

Volumen 13 N° 3
Diciembre 2007

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL



INSTITUTO FORESTAL
CHILE



ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

VOLUMEN 13 N° 3

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

DICIEMBRE 2007

Propiedad Intelectual
Registro N° 168816

RELACIONES INTERNACIONALES Y COMUNICACIONES INFOR

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

Directora	Marta Abalos Romero	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
Consejo Editor	Sandra Perret Durán	INFOR La Serena	Chile
	Norberto Parra Hidalgo	INFOR Santiago	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR Concepción	Chile
	Jorge Cabrera Perramón	INFOR Valdivia	Chile
	Paulo Moreno Meynard	INFOR Coyhaique	Chile
Comité Editor	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAyDS	Argentina
	Heinrich Schmutzhenhofer	IUFRO	Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Antonio Vita	UCH	Chile
	Juan Gastó	PUC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Camilo Aldana	CONIF	Colombia
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquín Campos	CATIE	Costa Rica
	Ynocente Betancourt	UPR	Cuba
	Carla Cárdenas	MINAMBIENTE – IUFRO	Ecuador
	Alejandro López de Roma	INIA	España
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Gerardo Mery	METLA - IUFRO	Finlandia
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	José Antonio Prado	FAO	Italia
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
	Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay
	Florencia Montagnini	U Yale - IUFRO	USA
	John Parrotta	USDAFS - IUFRO	USA
	Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela

Dirección Instituto Forestal
Huérfanos 554 Casilla 3085 - Santiago, Chile
Fono 56 2 6930720 Fax 56 2 6381286
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

Valor suscripción anual (tres números y eventualmente uno extraordinario): ch \$ 45.000 y 20.000 para estudiantes. Para el extranjero US \$ 90 y 40 para estudiantes, más costo envío. Valor números individuales ch \$ 20.000 y 10.000 y US \$ 40 y 20, en igual orden). La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

DESEMPENHO DE ESPÉCIES DE *Eucalyptus* spp. NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO PLANALTO DE CONQUISTA NA BAHIA, BRASIL

¹Adalberto Brito de Novaes, ²Thiago Alves Santos de Oliveira, ²Saulo Alves Santos de Oliveira, ³Alexandre Alves Bomfim.

SUMMARY

The present study has analysed the performance of *Eucalyptus citriodora*; *E. tereticornis*; *E. urophylla*; *E. camaldulensis*; *E. robusta*; *E. cloeziana*; and *E. urograndis* in region of Bosque Estacional Decidual do Sales in the State Bahia into the southwest region of the State of Bahia, Brazil. The species mentioned above had been adopted 7 corresponding treatments. The evaluation of the performance of the plants in the field, to the 15 months of the planting, consisted of the measurement of the height of the aerial part and diameter to the level of the ground. For all the gotten results, the averages of the treatments had been compared by the test of Duncan with the level of 95% of probability. In accordance with the gotten results are concluded that *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus camaldulensis* species had presented the biggest values of height and diameter, being considered apt to integrate projects of reforestation in the region.

Key words: *Eucalyptus tereticornis* *Eucalyptus camaldulensis*, height, diameter.

¹ Prof. DS. Titular do D.F.Z., Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil. adalbert@uesb.br.

² Bolsista FAPESB, Vitória da Conquista-BA, Brasil. saulowarrior@yahoo.com.br

³ Mestrando em Agronomia-UESB, Vitória da Conquista-BA. floresteiro2000@hotmail.com)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo, avaliar o desempenho de *Eucalyptus citriodora*; *E. tereticornis*; *E. urophiila*; *E. camaldulensis*; *E. robusta*; *E. urograndis* e *E. cloeziana*, em região de Floresta Estacional Decidual no município de Cândido Sales na região Sudoeste da Bahia, Brasil. Foram adotados 7 tratamentos correspondentes as espécies acima mencionadas. A avaliação do desempenho das plantas no campo, aos 15 meses do plantio, constou da mensuração da altura da parte aérea e diâmetro ao nível do solo, efetuadas por meio de vara graduada e paquímetro digital, respectivamente. Para todos os resultados obtidos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 95% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos conclui-se que as espécies, *Eucalyptus tereticornis* e *E. camaldulensis* apresentaram os maiores valores de altura e diâmetro, sendo consideradas aptas para integrarem projetos de reflorestamento na região.

Palavras-chave: *Eucalyptus tereticornis* *Eucalyptus camaldulensis*, altura, diâmetro.

RESUMEN

Em el presente trabajo es analizado el comportamiento de *Eucalyptus citriodora*, *E. tereticornis*, *E. urophiila*, *E. camaldulensi*, *E. robusta*, *E. urograndis* y *E. cloeziana* en la región del Bosque Estacional Decidual en el Municipio de Cândido Sales en el suroeste de Bahia, Brasil. Se midió altura total y diámetro al nivel del suelo a los 115 meses de edad de las plantaciones. Las medias obtenidas fueron comparadas mediante el tes de Duncan a un nivel de probabilidad del 95 %. Se concluye que las especies *Eucalyptus tereticornis* y *E. camaldulensis* presentan los mayores valores de altura y diámetro y son consideradas aptas para la forestación en la región.

