neotrópico (HERNÁNDEZ et al., 1992). El síndrome del anillo rojo se distribuye desde Centroamérica hasta el norte de Sudamérica, no existen registros para Puerto Rico, Islas Vírgenes o Hawaii (SÁNCHEZ y CERDA, 1993) y tampoco para Argentina (FRAGA, 1984).

El estudio de este síndrome comenzó a principios de siglo y se ha generado un gran caudal de información disponible. Los trabajos relacionados con este problema fueron hechos en plantaciones comerciales, principalmente de *Cocos nucifera* y de

Elaeis guineensis (GRIFFITH, 1987; CHINCHILLA et al., 1990; GERBER, K. y R. M. GIBLIN-DAVIS, 1990; GERBER et al., 1990; MORALES y CHINCHILLA, 1990; HERNÁNDEZ et al., 1992; SÁNCHEZ y CERDA, 1993; SÁNCHEZ et al., 1993; OEHLSCHLAGER et al., 1993). Con la determinación del agente causal y del principal agente vector, comenzaron los programas de control, orientados desde entonces a la regulación de las poblaciones de *R. palmarum* para disminuir la dispersión del nemátodo (OEHLSCHLAGER et al., 1993; SÁNCHEZ y CERDA, 1993). El método de control actual se basa en una combinación de prácticas culturales y uso de trampas con tejidos vegetales envenenados, para la atracción y muerte de ejemplares adultos (SÁNCHEZ et al., 1993).

Se ha visto que los machos de *R. palmarum* producen feromonas de agregación que atraen tanto a machos como a hembras (OEHLSCHLAGER et al., 1993). Recientemente el uso de dicha feromona se ha convertido en un arma muy valiosa para el manejo del anillo rojo a nivel comercial. En Costa Rica, por ejemplo, se inició en 1992 un programa de manejo que incluyó trapeo masivo del Picudo de la Palma con dicha feromona como atrayente en combinación con una fuente de alimento. Con este método se logró reducir en dos años la incidencia de la enfermedad a menos de un 10 % del nivel inicial (CHINCHILLA et al., 1996). La feromona de agregación, llamada Rhynchophorol, se encuentra disponible en el mercado (OEHLSCHLAGER et al., 1993).

La información acerca de la acción de enemigos naturales en el control biológico del género *Rhynchophorus* es escasa. Se ha comenzado a trabajar en este aspecto con *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae), especie que podría ser un importante componente para el control de *R. palmarum* realizando una cría masiva y liberación en zonas afectadas (MOURA et al., 1993).

De acuerdo a lo obtenido por CHINCHILLA et al., (1990) y MORALES y CHINCHILLA (1990), es posible que la población de *Rhynchophorus palmarum* en un área dada esté afectada por la disponibilidad de sitios de reproducción y por las precipitaciones; y para el caso de plantaciones por la edad de ésta.

Estudios preliminares en la provincia de Misiones estarían indicando un daño mayor provocado por *R. palmarum* en palmitales bajo aprovechamiento forestal (GATTI, datos no public.). En base a esta hipótesis actualmente se está llevando a cabo un estudio comparativo del daño causado por

esta especie en palmitales con y sin aprovechamiento forestal en el noroeste de la provincia de Misiones.

Figura.1: Adulto de picudo de la palma, *Rhynchophorus palmarum* L.. La escala está en centímetros.

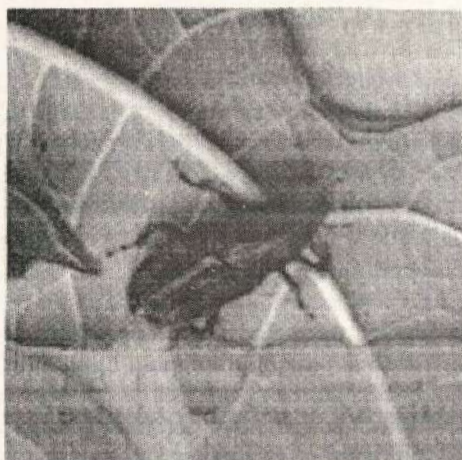
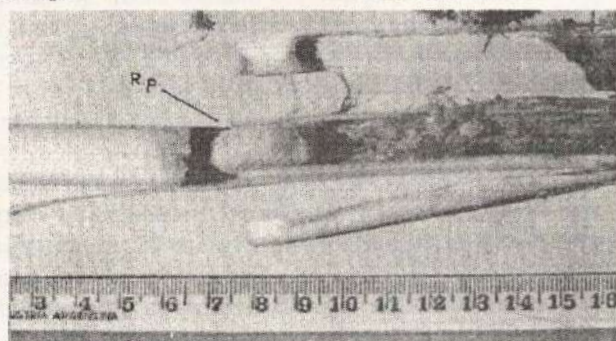


Figura. 2: Larva de *Rhynchophorus palmarum* L (R.p.) en un segmento fresco de hojas internas de *Euterpe edulis*. La escala está en centímetros.



AGRADECIMIENTOS

Posibilitan la realización de este trabajo el Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales del Parque Nacional Iguazú y el personal del Establecimiento Forestal San Jorge, PECOM S.A.

Agradezco especialmente a la Lic. Sandra E. Chediack por su apoyo constante, quien es responsable de un estudio sobre demografía y manejo sustentable del palmito, apoyado por CONICET y realizado parcialmente gracias al subsidio de conservación para la Selva Paranaense de la Fundación Vida Silvestre Argentina, dentro del cual se enmarca el presente proyecto. Al Lic. Mario Di Bitetti por la revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

BOVI, Marilene L. A.; Junior Gentil G. y Luis A. Saes. 1987. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no instituto agrônômico de Campinas. Anais Do I Encontro Nacional de Pesquisadores Em Palmito. Curitiba, EMBRAPA-CNPF. pp: 1-43

CHINCHILLA, C.; Menjívar, R. y E. Arias. 1990. Picudo de la Palma y Enfermedad del Anillo

Rojo/Hoja Pequeña en una Plantación Comercial en Honduras. Turrialba 40(4):471-477

CHINCHILLA, C., Oeshlschlager, C. y J. Bulgarelli. 1996. Un sistema de trapeo para *Rhynchophorus palmarum* y *Metamasius hemipterus* basado en el uso de feromonas. ASD de Costa Rica, S. A.

DA COSTA LIMA, A. 1956. Insetos do Brasil, Coleopteros. Escola Nacional de Agronomia. Serie Didactica nº12 10(29):245-263.

FRAGA, Cesar P. 1984. Introducción a la Nematología Agrícola. Ed. Hemisferio Sur. P.80

GERBER, K. y R. M. Giblin-Davis. 1990. Association of the Red Ring Nematode and other nematode species with the Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum*. Journal of Nematology 22(2):143-149.

GERBER, K.; Giblin-Davis, R. M. y J. Escobar-Goyes. 1990. Association of the Red Ring Nematode, *Rhadinophelenchus cocophilus*, with weevils from Ecuador and Trinidad. Nematropica 20(1):39-49.

GRIFFITH, R.. 1987. Red Ring Disease of Coconut Palm. Plant Disease 71 (2):193-196.

HERNÁNDEZ, J. V.; Cerda, H.; Jaffé, K. y P. Sánchez. 1992. Localización del hospedero, actividad diaria y optimización de capturas del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) mediante trampas inocuas. Agronomía tropical 42(3-4):211-226.

MORALES, J. L. y C. Chinchilla. 1990. Picudo de la Palma y Enfermedad del Anillo Rojo/Hoja Pequeña en una Plantación Comercial en Costa Rica. Turrialba 40(4):478-485.

MOURA, J. I. L.; Mariau, D. y J. H. C. Delabie. 1993. Eficiencia de *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae) no controle biológico natural de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Oléagineux 48 (5):219-223.

OEHLSCHLAGER, A. C.; Chinchilla, C. M.; Gonzalez, L. M.; Jiron, L.F.; Mexzon, R. y B. Morgan. 1993. Development of a pheromone-based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 86(5):1381-1392.

SÁNCHEZ, Pedro A. y Hugo Cerda. 1993. El complejo *Rhynchophorus Palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae)-*Bursaphelenchus cocophilus* Cobb. (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. Bol. Entomol. Venez. 8(1):1-18.

SÁNCHEZ, P. A.; Jaffe, K.; Hernandez, J. V.; Cerda, H.. 1993. Biología y comportamiento del picudo del cocotero *Rhynchophorus Palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Bol. Entomol. Venez. 8(1):83-93.

POTENCIAL DE PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS DEL NORDESTE DE CORRIENTES PARA EL *Eucalyptus grandis*.

Norberto M. Pahr^{1,2}
Roberto A. Fernández^{1,2}
Ana M. Lupi¹

¹INTA, E.E.A. Montecarlo. Av Libertador 2472 (3384) Montecarlo Misiones. Email: rfernandez@ceel.com.a

²UNaM, Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. Email: isif@facfor.unam.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe fue caracterizar los sitios de alta, media y baja productividad, para el cultivo de *Eucalyptus grandis*, correspondientes a la región de suelos rojos del nordeste de Corrientes, Argentina.

En primer término se consideran los atributos morfológicos y físicos que caracterizan los diferentes sitios y en segundo término los químicos. Toda la información que se brinda se extrajo de un trabajo realizado a efectos de evaluar el crecimiento del *Eucalyptus grandis* en rodales de la empresa Forestadora Tapebicuá S.A., Garruchos (Corrientes), implantados a partir de semillas de un Huerto Semillero de Sudáfrica.

ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y FÍSICOS.

1.- SITIOS DE "ALTA" PRODUCTIVIDAD.

En estos sitios, la expectativa de productividad es del orden de los 40 a 55 m³/ha/año y más de 36 m de altura dominante para una edad de 12 años.

Se ubican en relieve de lomas rojas. Ocupan indistintamente posiciones de loma a media loma baja y se caracterizan por tener una profundidad efectiva superior a 130 cm. Son suelos bien drenados (clase 4), que corresponden a las condiciones óptimas de drenaje natural. Retienen después de las lluvias una cantidad adecuada de agua, mientras que el exceso se retira con relativa facilidad.

Son suelos de textura arcillosa en todo su perfil. Los horizontes superiores (superficial A y transicional T) presentan en conjunto un espesor mayor de 20 cm, una estructura definida por agregados del tipo granular y en bloques subangulares, medios en tamaño y moderados en su resistencia a la ruptura. No presentan limitación física notable por compactación, ya sea, superficial por pisoteo animal o mecánico, o subsuperficial por labranzas reiteradas de maquinaria agrícola (piso de arado) o tráfico de maquinaria pesada.

Asociados a posiciones de media loma baja, algunos sitios pueden presentar espesores con concreciones (semejan piedritas, pequeñas, de color negro) a partir de los 50-70 cm de profundidad, las cuales ocupan entre un 10-30 % del volumen de los mismos, pudiendo representar un cierto grado de limitación a la expansión radicular.

2.- SITIOS DE PRODUCTIVIDAD "MEDIA".

La expectativa de productividad en estos sitios es del orden de los 33 a 40 m³/ha/año, y una altura dominante correspondiente a los 12 años comprendida entre los 33 y 36 m.

En ambientes cuyo relieve es de lomas rojas, ocupan posiciones de loma baja. La profundidad efectiva puede variar entre 50 y 100 cm, comprendiendo a suelos someros a poco profundos. Una camada de tosca y/o piedra (horizonte C) en profundidad, se convierte en una limitante física decisiva para el desarrollo radicular.

Si el relieve es del tipo "cerros aplanados", estos sitios aparecen ubicados tanto en los topes como en las laderas, con profundidad efectiva menor a 50 cm. Se caracterizan por presentar un manto de roca continuo a escasa profundidad o capas de concreciones, las cuales ocupan más del 90 % del volumen, ejerciendo el mismo efecto que el comentado en el párrafo anterior.

Son suelos bien drenados (clase 4) y de textura arcillosa en todo su perfil. En cuanto al color se los reconoce como suelos pardos a pardos rojizos, caracterizados por la presencia de un horizonte superficial A y un transicional T que en conjunto superan los 20 cm de espesor, cuyas estructuras son del tipo granular y/o bloques subangulares, medios y moderados. Por lo general no tienen desarrollado un horizonte subsuperficial B, caso contrario es incipiente.

3.- SITIOS DE "BAJA" PRODUCTIVIDAD.

La expectativa de productividad en estos sitios es inferior a 33 m³/ha/año. La altura dominante a los 12 años resulta inferior a los 33 m.

Se trata de sitios con severas limitaciones por drenaje y/o por profundidad efectiva.

Cuando es el drenaje el principal condicionante, ocupan posiciones de pie de ladera o pie de loma según se trate de un relieve de cerro o loma, respectivamente. Son suelos moderadamente bien drenados (clase 3), en los cuales el agua sale con alguna lentitud, lo cual puede mantenerlos mojados por cierto tiempo, aspecto que se traduce en una deficiencia de oxígeno provocada por un exceso de agua durante ciertos períodos del año. La profundidad efectiva es siempre inferior a 100 cm, con un perfil conformado por horizontes A, T y B, con un espesor A+T superior a 20 cm. A partir de cierta profundidad se aprecia la presencia de moteados o manchas que

indican una condición de hidromorfismo, al igual que el color gris azulado de la matriz del suelo. La textura es arcillosa en todo el perfil.

Para los casos de sitios bien drenados (clase 4), estos se ubican en laderas de cerros. La profundidad efectiva no supera los 30 cm. Se caracterizan por presentar un manto de roca continuo a escasa profundidad o capas de concreciones, las cuales ocupan más del 90 % del volumen.

La alta susceptibilidad del eucalipto a condiciones de drenaje restringido quedan reflejadas al considerar que, sitios de productividad media con profundidades menores a 50 cm pero bien drenados, presentan mayores crecimientos respecto a sitios de baja productividad con profundidades efectivas de 100 cm pero con drenaje moderado.

ASPECTOS QUÍMICOS

Como puede observarse en las siguientes tablas, las características químicas presentan valores muy semejantes, independientemente de la productividad de los sitios. Se destaca la buena a alta disponibilidad de nutrientes que caracterizan los suelos representativos de los diferentes suelos estudiados.

Hay casos en que se observan valores mayores para la categoría de menor productividad, lo cual se explica porque los suelos de estos últimos están asociados a posiciones de pie de loma o de ladera, que naturalmente se convierten en área de acumulación.

TABLA 1: Rangos de concentración de los atributos químicos del horizonte superficial A (espesor promedio de 12 cm).

PRODUCTIVIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA
MO (%)	2,5 - 3,5	2,0 - 3,3	2,5 - 4,0
N (%)	0,15 - 0,25	0,15 - 0,30	0,20 - 0,30
Ph (H ₂ O)	4,5 - 5,5	4,0 - 5,3	4,3 - 5,0
Ca (cmol/kg)	3,0 - 6,5	2,2 - 4,5	2,0 - 4,5
Mg (cmol/kg)	1,8 - 3,5	1,5 - 4,0	1,5 - 3,0
K (cmol/kg)	0,12 - 0,35	0,15 - 0,30	0,10 - 0,20
CIC (cmol/kg)	13,0 - 16,0	11,0 - 16,0	12,0 - 16,5

TABLA 2: Rangos de contenido (Tn/ha) de los atributos químicos del horizonte superficial A (espesor promedio de 12 cm).

PRODUCTIVIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA
MO	36 - 50	30 - 50	30 - 55
N	2,0 - 4,0	2,0 - 4,0	2,9 - 4,5
Ca	0,6 - 1,8	0,5 - 1,5	0,4 - 1,3
Mg	0,25 - 0,60	0,20 - 0,90	0,25 - 0,45
K	0,07 - 0,20	0,05 - 0,15	0,05 - 0,08

TABLA 3: Rangos de concentración de los atributos químicos del horizonte transicional T (espesor promedio de 14 cm).

PRODUCTIVIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA
MO (%)	2,0 - 3,0	1,7 - 2,5	1,7 - 2,4
N (%)	0,15 - 0,20	0,12 - 0,25	0,13 - 0,20
Ph (H ₂ O)	4,5 - 5,5	4,4 - 5,2	4,8 - 5,1
Ca (cmol/kg)	2,0 - 4,0	1,8 - 4,3	2,0 - 6,0
Mg (cmol/kg)	1,5 - 3,0	0,8 - 3,5	1,7 - 2,5
K (cmol/kg)	0,08 - 0,15	0,10 - 0,15	0,06 - 0,10
CIC (cmol/kg)	10,0 - 14,5	9,0 - 14,5	11,0 - 13,5

TABLA 4: Rangos de contenido (Tn/ha) de los atributos químicos del horizonte transicional T (espesor promedio de 14 cm).

PRODUCTIVIDAD	ALTA	MEDIA	BAJA
MO	30 - 50	30 - 45	10-50
N	1,8 - 3,8	2,5 - 4,0	0,75 - 4,5
Ca	0,50 - 1,50	0,50 - 1,40	0,25 - 2,50
Mg	0,25 - 0,50	0,20 - 0,70	0,15 - 0,50
K	0,05 - 0,15	0,06 - 0,10	0,02 - 0,05

Referencias: MO = materia orgánica. N = nitrógeno. Ca = calcio. Mg = magnesio. K = potasio.

CIC = capacidad de intercambio catiónico.

OBSERVACIONES: El Fósforo (P) no se consideró dado que en todas las muestras disponibles este elemento no fué detectado (el método analítico detecta por encima de 4 partes por millón).

PROPIEDADES DEL LEÑO EN CLONES DEL GÉNERO *Salix*, UTILIZADOS EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO CON APLICACIÓN A LA INDUSTRIA PAPELERA.

CLONES OF *Salix* USED IN PROGRAMS OF GENETIC IMPROVEMENT WITH APPLICATION TO PAPER INDUSTRY. PROPERTIES OF THE WOOD.

Gabriela Senisterra¹
Silvia Monteoliva²
Jorge Marquina¹
Raúl Marlats¹
Gabriel Ciocchini¹

¹ Ingeniero Forestal; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - UNLP, diag 113 y 61, 1900 La Plata.

² Licenciada en Biología; Jefe Trabajos Prácticos de Dendrología; Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - UNLP, diag 113 y 61, 1900 La Plata.

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate properties of the wood related to paper aptitude, in 8 *Salix* clones cultivated in Los Hornos, Buenos Aires, Argentina. Samples of 13 years-old material, planted to a density of 1111 plants/hectare (3 m x 3m), were studied. Basic density, whiteness, longitude of fibers, wide of fibers and wall thickness were evaluated. Afieltramiento index was calculated. Results could not be confronted with data generated in the country, because of differences between materials and/or methods. It is necessary to have studies that quantify the relationship among this characteristics, the processes of paper elaboration and the properties of the final product, to be able to ponder the evaluated characteristics according to their use in the paper industry.

Key word: *Salix*, properties of the wood, paper industry

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar características de la madera relacionadas con aptitud para la industria papelera, en 8 clones de sauce cultivados en Los Hornos, provincia de Buenos Aires. Se estudiaron muestras en material de 13 años de edad, plantados a una densidad de 1111 plantas por hectárea (3 m x 3m). Fueron evaluados densidad básica, blancura, longitud de fibras, ancho de fibras y espesor de pared. Se calculó el índice de afieltramiento. Los resultados no pudieron ser confrontados con antecedentes generados en el país por diferir en materiales y/o métodos. Para poder ponderar las características evaluadas, según su aprovechamiento en la industria papelera, es necesario contar con estudios que cuantifiquen la relación entre dichas características, los procesos de elaboración de papel y las propiedades del producto final.

Palabras clave: *Salix*, propiedades de la madera, industria papelera

INTRODUCCIÓN

En las forestaciones desarrolladas con fines industriales, la superioridad del material genético utilizado no sólo está determinada por el volumen o cantidad de madera generado, sino también (y a veces principalmente) por su calidad, es decir la aptitud tecnológica para la industria consumidora. Particularmente, cuando de industria papelera se trata, propiedades como densidad, largo de fibras, composición química y blancura deben ser tenidas en cuenta en especies a forestar, como así también en los planes de mejoramiento (REPETTI, 1990).

En Argentina, la industria de fabricación de pastas se abastece de madera proveniente de forestaciones. Las más utilizadas son las pertenecientes a *Salicáceas* (*Populus* y *Salix*), *Eucalyptus* y *Pinus*.

Las *Salicáceas*, por su baja densidad, son sumamente aptas para la elaboración de pastas químico-mecánicas con destino a la fabricación de papel de diario. Su menor densidad favorece la impregnación con reactivos químicos y el desfibrado mecánico. Otra característica de importancia en este grupo es el largo de fibra, generalmente mayor al presentado por los *Eucalyptus*, pero menor al de los pinos. Esto hace que para la fabricación del papel se requiera agregar cierto porcentaje de pasta química de fibra larga de pino para aumentar la resistencia a la tracción.

De todas las especies de *Salix* cultivadas en el Delta del Río Paraná, el sauce americano siempre se ha destacado por su largo de fibra y su alta densidad. Otras especies y/o clones ampliamente difundidos en esta región no han sido estudiados exhaustivamente con respecto a estas características deseables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar características de la madera relacionadas con aptitud para la industria papelera, en 8 clones de sauce cultivados en Los Hornos, provincia de Buenos Aires.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron muestras obtenidas en plantaciones desarrolladas en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Universidad Nacional de La Plata (34° 55' SL; 57° 57' WL; 5 m snm).