Palabras claves: *Eucalyptus tereticornis* *Eucalyptus camaldulensis*, altura, diámetro.

INTRODUÇÃO

Apesar dos poucos remanescentes florestais existentes na Bahia, é muito grande a sua dependência em produtos e subprodutos oriundos das florestas plantadas. O Planalto de Conquista, localizado na Região do Sudoeste da Bahia, apresenta uma vegetação típica denominada de "Mata de Cipó" que outrora, cobria toda a extensão do Sudeste da Bahia. Muitas dessas áreas foram desmatadas, sem que nenhuma outra atividade ocupasse o solo, fazendo com que o mesmo ficasse desprotegido sem produzir alimentos, fibras e/ou energia para a região. Este processo vem intensificando o êxodo rural, a fome de quem permanece na terra improdutiva por limitações diversas (Novaes *et al.*, 1992).

Nesta ótica, o reflorestamento auto-sustentável, com espécies florestais de rápido crescimento, a exemplo do Eucalipto, justifica-se na medida em que, trata-se de uma das poucas opções de fato viável, que possibilitará não só a preservação de nossas matas remanescentes, como também a geração de riquezas, empregos diretos e indiretos, além de fomentar a implantação de indústrias na região, gerando renda e novos postos de empregos (Novaes *et al.*, 1992).

Para Drumond (1992), no Nordeste brasileiro destaca-se a região entre os municípios de Ouricuri-PE e Arariopina onde existe uma concentração de indústrias que utilizam a lenha como fonte de energia, consumindo em média 30 mil m³ de lenha por mês. O uso do eucalipto em programas de reflorestamento é uma consequência dessa árvore apresentar rápido crescimento, além de uma diversidade de espécies diferentes, cerca de 600 espécies, distribuídas no continente australiano de onde se originou e difundidas em mais de 100 países no mundo. São espécies que primam pela versatilidade, vegetando nas mais diferentes condições de solo e clima. De acordo com Golfari (1978), a escolha correta de espécies e procedências adequadas para uma região, pode ser feita somente por meio da experimentação e ainda, a existência efetiva numa região, de parcelas experimentais ou plantios em idade adulta, representa a base mais segura para determinar o grau de adaptação de uma espécie, estimar sua produtividade e avaliar o potencial ecológico da área.

Coutinho *et al.* (2004), trabalhando com espécies de eucalipto na região da Zona da Mata de Pernambuco, reportaram que o *E. citriodora*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. dunnii* apresentaram as melhores performances de altura e diâmetro. Este trabalho objetivou avaliar o comportamento das espécies *Eucalyptus citriodora*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. robusta*, *E. urograndis* e *E. cloeziana* na região semi-árida do Planalto de Conquista na região Sudoeste da Bahia, no município de Candido Sales - BA, visando selecionar espécies com potencial para integrar projetos de reflorestamento na região.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Fazenda Ouro Verde, no município de Candido Sales-BA. A região apresenta índice pluviométrico variando de 500 a 850 mm anuais, sendo os meses mais chuvosos de novembro a março. A temperatura média anual é de 22° C. O solo da área foi classificado como LVA distrófico, com textura média e topografia suavemente ondulada a plana e boa drenagem. A vegetação predominante corresponde a Floresta Estacional Decidual.

Foram adotados 7 tratamentos correspondentes as espécies, *Eucalyptus citriodora*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. robusta*, *E. urograndis* e *E. cloeziana*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 repetições e parcelas constituídas de 30 plantas, perfazendo um total de 2.520 no experimento. As mudas foram produzidas em tubetes com dimensões de 12,5 cm altura, 3 cm com capacidade volumétrica de 50 cm³. O substrato utilizado constituiu de 50% de vermiculita, 40% de composto orgânico e 10 % de moinha de carvão. No campo após o preparo do solo, as mudas foram plantadas no espaçamento 3,0 x 3,0 m e adubadas com 200 g de adubo Superfosfato Simples.

A avaliação do desempenho das plantas no campo, aos 15 meses do plantio, constou da mensuração da altura da parte aérea e diâmetro ao nível do solo, efetuadas por meio de vara graduada e paquímetro digital, respectivamente. Para todos os resultados obtidos, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 95% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela Nº 1 estão os dados de sobrevivência das espécies utilizadas no presente estudo. Os maiores índices de sobrevivência foram verificados para as espécies *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis*. O menor índice coube a espécie *Eucalyptus citriodora*.