Se extrajo material de ejemplares de 8 clones del género *Salix*, de 13 años de edad, plantados a una densidad de 1111 plantas por hectárea (3 m x 3m).

Los clones evaluados se detallan en la Tabla 1.

Se seleccionaron 2 árboles por clon, sin condición de borde, con el leño en buen estado sanitario.

Los ejemplares seleccionados fueron marcados en su posición cardinal norte (N), medido su diámetro a la altura del pecho (DAP), apeados y medida su altura total con cinta métrica.

Se marcaron tres alturas en el fuste (1,30m; 4,3m y 6,5m) y de cada una de las mismas se sacaron dos discos completos de 3 cm de espesor.

Fueron evaluados densidad básica, blancura, longitud de fibras, ancho de fibras y espesor de pared.

Se calculó el índice de afieltramiento.

Densidad básica se determinó según la norma TAPPI 258-om-94 (Technical Association of the Pulp and Paper Industry), en las rodajas enteras, previo descortezado. Se calculó por el cociente entre peso seco de la muestra y el volumen saturado de la misma.

Blancura se determinó en la rodaja a la altura del pecho (1,3m), en un solo ejemplar, según norma TAPPI 217 wd-77.

Para la caracterización de longitud de fibras, en las rodajas correspondientes a cada altura en estudio, se obtuvieron muestras localizadas sobre el radio norte, correspondientes a tres posiciones radiales, en las edades 3 y 4 (interna), 6 y 7 (media) y 10 y 11 (externa). Se midieron 30 fibras por posición (largo y ancho) sobre material disociado, según la técnica de maceración de FRANKLIN (1945), con un microscopio de pantalla Reichert.

Para determinar espesor de pared, se realizaron cortes microscópicos transversales a la altura del pecho (1,3m) de 2 clones (americano y 131-25) en las dos repeticiones y en las tres posiciones radiales mencionadas para longitud de fibras. En 50 fibras se midieron ancho total y ancho del lumen; el espesor se calculó por la mitad de la diferencia de estos.

El índice de afieltramiento se calculó por el cociente entre largo y ancho de las fibras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la Tabla 2, involucran puntos de contacto con trabajos publicados por investigadores del país: CERRILLO et al (1992); CICELPA (1997); BONAVÍA DE GUTH y RAGONESE (1980); Piussan et al (1990); BONAVÍA DE GUTH (1981, 1982, 1987).

No son directamente comparables por no coincidir en un alto porcentaje las características de los materiales y/o métodos. Varían los clones, los sitios, las edades, el tamaño de las muestras y la metodología de obtención de las mismas.

Sería interesante vincular las características evaluadas, con su influencia en los procesos de industrialización y las bondades del producto generado. De otro modo, resulta imposible caracterizar cuali-cuantitativamente la materia prima a utilizar por la industria, con las consecuentes imprecisiones que ello genera para tomar decisiones acerca de la producción de rodajes, compra de materia prima, pautas y objetivos de planes de mejoramiento.

CONCLUSIONES

Se cuantificaron características de clones del género *Salix*, relacionadas a la industria papelera que no pudieron ser confrontadas con otras presentadas en estudios anteriores por diferir en materiales y/o métodos.

Para poder ponderarlas según su aprovechamiento en la industria papelera, es necesario contar con estudios que cuantifiquen la relación entre dichas características, los procesos de elaboración de papel y las propiedades del producto final.

Tabla 1. Clones estudiados, sus orígenes parentales y procedencias. Studied clones, parental procedences and origins

Clon	Origen parental y procedencia
Sauce americano	<i>Salix babylonica</i> var <i>sacramenta</i> . Rusia
Sauce híbrido cv "A 131-25"	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> . INTA Castelar 1957
Sauce híbrido cv "A 131-27"	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> . INTA Castelar 1957
Sauce híbrido cv "A 13-44"	<i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i> . INTA Castelar 1967.
Sauce híbrido cv "NZ 26992"	<i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i> . Nueva Zelanda
Sauce híbrido cv "NZ 26993"	<i>Salix matsudana</i> x <i>Salix alba</i> . Nueva Zelanda
Sauce híbrido cv "A 250-33"	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> . INTA Castelar 1961
Sauce híbrido cv "A 250-36"	<i>Salix babylonica</i> x <i>Salix alba</i> . INTA Castelar 1961

Tabla 2- Resultados por clon de las propiedades evaluadas. Results by clone of the evaluated properties.

Clon	Altura (m)	Diámetro (cm)	Densidad (g/cm ³)	Long.fibra (μ)	Ancho de fibra (μ)	Indice de Afieltramiento	Espesor (μ)	Blancura (%)
Sauce híbrido cv "A 131-25"	15	22,8	0,396	1031,406	24,2	42,6	2,40	50,30
Sauce híbrido cv "A 131-27"	16,25	23,4	0,398	1071,951	24,05	44,5		62,75
Sauce híbrido cv "A 250-33"	13,5	16,35	0,417	1111,625	22,05	50,4		64,30
Sauce híbrido cv "A 250-36"	13,5	17,75	0,365	1046,03	24,05	43,5		64,05
Sauce híbrido cv "NZ 26992"	12,5	18,25	0,385	929,664	21,2	43,8		61,35
Sauce híbrido cv "NZ 26993"	13,9	23,2	0,429	1034,864	20,8	49,7		62,55
Sauce híbrido cv "A 13-44"	13,5	17,2	0,455	1001,143	19,6	51,1		59,95
Sauce Americano	11,25	11,45	0,445	1217,535	23,1	52,7	3,56	61,55

BIBLIOGRAFÍA

- CERRILLO, T, Bunse, G; Sparnochia, L. 1992. Productividad de nuevos clones de sauces en el Delta argentino. 19° Sesión de la Comisión internacional del Alamo. Zaragoza 22-25: 515-529.
- CICELPA 1997. Aptitud de Salicáceas para la industria del papel. Informe N° OT 18-2927.
- BONAVÍA DE GUTH, E; Ragonese, A. 1980. Evaluación de las características del leño en relación a la calidad del papel de algunos híbridos de sauces obtenidos en Castelar (INTA). IDIA septiembre-octubre 1980: 25-30.
- BONAVÍA DE GUTH, E. 1981. Características del leño de varias especies e híbridos de Salix en apoyo a la obtención de buenos clones papeleros. 17° Congreso de ATIPCA Tomo 1: F25-F32.
- BONAVÍA DE GUTH, E. 1982. Evaluación de varios híbridos obtenidos por cruzamiento de Salix alba x S. matsudana. Congreso de ATIPCA: 19-30.
- BONAVÍA DE GUTH, E. 1987. Obtención y evaluación de nuevos clones de sauces y álamos en relación a su uso celulósico. ATIPCA: 43-60.
- BONAVÍA DE GUTH, E y Piussan. 1987. Variación de las características del leño del individuo en Salix nigra cultivado en el Delta del Paraná. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de especies forestales. CIEF Tomo IV : 219-235.
- FRANKLIN, G.L. 1938. The preparation of woody tissues for microscopic examination. For.Prod Res. Lab. 40.
- PIUSSAN, CM; Repetti, R y Fontana, E. 1990. Estudio comparativo de las propiedades papeleras de Salix nigra N°4, del híbrido A-131/27 y del sauce americano. 26° Congreso de ATIPCA:485-504.
- REPETTI, R. 1990. Relación entre las características de la madera y las propiedades del papel. Seminario sobre calidad de la madera en la producción forestal. CIEF. Actas:11-30.
- SPARNOCHIA, L. 1990. Mejora genética de las características tecnológicas de la madera. Seminario sobre calidad de la madera en la producción forestal. CIEF Actas:36-53.

FICHA TECNICA
ARBOLES DE MISIONES
***Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride.**

Luis Grance¹
Alicia Bohren¹
Dora Miranda¹
Héctor M. Gartland¹
Héctor Keller¹

¹Docentes de Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124. 3380, Eldorado, Misiones. Argentina Email: alicia@facfor.unam.edu.ar

Sinónimos: *A. praecox* Mart.

Familia: *Fabaceae* (*Caesalpinoideae*)

Nombres comunes: "Grapia", "ivyra pere", "grapiapunha", "garapa", "jutai".

ASPECTOS DENDROLÓGICOS:

Originario de Venezuela, Perú, Bolivia, oriente del Paraguay, oeste de Brasil principalmente en el estado de Santa Catalina, encontrándose en Argentina en Misiones y en el Norte de Corrientes (BURKART, 1952), con una frecuencia de 2 a 7 árboles por hectárea (GARTLAND M. y M. PARUSSINI, 1990).

Árboles de gran porte que integran el estrato arbóreo superior de la selva, alcanzando alturas de 30 a 40 metros y diámetros de hasta 176 cm, fuste de diámetros maderables que se ubican por encima de los 60 cm, con longitudes máximas entre los 10 y 15 metros (GARTLAND M. y M. PARUSSINI, 1990). (Foto 1).

En estado de **plántula** presenta cotiledones epigeos, hipocótilo recto, de 45 mm de longitud, pubescente y blanquecino. Los cotiledones medianos, opuestos y sésiles. Lámina cotiledonar oval a ovalobovada, discolor, semicarnosa, lisa, glabra y trinervada. Primer par de hojas compuestas unifolioladas, opuestas a subopuestas, decusadas y pecioladas. Segundo par de hojas compuestas, pinadas, trifolioladas, alternas, pecioladas y estipuladas (GARTLAND et al, 1990).

En el estado de **renuevo** presenta ramificación simpódica tardía. El tallo y los ramos son de sección circular, de recorrido en zigzag cambiando de dirección en los nudos, de color castaño grisáceo, con la médula central y de contorno circular, blanquecina, esponjosa y continua; cicatrices foliares semicirculares. Las lenticelas son muy pequeñas, puntiformes y blanquecinas; cicatrices estipulares puntiformes; yemas axilares solitarias. Las hojas son compuestas, imparipinadas, alternas, con tendencia a disposición dística, estipuladas. Los folíolos de 5 a 11 por hoja, sub-opuestos, de lámina elíptica a elíptico-lanceolada, de 2 a 5 cm de longitud y 1,5 a 3 cm de latitud, el tamaño de los folíolos aumenta de la base hacia el ápice de la hoja; base redondeada a obtusa, ápice agudo ligeramente emarginado, borde entero y

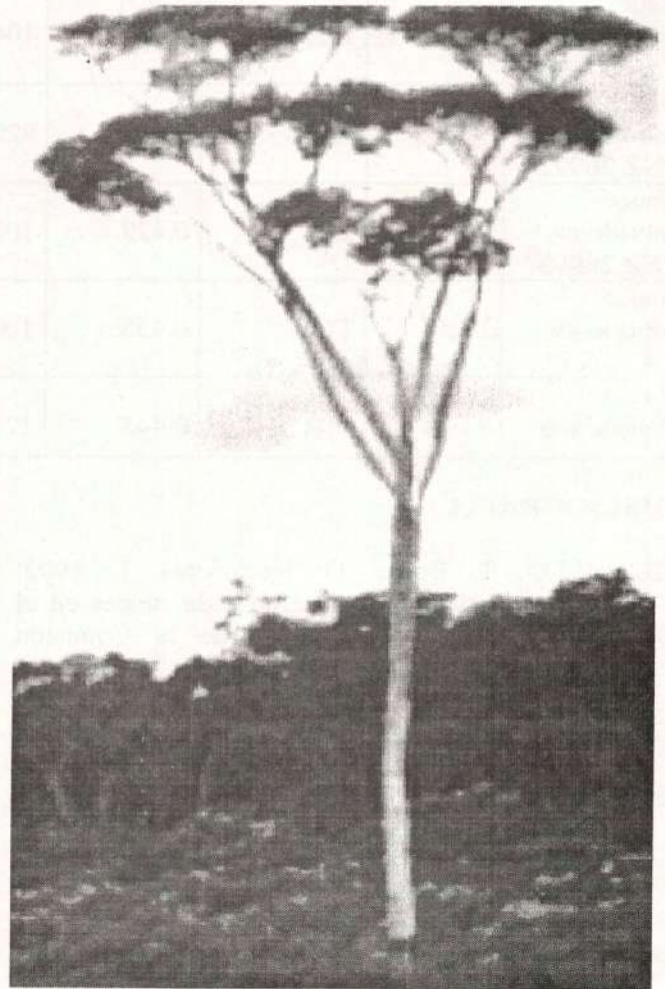


Foto 1: *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr., árbol adulto con hábito de copa baja, copa obcónica y en aglomerados.

liso; superficie lisa y glabra, membranacea; retinervada.

Los ejemplares **adultos** presentan hábito de copa baja con ramificación simpodial ascendente y abundante, de copa obcónica o infundibuliforme (GARTLAND, 1985), en aglomerados, paucifoliada, follaje caduco de color verde claro brillante. El fuste es recto, de sección circular a veces ligeramente canaliculado, de base reforzada a tabular.

El **ritidoma** en el fuste muestra un diseño labrado o esculpido (**Foto 2**), debido al desprendimiento de las placas irregulares, que al caer dejan una impronta muy característica, con abundantes lenticelas; en algunos ejemplares y en sectores determinados del fuste el ritidoma puede presentar un diseño fisurado fino, con los domos de contorno semicircular. El espesor de la corteza varía de 8 a 15 mm, observándose en la sección transversal una estructura laminar (alternancia de tejido duro y blando) y una textura cortofibrosa. (**Foto 3**).

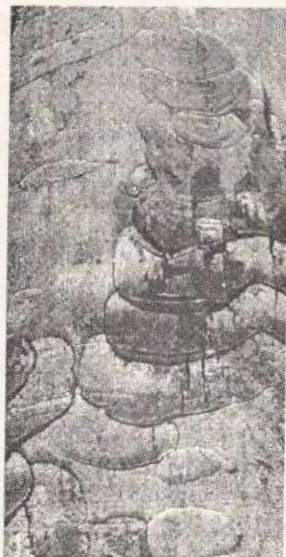


Foto 2: Diseño del ritidoma labrado o esculpido.

Las **hojas** son compuestas imparipinadas, con 5 a 11 folíolos alternos, elípticos a oblongos, de 2 a 6,5 cm de longitud y de 1 a 3 cm de latitud, pecioladas y estipuladas.

Las **flores** son hermafroditas y masculinas mezcladas, inflorescencia cimosa, proterantes. Sépalos, pétalos y estambres generalmente 3, anteras apiculadas (BURKART, 1952). Fruto legumbre indehiscente, plano, elíptico a oval-lanceolado, de 2,4-5,7 x

1,2-2,2 x 0,1-0,4 cm (longitud, latitud y espesor), encontrándose longitudes de hasta 9.6 cm, con un estípote que alcanza 1 cm de longitud, generalmente con una única semilla. (MIRANDA y PAREDES, 2000). (**Foto 4**).

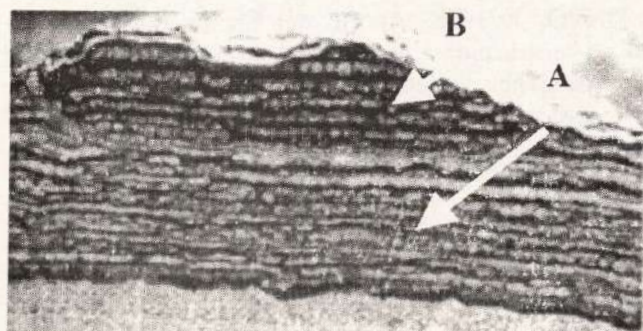


Foto 3: Sección transversal de la corteza, observándose la estructura laminar. A) Corteza interna. B) Ritidoma. 2,5 X.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

El duramen tiene una coloración amarillenta notablemente más oscura que la albura. La madera es dura y pesada, presenta una textura fina y homogénea, grano recto, diseño vetado suave,

ligeramente brillante, con olor desagradable (idiopático) en estado verde, inodora en estado seco,

Anillos de crecimiento poco demarcados, porosidad difusa, poros solitarios y múltiples cortos, parénquima paratraqueal confluyente, raños angostos y en sección longitudinal tangencial se observa leño estratificado.

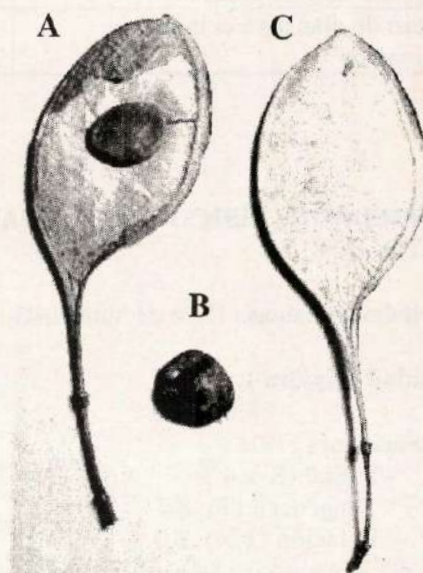


Foto 4: A: Vista del fruto y semilla. B: Semilla. C: Fruto. 1 X.

USOS

Carrocería, terciados, marcos para aberturas, muebles, pisos, tirantería, flejes para camas (TINTO, 1987). La corteza presenta sustancias tánicas, las cuales son utilizadas para curtir pieles claras. En medicina la corteza tiene propiedades anti-sifilítica. Ornamental (CARVALHO, 1994).

FENOLOGÍA.

(EIBL, et al, 1997)

Plenitud de brotación (fecha media)	01 de septiembre.
Plenitud de floración (fecha media):	29 de septiembre.
Plenitud de crecimiento de frutos (fecha media):	03 de noviembre.
Plenitud de maduración de frutos (fecha media):	10 de diciembre.
Plenitud de caída de frutos (fecha media)	23 de enero.

FRUTOS Y SEMILLAS

(EIBL, et al, 1994)

Número promedio de frutos frescos por kg.:	5400
Número de semillas por fruto:	0-2
Número promedio de semillas frescas por kg.:	12250
Porcentaje de germinación:	30%
Número de días para el inicio de germinación	24

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

(TINTO, 1978).

Propiedades físicas (15 % de humedad)

Densidad (Kg/dm³): 0,830

Contracciones (%):

Radial (R): 4,3

Tangencial (T): 8,7

Relación (T/R): 2,0

Volumétrica (V): 14,6

Propiedades mecánicas: (Madera con 15% de humedad)

Flexión (Kg/cm²)

Módulo de rotura: 958

Módulo de elasticidad: 129900

Compresión axial (Kg/cm²):

Módulo de rotura: 556

Módulo de elasticidad: 144600

Dureza (Kg/cm²)

Normal a las fibras: 820

Estabilidad dimensional: Medianamente estable.

Receptividad a la impregnación: Poco penetrable.

Comportamiento en procesos varios:

Secado: Regular.

Maquinado: Regular.

Pintado: Regular.

Clavado: Bueno.

BIBLIOGRAFÍA

BURKART, A. 1952. Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. 2da. Edición. Editorial ACME AGENCY SRL. Buenos Aires. 569 p.

CARVALHO, P. 1994. Espécies Florestais Brasileiras. EMBRAPA, Brasil. 639 p.

EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A. y G. OTTENWELLER. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la Selva Misionera. Rev. Yvyrareta 8: 78-87, Año 8. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM. Argentina.

EIBL, B.; SILVA, F.; CARVALLO, A.; CZEREPAK, R. Y J. KEHL. 1994. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R. A. Yvyrareta 5: 33-48. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. U.Na.M. Misiones. Argentina.

GARTLAND, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Primera Parte. Inédito. Facultad de Cs. Forestales. Eldorado. 120 p.

GARTLAND, H. M. y M. PARUSSINI. 1990. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (primera entrega). Revista Yvyrareta 1: 5-28. Año 1. ISIF. UNaM. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones.

GARTLAND, H. M.; BOHREN, A. V.; MUÑOZ, D.; y G. OTTENWELLER. 1990. Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la Selva Misionera en el estado de plántula. (primera entrega). Revista YVYRARETA 1: 67-90. Nro 1. ISIF. UNaM. Facultad de Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. UNaM.

MIRANDA, D. y D. PAREDES. 2000. Proyecto morfología de frutos y semillas de especies leñosas nativas. ISIF (Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales). Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM. Inédito.

TINTO, J. 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 44. Bs. As. 142 p.

TINTO, J. 1987. Clave de Identificación de Maderas Argentinas. Sistema de Regionalización. Secretaría de Ciencias y Técnica. Subsecretaría de Coordinación y Planificación. República Argentina. 58 p.

FICHA TECNICA ARBOLES DE MISIONES

Jacaratia spinosa (Aubl.) DC

Dora Miranda¹
Dardo Paredes²

¹ Docente Facultad de Ciencias Forestales

² Becario Facultad de Ciencias Forestales

Descripción general

FAMILIA

Caricaceae.

SINONIMIA

J. dodecaphylla (Vell.) A. DC.

Carica dodecaphylla Vell.

Papaya dodecaphylla Baill.

Nombres vernáculos:

Argentina: yacaratiá, jacaratiá, jacarati-f, ñacaratiá, papayuelo, papayón, árbol del queso.

Paraguay: jacaratia.

Brasil: jacaratiá, mamão rana, m. bravo, mamoeiro do mato.

Bolivia: papayo, gargatea, capaloi, papayllo.

Ecuador: papayuelo, papayón, tambora.

Carácter de relevancia

Los frutos se deben cosechar del árbol, se los abre manualmente, se lavan las semillas y se dejan secar en la sombra. La viabilidad de las semillas es muy corta. La emergencia del embrión ocurre en 10-20 días y la tasa de germinación es elevada (LORENZI, 1998).

Hábitat y sistema reproductivo

Planta heliófita, pionera, se desarrolla en los claros de la selva y en formaciones secundarias de estadíos de sucesión vegetal (LORENZI, 1998). Flores unisexuales (LÓPEZ y OTROS, 1987).

Usos

Suele cultivarse por sus frutos comestibles, empleándose para elaborar compotas y dulces. Su látex contiene papaína y carpina, dos sustancias que aplicadas a humanos hacen descender la frecuencia del pulso y deprimen el sistema nervioso central (DIMITRI, 1973). La madera no tiene aplicaciones, en algunos países se hacen barriles con pedazos del tronco ahuecado (LÓPEZ y OTROS, 1987). Ornamental, árbol pionero de muy rápido crecimiento e indispensable en todo enriquecimiento de áreas degradadas (LORENZI, 1998).

Frutos

Bayas de largos pedúnculos con un tamaño medio de 6 cm de longitud y 4 cm de diámetro (Fig.

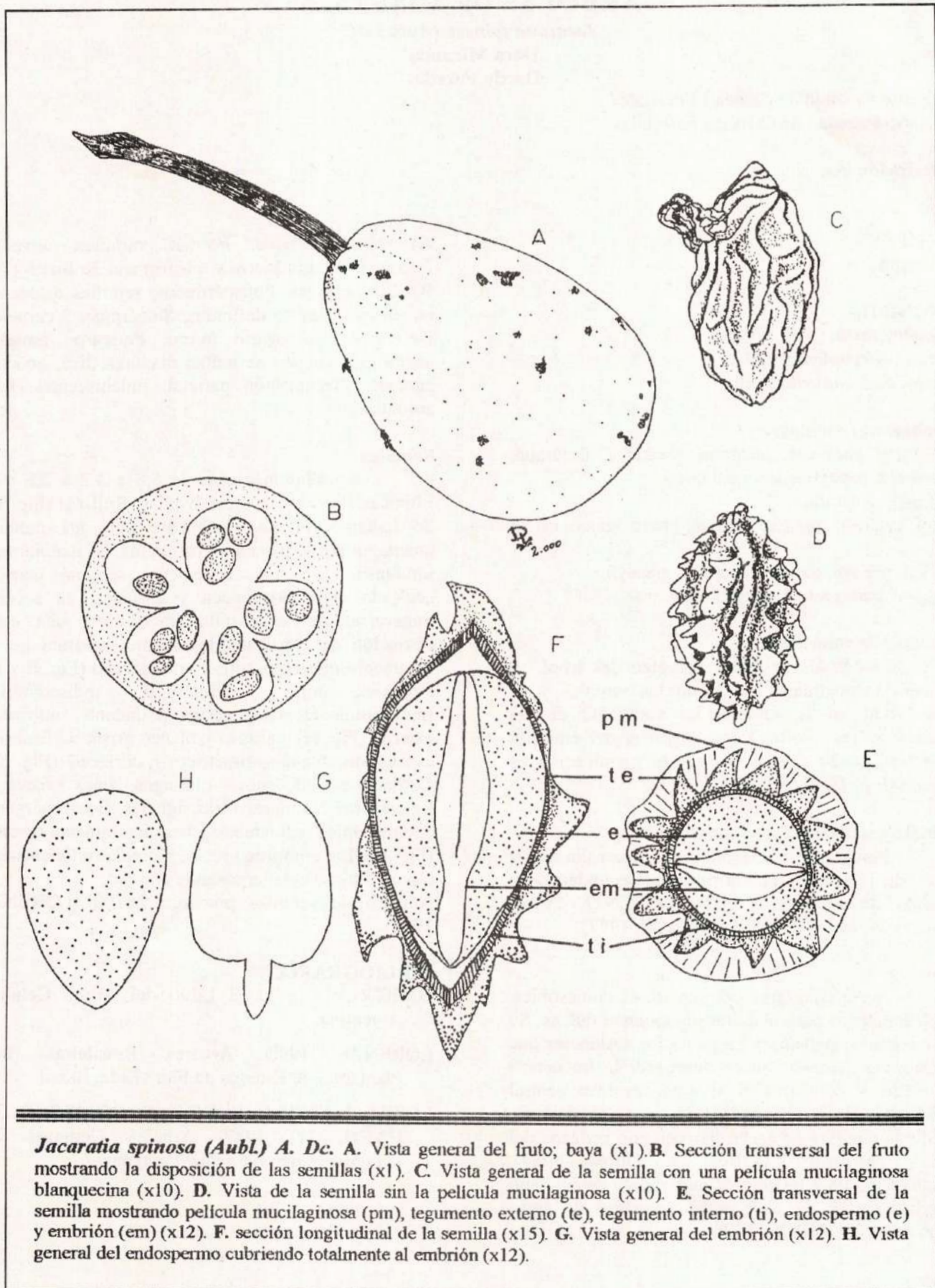
A). Monotalámicos. Formas variadas, aovados, ligeramente cilíndricos y piriformes. Rollizos (Fig. B). Sin induvias. Polispérmicos, semillas dispuestas en varias series no definidas. Sincárpico, 5 carpelos. Deriva de un ovario ínfero. Pericarpo amarillo anaranjado cuando se hallan maduras, liso, opaco y carnoso. Placentación parietal. Indehiscentes. Alas ausentes.

Semillas

Semillas medianas de 5,8 x 3,2 x 2,8 mm. Elípticas (Fig. D), a veces ovadas. Rollizas (Fig. E). Se hallan cubiertas totalmente por una película mucilaginoso blanca traslúcida, denominada sarcotesta (Fig. C). Tegumento seminal marrón, aculeada (Fig. D), opaca y cartácea, en sección transversal de la semilla se observa una clara distinción de capas del tegumento, se trata de un tegumento interno oscuro y uno externo (Fig. E y F). Funículo, hilo y micrópilo indiscernibles. Endospermadas, endosperma abundante, uniforme, externo (Fig. H), carnoso y blanco grisáceo. Embrión espatulado, blanco, simétrico y coriáceo (Fig. G). Cotiledones foliáceos, oblongos unas veces y ligeramente circulares otras, iguales, lisos, márgenes enteros, ápice redondeado y base ligeramente cordada (Fig. G). Eje embrional recto, plúmula rudimentaria e hipocótilo-radícula largamente cónica. Número de semillas por kg.: 28700 (LORENZI, 1998).

BIBLIOGRAFÍA

- DIMITRI, J. 1973. El Libro del Arbol. Celulosa Argentina.
- LORENZI, 1998. Arvores Brasileiras. Inst. Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Brasil.
- LOPEZ, J; LITTLE, E; RITZ, G; ROMBOLD; J y HAHN, W. 1987. Árboles Comunes del Paraguay. Cuerpo de Paz, Paraguay.



***Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC.** A. Vista general del fruto; baya (x1). B. Sección transversal del fruto mostrando la disposición de las semillas (x1). C. Vista general de la semilla con una película mucilaginosa blanquecina (x10). D. Vista de la semilla sin la película mucilaginosa (x10). E. Sección transversal de la semilla mostrando película mucilaginosa (pm), tegumento externo (te), tegumento interno (ti), endospermo (e) y embrión (em) (x12). F. sección longitudinal de la semilla (x15). G. Vista general del embrión (x12). H. Vista general del endospermo cubriendo totalmente al embrión (x12).

FICHA TECNICA
INSECTOS DE INTERES FORESTAL
Cinaria sp.

Juan Pedro Agostini¹
Alicia Stehr¹
Roque Toloza¹
Diego Olocco²

¹Docentes cátedra de Protección Forestal. Facultad de Ciencias Forestales

²Becario de investigación

Nombre común:

“Pulgón del pino”

Ubicación sistemática:

Clase: Insecta. Orden: Homóptera. Familia: Aphididae. Especie: *Cinara sp.*

Descripción del insecto:

Adultos alados: poseen la cabeza y el tórax negros observándose sifones muy anchos en la parte posterior del abdomen, tiene un tamaño de 3 a 3,5 mm de largo por 1,3 mm de ancho. Las alas posteriores tienen 4 pequeños ganchos cuya función es la de acoplamiento.

Adultos ápteros: son de un color algo más claro que los alados, presentándose por eso de un color marrón rojizo, poseen pelos finos que recubren el cuerpo y de tamaño similar al alado.

Aparato bucal: posee un aparato bucal picador succionador en forma de estilete que introduce en los tejidos vegetales a nivel del floema para succionar los jugos que constituyen su principal fuente de alimento.

Reproducción: puede ser sexual y partenogenética dando a esta plaga la capacidad de reproducirse activamente en poco tiempo si las condiciones climáticas son adecuadas.

Daño: Estos pulgones se encuentran principalmente en la parte apical y de ramas laterales de los pinos de la zona, formando colonias numerosas que cubren a los mismos.

La cantidad de líquido que ingieren debilita a la planta y además excretan por los sifones abdominales un líquido azucarado sobre el cual se desarrolla un hongo simbiótico de coloración negra que actúa de barrera fotosintética aumentando el daño y pudiendo llegar a matar al árbol.

Otro efecto que produce la presencia de *Cinara pini* es que su sistema de alimentación produce heridas que luego son puerta de entrada para otros patógenos.

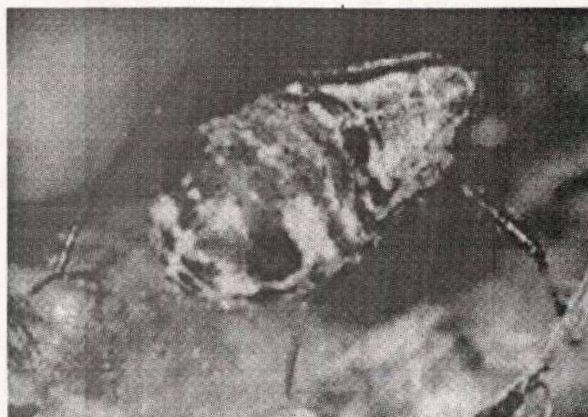


Foto 1: "Pulgón del pino": *Cinara sp.*

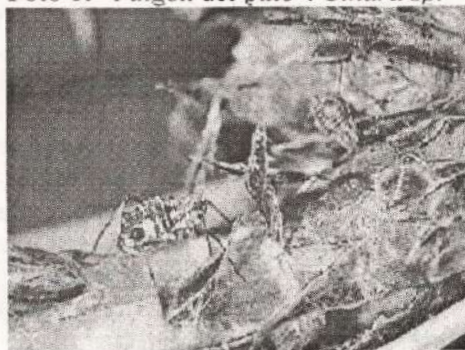


Foto 2: Pulgones sobre rama de *Pinus elliottii*

Condiciones predisponentes: los pulgones atacan en períodos que varían desde abril hasta la primera quincena de noviembre y su ataque se ve favorecido por períodos de sequía, siendo el mejor método de control las lluvias que son las que hacen disminuir considerablemente la población.

Especies forestales atacadas: *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *P. pinaster*, *P. pátula*, *P. radiata*, etc.

Control: Desde hace algunos años se ha constatado en las plantaciones de *Pinus* de Misiones un paulatino aumento del ataque de *Cinara pini* causando preocupación y consulta por parte de los productores de la zona a los que se les ha recomendado esperar los períodos de lluvia y dejar actuar a los controladores naturales, como son los Coleópteros denominados comúnmente vaquitas y Neuropteros conocidos como crisopas que generalmente se presentan en gran cantidad.

INFLUENCIA DEL POLIETILENGLICOL EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE *Aspidosperma quebracho-blanco* SCHLECHT

DIMENSIONAL STABILIZATION OF *Aspidosperma quebracho-blanco* WITH POLYETHYLENE GLYCOL

M.Sc.Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel.

Orientación: Tecnología de la madera

José María Paz

Facultad de Agroindustrias – UNNE - Cte. Fernández N° 755 3700 - Pcia. Roque Sáenz Peña – Chaco – Argentina

Tel.: 54 - 03732 – 420137 E-mail: josepaz@fai.unne.edu.ar

Director de Tesis: Graciela Bolzón de Muñiz

RESUMEN

En la actualidad la especie más abundante del Parque Chaqueño, *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht, no puede ser usada en la elaboración de bienes de alto valor agregado, debido a su inestabilidad dimensional, a pesar de que posee un color amarillo cremoso y alta densidad, características muy buscadas en el mercado nacional e internacional de pisos y muebles.

Basado en ello esta tesis tiene por finalidad demostrar la posibilidad del uso de *Aspidosperma quebracho-blanco* en la elaboración de bienes de alto valor agregado, a través del estudio del grado de influencia de polímeros orgánicos y de los parámetros del proceso de impregnación en la estabilidad dimensional de esta especie.

En este trabajo se usaron muestras aserradas con corte radial, impregnadas con Polietilenglicol (PEG), de peso molecular 300 y 600, a diferentes concentraciones, durante distintos tiempos, utilizando el proceso Bethell. Estas muestras fueron secadas hasta 10 % de contenido de humedad (CH) y posteriormente estabilizadas, de acuerdo con normas IRAM referentes al tema. Se utilizaron Plantas Piloto diseñadas para esta investigación. Cada uno de los ensayos se llevó a cabo de acuerdo con un Diseño Experimental Factorial 2⁴.

Para cuantificar el grado de influencia del PEG en la estabilidad dimensional se adoptó el coeficiente de retractabilidad y la contracción total.

Mediante el método de engrosamiento de la pared celular, los mejores resultados obtenidos para los coeficientes de retractabilidad (0,069 %) y contracción total (1,95 %) de la especie *Aspidosperma quebracho-blanco*, se lograron trabajando con PEG 600, en solución acuosa al 50%, impregnando a 12 kg/cm² de presión durante 120 minutos. Estos valores representan una disminución en los mencionados coeficientes del 58,7 %, con referencia a los de esta especie sin tratar. La retención

efectiva del polímero, en términos de estabilidad dimensional, fue de 73,7 kg de PEG 600 por metro cúbico de madera aserrada impregnada, valor que permite el uso del mismo a nivel industrial.

Además se constató que, en el rango de trabajo, el PEG 300 y PEG 600, como agentes hinchantes de la pared celular, mejoran sustancialmente la estabilidad dimensional de esta especie. Especialmente el PEG 600 logró una mayor estabilidad. También se determinó que una mayor retención de PEG lograda durante el proceso de impregnación produce una marcada disminución del coeficiente de retractabilidad.

Palabras clave: *Aspidosperma quebracho-blanco*; PEG; Impregnación; estabilidad dimensional; Shrinkage

SUMMARY

Nowadays, the most abundant species of the "Parque Chaqueño" region in Argentina is *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. This species is used mainly in the making of pallets and charcoal in spite of its characteristic pale yellow colour and high density, which are highly sought after within the national and international floor and furniture markets. It cannot be used for production of high added-value goods because of its dimensional instability.

The aim of our investigation was to examine the use of organic polymers and impregnation processes to dimensionally stabilise *Aspidosperma quebracho-blanco* for application in high added-value goods.

In this research we used sawn samples. These had a radial cut and were impregnated in their green condition using the Bethell method. Treatments were done in a pilot plant using polyethylene glycol (PEG) with molecular weight of 300 and 600 at

different concentrations and different treatment times. The samples were dried to 10% moisture content and then stabilised under specific Argentine Institute of Material Rationalisation (IRAM) standards. Each of the treatments was performed under a full factorial experimental design 2⁴.

To measure the influence of PEG treatment on dimensional stability, differential swelling and shrinkage coefficients were adopted as control parameters.

The best differential swelling and shrinkage coefficients (0,069% and 1,95 % respectively) of the species *Aspidosperma quebracho-blanco* were achieved by impregnating the wood with PEG 600 using a 50% aqueous solution following the Bethell process at a pressure of 12 kg/cm² over two hours. These results represent a decrease of 58,7 % in swelling compared with the untreated samples.

The best dimensional stability was achieved with a PEG 600 retention of 73,7 kg/m³ in the impregnated wood, which would allow its use in some industrial applications.

In addition, it was verified that using the above parameters the PEG 300 and PEG 600 bulking agents, improved the dimensional stability of the target species. The PEG 600 provided greater stability to the treated wood than the PEG 300. It was also shown that a greater retention of PEG, which had been achieved during the impregnation process, produced an important decrease in the differential swelling coefficient.

Key words: *Aspidosperma quebracho-blanco*; PEG; Impregnation; Dimensional stability; Shrinkage

DESTILACIÓN SECA DE MADERA DRY DISTILLATION OF WOOD

M.Sc.Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel

Orientación: Tecnología de la madera

Ernesto O.Sanabria

Comandante Fernandez N° 755 - 3700 Pcia. Roque Sáenz Peña - Chaco - Argentina

Tel: 54 - 03732 - 420137 - sanabria@faj.unne.edu.ar

Director de Tesis: Graciela Bolzón de Muñiz

RESUMEN

La producción de carbón de residuos de aserraderos de la especie *Aspidosperma quebracho-blanco* en la provincia del Chaco, Argentina, se realiza por medio de hornos convencionales, tipo media naranja con un rendimiento en peso de carbón sobre base anhidra de aproximadamente un 25 % y con un rendimiento en carbono fijo de 74 %.

Por ello, el objetivo del presente trabajo, es inferir en una alternativa más eficiente del uso de residuos de aserraderos para optimizar por un lado el rendimiento en peso de carbón y por otro lado, el rendimiento en carbono fijo.

Para ello, se procedió a fabricar carbón por destilación seca, con los residuos provenientes de aserraderos y carpinterías de la provincia, en una Planta Piloto de Destilación Seca que consta de una retorta vertical con una capacidad de 50 kg de madera, con calefacción indirecta; condensador a aire y condensador a agua en contracorriente; medidor múltiple de temperatura conectado a termocuplas Tipo "K".

Las destilaciones secas se realizaron de acuerdo a un diseño experimental compuesto controlando los siguientes parámetros, por un lado, variando la velocidad de calentamiento entre 60 °C/h y 120 °C/h y, por otro lado, variando la temperatura final de carbonización entre 450 °C y 550 °C.

Los residuos utilizados para la realización de las destilaciones secas así como los carbones obtenidos de las mismas fueron analizados por Normas IRAM referentes al tema.

Los resultados obtenidos arrojan un rendimiento en peso de carbón, en base anhidra, del 48 % y superior al 82 % en carbono fijo.

En suma, el rendimiento de carbón, en base seca, producido por destilación seca de la especie *Aspidosperma quebracho-blanco* es 48 % superior al rendimiento de hornos convencionales, trabajando a una velocidad de calentamiento de 60 °C/h y con una temperatura final de carbonización de 450 °C.

El rendimiento en carbono fijo, en base seca, producido por destilación seca es 13 % mayor que el rendimiento de hornos convencionales en los parámetros antes mencionadas.

Palabras clave: Destilación seca de madera-*Aspidosperma quebracho-blanco* - Pirólisis - Carbón - Carbono fijo

SUMMARY

The charcoal that is produced in the Province of Chaco, Argentina comes mainly from rubbish from sawmills and carpenter's shops.

The species *Aspidosperma quebracho-blanco* is the most abundant in the region of Parque Chaqueño and the charcoal, which comes from it, is the best paid in the market. The production of charcoal from this species is made in conventional furnaces, like the ones used in the building industry, with a charcoal yield of an approximately 25 % and a fixed carbon content of 74 %, both percentages upon a dry basis.

Because of the above mentioned, the reason for this investigation is to infer a more efficient alternative in the use of sawmill rubbish, from the destructive distillation, to improve on one hand the yield of the charcoal, and on the other hand, its contents of fixed carbon.

To do so, charcoal was produced from *Aspidosperma quebracho-blanco* through destructive distillation. This raw material, which came from the rubbish from sawmills of the whole province, was processed in a Destructive Distillation Pilot Plant which has a vertical retort, with enough room for 50 kg of wood, with indirect heating; an air condenser and a cross-current water one, a multiple temperature meter connected to a thermocouple type "K".

The destructive distillations were made according to a Central Composites Design controlling the following parameters: on one hand, changing the heating rate between 60 °C/h and 120 °C/h, and on the other hand, changing the final temperature of carbonisation between 450°C and 550 °C.

The rubbish used for the destructive distillation and the charcoal obtained from it were analysed under specific Argentine Institute of Material Rationalisation Standards (IRAM).

The results obtained show a yield of approximately a 48 % of charcoal and a fixed carbon yield greater than 82 %, both of them on a dry basis. To sum up, the charcoal yield, on a dry basis, produced by rubbish destructive distillation of the species *Aspidosperma quebracho-blanco* is enlarged in a 49 % as regards the conventional furnaces, working at a heating rate of 60 °C/h and with a final temperature of carbonisation of 450 °C.

The fixed carbon yield, on a dry basis, obtained by rubbish destructive distillation, is about a 13 % greater than the average in relation to the conventional

Keywords: Distillation of wood-*Aspidosperma quebracho-blanco* - Pyrolysis - Charcoal - Fixed carbon

EFFECTO DE LA IMPREGNACION CON CCA (CROMO-COBRE-ARSENICO) SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA DE *Pinus taeda* L.

EFFECT OF THE IMPREGNATION WITH CCA (CHROMIUM-COPPER-ARSENIC) ABOUT THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE WOOD OF *Pinus taeda* L.

M.Sc.Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel
Orientación: Tecnología de la madera

Teresa Maria Suirezs

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoni n°124, (3382) Eldorado, Misiones, Tel. 03751-431526, email: isif@facfor.unam.edu.ar

Director: Ing. Raul Alberto Gonzalez; Codirector: MSc. Ing. Pereyra Obdulio

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo, estudiar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L. sin impregnar e impregnada por vacío-presión con preservador CCA (Cromo, Cobre, Arsénico) con tres retenciones, 5, 10 y 15 kg/m³ y la comparación entre ambas.

Para el estudio, se utilizaron seis árboles con catorce años de edad con un DAP (Diámetro altura del pecho) medio de 31 centímetros, proveniente de

Caraguatay, departamento de Montecarlo, provincia de Misiones.

El proceso de impregnado fue realizado en un autoclave de laboratorio, aplicándose el método Burnett, para hidrosolubles; el procedimiento consistió en realizar vacío inicial de 0,5 kg/cm² (-381 mm de Hg) durante 30 minutos, aprovechando este vacío se llenó el autoclave con el preservante y se aplicó 7 kg/cm² de presión por un lapso de tres horas. Luego se descargó el producto y se extrajeron las

probetas para su estacionamiento y secado bajo cubierta.

Los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas se determinaron según lo establecen, las normas técnicas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de materiales), ASTM (American Society for Testing and Materials) y DIN (Deutsche Industrie Norm). Para ello se usaron una balanza Metler de precisión, balanza digital, calibres, estufas, desecadores y una máquina universal de ensayos SIFIC, de 10 toneladas de capacidad.

Los valores obtenidos de las propiedades de la madera sin impregnar e impregnadas con las diferentes retenciones fueron procesados estadísticamente y analizados. Del análisis de los resultados, sobre las propiedades físicas y mecánicas, se determinaron las siguientes conclusiones:

- 1) Las propiedades físicas como ser los pesos específicos a distintos porcentajes de humedad no son afectadas por las retenciones de CCA en la madera.
- 2) Las contracciones tanto en el sentido tangencial como radial en las maderas impregnadas son menores, significando esto una ventaja para las mismas.
- 3) Las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión estática, compresión paralela a las fibras, tracción perpendicular a las fibras, dureza Janka radial y tangencial y corte paralelo radial, no han denotado diferencias estadísticamente significativas con respecto a la madera sin impregnar. Sin embargo el tratamiento ha producido un efecto positivo en la dureza Janka transversal y en el corte paralelo a las fibras tangencial.

Palabras clave: *Pinus taeda*, impregnación con CCA, propiedades físico-mecánicas,

SUMMARY

This work had by objective, to study the behavior of the physical and mechanical properties of the wood of *Pinus taeda* L. without impregnating and impregnating by empty - pressure with preserving CCA (Chrome, Copper, Arsenic) with three retentions, 5, 10 and 15 kg/m³ and the comparison between both.

For the study, were used six fourteen years old trees with a middle diameter of 31 centimeters, originating from Caraguatay, department of Montecarlo, Misiones province.

The process of impregnation was accomplished in an autoclave of laboratory, being applied the Burnett method, for hidrosolubles. The procedure consist of accomplishing initial vacuum of - 1 kg/cm² (- 381 mm of Hg) during 30 minutes; taking advantage of this vacuum, the autoclave was filled with the preservative and a pressure of 7 kg/cm² was applied pressure during three hours. Then, the product and was unloaded and the samples extracted for dryieng under cover.

The samples of the physical and mechanical properties were determined according to establish it, the technical procedures IRAM (Argentine Institute for Rationalization of materials), ASTM (American Society for Testing and Material) and DIN (Deutsche Industrie Norm). For this were used a of precision scale Metler, digital scale, calipers, stoves, driers and schemes and an Universal machine of trials SIFIC, of 10 tons capacity.

The values obtained from the properties of the wood without impregnation and impregnated with the different retentions, were estadístically processed and analyzed. Of the analysis of the results, on the physical and mechanical properties, were determined the following conclusions:

- 1) The physical properties as the specific weights to different percentages of humidity were not affected by the retentions of CCA in the wood.
- 2) The shrinkage so much in the tangential sense as radial in the impregnated woods were smaller, meaning this an advantage for the same.
- 3) The mechanical resistance properties to the statics flexion, parallel compression to the fibers, perpendicular traction to the fibers, hardness tangential and radial Yanka and paralell radial cut, they have not denoted statistically meaningful differences with respect to the wood without impregnation, however the treatment has produced a positive effect in the hardness transverse Yanka and in the parallel cut to the tangential fibers.

Key words: *Pinus taeda*, impregnation with CCA, Physics and mechanical propierties.

DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE SECADO POR DIFUSIÓN EN CÁMARAS CONVENCIONALES PARA *Pinus taeda* IMPLANTADO DE MISIONES

DETERMINATION OF DRYING TIME BY DIFFUSION IN CONVENTIONAL KILNS FOR *Pinus taeda* IMPLANTED IN MISIONES

M.Sc.Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel
Orientación: Tecnología de la madera

Constantino Zaderenko

Directo : Mter. Ing. José María Paz; Codirector : Dra. Graciela Inés Bolzón de Muñiz

RESUMEN

El secado es un proceso importante para la conservación, estabilidad dimensional, resistencia mecánica y procesos de remanufactura de la madera. Las cámaras de secado más utilizadas en la industria de la madera son de temperatura convencional, mientras que el secado en cámaras de alta temperatura se limita a madera estructural.

El proceso de secado se controla mediante programas que definen condiciones de temperatura y humedad relativa que se van modificando en función del contenido de humedad alcanzado por la madera o del tiempo transcurrido, lo que provoca la eliminación gradual del contenido de humedad de la madera. El avance de programas por tiempo resulta más práctico por razones operativas y económicas. La determinación de programas de secado con avance por tiempo se realiza empleando el método de prueba y error para conocer el comportamiento de la madera y de la cámara de secado lo que demanda repetidos ensayos, pone en riesgo la calidad de grandes volúmenes de madera y reduce la producción de madera seca durante el período de pruebas.

La aplicación de la ecuación, que se deduce de considerar el secado de la madera como un proceso de difusión pura, permite acelerar la obtención de programas de secado con avance por tiempo y la evaluación de la eficiencia de programas en uso. Esta ecuación, propuesta por Tuttle en 1925, fue desarrollada y aplicada por Kollmann en 1935 y por Hildebrand en 1970. Malmquist profundizó los estudios de esta tema entre 1974 y 1991 y aplicó con éxito el concepto de secado por difusión en la confección de programas con avance por tiempo, que se están utilizando en Suecia desde el año 1981.

En el presente trabajo de Tesis se realizó el ajuste estadístico de la ecuación para la determinación de tiempo del modelo matemático de secado por difusión, que relaciona la humedad inicial, el espesor de la madera y los parámetros del programa de secado con la duración de este proceso.

Se emplearon muestras testigo de *Pinus taeda* de una forestación de 14 años de la localidad de Montecarlo, Misiones. Se seleccionó madera con contenidos de humedad inicial entre 80 % y 180 %, de diferentes espesores en medidas estándar de 1/2" (15 mm) a 2" (57 mm), utilizando programas de secado en el rango de temperaturas comprendido entre 70°C y 90°C, con potenciales de secado de 3 a 15, y con una velocidad de circulación de aire de 4 m/s.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente mediante análisis de regresión no lineal, y se obtuvo un 96 % de ajuste de la ecuación. La ecuación que permite estimar, dentro de los niveles analizados de las variables, el tiempo "Z" de secado de *Pinus taeda* implantado de la provincia de Misiones en cámaras convencionales, conociendo el contenido de humedad inicial, contenido de humedad

final, espesor de la madera, temperatura y potencial de secado es:

$$Z = \frac{1}{0,0499} \cdot \left(\ln \frac{CHI}{CHF} \right) \cdot \left(\frac{e}{25} \right)^{0,45} \cdot \left(\frac{65}{\theta} \right)^{0,58} \cdot \left(\frac{8}{C_s} \right)^{0,32}$$

Donde:

CHI: contenido de humedad inicial (%)

CHF: contenido de humedad final (%)

e: espesor (mm)

θ : temperatura (°C)

C_s : Potencial de secado

El coeficiente "α", característico de la especie y del equipo de secado utilizado, determinado para *Pinus taeda* en un secadero convencional de la más reciente tecnología, fue de 0,0499.

Los exponentes de los factores de corrección por espesor, temperatura y potencial de secado obtenidos fueron 0,45, 0,58 y 0,32 respectivamente.

El valor medio de densidad, determinado para la madera de *Pinus taeda* ensayada, fue 0,402g/cm³ y para el punto de saturación de las fibras 27,9 %.

El control de calidad realizado sobre las 83 muestras testigo ensayadas dio un 2,4 % de defectos en el secado, inferior al 5 %, considerado aceptable en la industria.

Se establecieron distintas formas de aplicación práctica de la ecuación, en forma gráfica o analítica, con el objetivo es reducir tiempos de secado en forma significativa, sin modificar la calidad de secado, con la consiguiente reducción de necesidad de inversión en equipos de secado y costos operativos de proceso.

Las principales aplicaciones de la ecuación de tiempos de secado por difusión son:

- 1- Conversión de programas de secado con avance por contenido de humedad de la madera a programas de avance por tiempo.
- 2- Ajuste del tiempo de secado de acuerdo al contenido de humedad inicial de la madera.
- 3- Evaluación de programas de secado empíricos en uso.
- 4- Confección de nuevos programas de secado.

Palabras clave: Densidad de *Pinus taeda*, Misiones, calidad de secado de madera.

SUMMARY

Drying of wood is an important process for its conservation, dimensional stability, mechanical resistance and further processes of remanufacture. The kilns that find the most extensive application in wood industry are of the conventional temperature type, while the use of high temperature drying kilns is limited to structural wood.

The drying process is controlled following schedules which establish changing conditions of

temperature and relative humidity modified according to the humidity content reached by the wood or of the elapsed time, which causes a gradual elimination of the humidity content of the wood. Advancing schedules by time is more convenient from operative and economic standpoint. Determination of drying schedules advanced by time is normally carried out using the "try and error" method, to establish the behavior of wood and of the drying kiln, which demands repeated rehearsals, puts under risk the quality of large volumes of wood and reduces production of dry wood during tests periods. Application of the equation derived from considering the drying of wood a pure diffusion process permits to accelerate the definition of drying schedules advanced by time and also to evaluate the efficiency of programs in use. This equation, proposed by Tuttle in 1925, was further studied and applied by Kollmann in 1935 and by Hildebrand in 1970. Malmquist conducted research of this topic between 1974 and 1991 and have successfully applied the concept of diffusion drying in developing schedules advanced by time which are successfully used in Sweden since 1981.

In this present thesis work a statistical adjustment of the equation for the determination of drying time was carried out for the mathematical model of drying by diffusion which relates initial humidity, thickness of the wood and the parameters of the drying schedule, with the duration of this process.

The study was done using drying samples of *Pinus taeda* taken from wood of a 14 years old afforestation in the department of Montecarlo, Misiones. Wood was selected having different initial humidity contents ranging from 80% to 180% and thickness in standard increasing dimensions from 1/2" (15 mm) to 2" (57 mm).

The study was conducted in industrial scale utilizing a drying kiln of modern technology, with 120 m³ of wood capacity, temperatures from 70°C to 90°C, drying potentials between 3 and 15 and air circulation speed of 4 m/s.

Obtained data was statistically processed by means of a non linear regression analysis, and 96 % adjustment of the equation was achieved.

The equation that permits to estimate, inside the analyzed variables range, the drying time "Z" for *Pinus taeda*, planted in the Province of Misiones, dried in conventional kilns, knowing the initial humidity content, final humidity content, thickness of the wood, temperature and drying potential is:

$$Z = \frac{1}{0,0499} \cdot \left(\ln \frac{CH_i}{CH_f} \right) \cdot \left(\frac{e}{25} \right)^{0,45} \cdot \left(\frac{65}{\theta} \right)^{0,58} \cdot \left(\frac{8}{C_s} \right)^{0,32}$$

Where:

CH_i: Initial humidity content (%)

CH_f: Final humidity content (%)

e: Thickness (mm)

θ: Temperature (°C)

C_s: Drying potential

The "alpha", coefficient, characteristic of the species and of the drying system used, for *Pinus taeda* from Misiones, with conventional drying in a kiln of the most recent technology, was determined as equal to 0,0499.

The correction factors exponents for: thickness, temperature and drying potential were 0,45, 0,58 and 0,32 respectively.

The average density value for *Pinus taeda* wood, was 0,402 g/cm³ and fiber saturation point 27,9 %.

Quality control performed on 83 drying samples showed 2,4 % of drying defects, less than the 5 % considered acceptable in industry.

Different practical application of this equation were proposed, in analytic or graphic forms, with the objective to reduce drying time significantly, without modifying drying quality, allowing important savings in equipment investment, and process operation costs. The main applications of the equation for drying time determined by diffusion are:

1- Conversión of drying schedules advanced by humidity content to schedules advanced by time.

2 - Adjustment of drying time in an existing schedule, according to the initial humidity content of the wood.

3 - Evaluation of performance for empiric drying schedules in use.

4 - Establishing new drying schedules.

Key words: *Pinus taeda* density, Misiones, Drying quality of wood.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

La Revista Forestal YVYRARETA es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales. Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnica científica. Los artículos serán: **Trabajos de investigación** comprenden resultados de estudios experimentales o descriptivos llevados a cabo hasta un punto que permita la deducción de conclusiones válidas; **Comunicaciones:** trabajos que contengan resultados de investigaciones en curso, o que desarrollen una nueva técnica o metodología; **Revisiones:** trabajos que resuman el estado actual del conocimiento sobre un tema. La aceptación de todos los trabajos recibidos para publicación estará basada en la revisión del comité editorial y los árbitros que se consideren necesarios.

Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, **Revista Forestal Yvyraretá, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoní 124, (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.** (Te: 03751-431780/431526, fax: 0375-431766 e-mail: ISIF@facfor.unam.edu.ar)

Presentación: los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word 6.0 para Windows, con dos copias impresas, cada página numerada en la parte inferior derecha, con márgenes izquierdo y derecho de 2,5cm. Podrán tener hasta un máximo de 15 páginas. El título debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula, negrita y centrado. Todas las partes de la estructura deberán ir alineadas al margen izquierdo, en mayúscula y en negrita. Si hubiera subtítulos, en minúscula y negrita. Al comienzo de las oraciones dejar una tabulación.

La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

- **Carátula:** TITULO, en castellano e inglés; **AUTORES:** Nombre y apellido completo, centrado y minúscula, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineadas a la izquierda, colocar: títulos, cargo e institución, incluyendo dirección completa y correo electrónico.

Comenzar en otra página con:

- **TITULO:** en castellano e inglés
- **SUMMARY:** resumen traducido al inglés, no superior a 150 palabras
- **Key words:** palabras claves traducidas al inglés.
- **RESUMEN.** Debe consistir en una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales.
- **Palabras clave:** Cinco como máximo, en orden de importancia.
- **INTRODUCCIÓN:** Debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes. Estos, los trabajos, deberán citarse, hay dos casos: con el autor y sólo el año de publicación entre paréntesis; y otro caso de el autor y el año entre paréntesis, ya que luego aparecerá en la bibliografía. Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, VEILLON (1976) contó 278 individuos... ; o como así también en los planes de mejoramiento (REPETTI, 1990).
- **MATERIALES Y MÉTODOS:** la descripción de los materiales debe ser en forma concisa y si las técnicas o procedimientos utilizados han sido publicados sólo deberá mencionarse su fuente bibliográfica, e incluir detalles que representen modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- **RESULTADOS:** Estos se presentarán en lo posible en cuadros y/o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de resultados. Las denominaciones serán: tablas; figuras (mapa, organigrama), y gráfico (representaciones gráficas), deben ir incorporadas en el texto con numeración arábiga, en negrita, minúscula. Los gráficos y fotos serán impresos en blanco y negro. Los títulos de tablas, figuras y gráficos con traducción al inglés.
- **CONCLUSIÓN:** Debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.
- **AGRADECIMIENTOS**
- **BIBLIOGRAFIA:** Deberá estar **únicamente la bibliografía referenciada**, en orden alfabético. **Libros:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de **Revistas:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título del artículo, nombre de la revista o publicación, Número de volumen y de Revista y páginas del artículo. El formato deberá ser con sangría francesa a 0,5 cm. Ejemplos: **Libro:** KOZLOWSKI T.T. 1984. Flooding and Plant Growth. Academic Press. New York. 365pp. **Revista:** MOSS D.N., E.Satorre. 1994. Photosynthesis and crop production. Advances in Agronomy. 23, pp 639 -656.

Abreviaturas y nombres científicos: Las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursivo) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título deberá incluirse el nombre científico con su autor.

Esta revista se terminó de imprimir
en los talleres gráficos de **imagen** imprenta
en el mes de Diciembre de 2001
Tirada 300 ejemplares.

CONTENTS

EFFECT OF THE CHEMICAL ROOT PRUNING ON <i>Eucalyptus globulus</i> subsp. <i>maidenii</i> SEEDLINGS GROWTH Raul V. Pezzutti; M.V. Schumacher	1
SPACE DISPOSITION OF COCOONS OF <i>Nematus desantisi</i> SMITH, "AVISPA SIERRA", IN A PLANTATION OF <i>Salix</i> IN THE PARANÁ DELTA . Marcela Nuñez Cresto; Jorge Marquina; Raúl Marlats	6
IMPROVEMENTS ON WOOD DIMENSIONAL STABILITY WITH POLYETHYLENE GLYCOL MIXTURE Ernesto Osvaldo Sanabria; José María Paz	11
EVALUATION OF <i>Eucalyptus dunnii</i> (MAID) INVENEER PRODUCTION Obdulio Pereyra	15
FACILITATING REGENERATION OF SECONDARY FORESTS WITH THE USE OF PLANTATIONS OF NATIVE SPECIES Nélida J. Carnevale; Florencia Montagnini	21
ESTRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST, IN CAÇADOR – SC. BRAZIL Silvana Lucia Caldato; Solon Jonas Longhi	27
HIDROSOLUBLE PRESERVER ABSORTION IN WILLOW WOODS (<i>Salix</i> sp.) CLONES: RELATIONSHIPS WITH INDUSTRIAL METHODS APPLIED, PHYSICAL AND ANATOMIC CHARACTERISTICS. Gabriel G. Keil; Marcelo E. Otaño; María L. Luna; Raúl M. Marlats	35
STUDY OF THE ANTIFUNGAL PROPIERTIES OF AN EXUDATE FROM SEED OF <i>Cedrella fissilis</i> Vell. Teresa Argüelles; Juan Pedro Agostini; Graciela Fernández	41
SOIL COMPACTION EFFECTS ON <i>Eucalyptus viminalis</i> L. INITIAL GROWTH Juan Pablo Casado; Roberto Hernán Balbuena; Eduardo Manghi; Patricio Mac Donagh	48
NUTRIENT CONTENT IN LEAVES OF <i>PROSOPIS NIGRA</i> GRIS. IN THE HUMID CHACO, FORMOSA PROVINCE, ARGENTINE. Javier Llovio; Carlos Patiño; Gladys Vicentini	54
SEEDLINGS ROOT GROWTH OF <i>Eucalyptus viminalis</i> L., EFECTS OF SOIL COMPACTION Juan Pablo Casado; Roberto Hernán Balbuena; Eduardo Manghi; Patricio Mac Donagh	59
BEHAVIOUR OF POPLAR CLONES (<i>Populus</i> spp.) PLANTED IN TWO DIFFERENT SITES OF THE ARGENTINIAN HUMID PAMPA. Gabriela Senisterra; Raúl Marlats; Mabel Vazquez; Jorge Lanfranco; Jorge Marquina	66
EVALUATION OF THE BEGINNING DELAY AND GERMINATION DECREASE IN A NATIVE FOREST SEED BANK OF <i>Cedrela fissilis</i> VELLOZO (MELIACEAE) Ruben Baez; Beatriz Eibl; Horacio O'Lery	74
<i>Pinus taeda</i> GROWTH UNDER DIFFERENT TILLAGES TECHNIQUES IN THE ARGENTINEAN NORTHEAST. Roberto Antonio Fernández; Ana Maria Lupi; Francisco Rodriguez Aspillaga; Arturo Hernández; Pablo Cortez	81