Tabela Nº 1
TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES TRÊS MESES APÓS O PLANTIO

Espécie	Sobrevivência (%)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	94,20
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	93,26
<i>Eucalyptus urograndis</i>	87,12
<i>Eucalyptus robusta</i>	85,49
<i>Eucalyptus urophylla</i>	83,29
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	82,89
<i>Eucalyptus citriodora</i>	80,33

Quanto ao desempenho das mudas no campo, 15 meses após o plantio, verificou-se que as espécies *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis*, apresentaram as maiores médias de altura da parte aérea, sendo constatada pelo teste de Duncan (95%), diferença significativa em relação as demais (Tabela Nº 2). Este resultado, obtido neste período, aponta essas espécies como potenciais para serem utilizadas em programas de reflorestamento na região, embora, esses resultados possam apresentar alterações ao final do período de crescimento inicial (dois anos). Quanto ao diâmetro ao nível do solo, neste mesmo período, constatou-se que o *Eucalyptus tereticornis*, apresentou a maior média, diferindo significativamente pelo teste de Duncan (95%), dos demais tratamentos, mostrando assim, que esta espécie, provavelmente, poderá apresentar maior volumetria no final da rotação. Autores como McGilvray e Barnett (1981) e Barnett (1990) destacaram a altura como um parâmetro de maior correlação com o desempenho das mudas no campo, todavia, Barnett (1990) destacou, ainda, a necessidade de um diâmetro de colo compatível com a altura para que o desempenho no campo corresponda às expectativas.

Tabela Nº 2
VALORES MÉDIOS DE ALTURA DA PARTE AÉREA E DIÂMETRO AO NÍVEL DO SOLO DE MUDAS
15 MESES APÓS O PLANTIO

Espécie	Altura (m)	Diâmetro (cm)
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	2,84 a	5,33 a
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	2,81 ab	5,09 ab
<i>Eucalyptus urograndis</i>	2,57 abcd	4,19 abc
<i>Eucalyptus citriodora</i>	2,54 abcd	4,13 abc
<i>Eucalyptus urophylla</i>	2,49 abcd	3,47 abc
<i>Eucalyptus robusta</i>	2,44 cd	2,69 abc
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	2,36 d	2,57 abc

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Duncan.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi desenvolvido o presente estudo, levando-se em consideração o período no qual foi avaliado o experimento, conclui-se que as espécies *Eucalyptus tereticornis* e *E. camaldulensis* foram consideradas aptas para serem utilizadas em projetos de reflorestamento na região.

REFERÊNCIAS

- Barnett, J. P., 1990.** Effects of morphological grade on field performance of container-grown southern pines seedlings. Separata de: Biennial Silvicultural Research Conference (6.: 1990, Memphis). Proceedings. Asheville: Southern Forest Experiment Station, 1:94-99. (Gen. Tech. Rep. SO. USDA For. Serv., n.70).
- Coutinho, J. L. B. et al., 2004.** Performance of *Eucalyptus* spp. seedlings in the "dry rainforest" region of the State of Pernambuco, Brazil. I: Results of the first year. Viçosa. Rev. árvore. vol.28, no.6, p.771-775.
- Golfari, L. e Caser, R. L., 1977.** Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal do Cerrado, 116p.
- Drumond, M. A., 1992.** Reflorestamento na região semi-árida do nordeste brasileiro. In: NOVAES et al. Reflorestamento no Brasil.. Vitória da Conquista-BA, UESB.p.28-34
- McGilvray, J.M., Barnett, J. P., 1981.** Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines. Separata de: Southern Containerized Forest Tree Seed Conference, (Savannah). Proceedings. New Orleans: USDA, For. Serv. Forest Experiment Station, p.39-46.
- Novaes, A. B., 1992.** Reflorestamento no Brasil. Vitória da Conquista - BA: UESB, 1992, p.175.

APLICACIÓN EXPERIMENTAL Y OPERACIONAL DE GIBBERELINAS PARA INDUCIR FLORACIÓN EN PINO OREGÓN (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)

Braulio Gutiérrez C.¹

RESUMEN

Se analiza el efecto de la aplicación de los ácidos giberélicos 4 y 7 (AG4/7) sobre la respuesta floral de injertos de árboles adultos de pino oregón. Se desarrolla una metodología experimental en la que se prueban distintas concentraciones de AG4/7, entre 0 y 1.300mg/L, dos formas de aplicación y la combinación de AG4/7 con uniconazol.

El tratamiento de mayor efectividad (AG4/7 en concentración de 1.000mg/L) se aplica operacionalmente sobre un huerto semillero clonal de pino oregón y se analiza su efecto sobre la producción de flores del huerto.

Palabras clave: Pino Oregón, Inducción Floral, Giberelinas.

EXPERIMENTAL AND OPERATIONAL APPLICATION OF GIBBERELLIN IN DOUGLAS FIR (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) FLOWERING INDUCTION

ABSTRACT

The effect of the application of gibberelics acid on the flowering answer of grafts of adult trees of Douglas Fir is analyzed. An experimental methodology which proves different concentrations of AG4/7, between 0 and 1.300mg/L, two forms of application and the combination of AG4/7 with uniconazol, is developed.

The best treatment (AG4/7 at 1.000mg/L) is operationally applied on a Douglas Fir clonal seed orchard. The effect of this treatment on the flowers production in the orchard is analyzed.

Keywords: Douglas-Fir, Flowering Induction, Gibberellins

¹ Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Sede Bio Bio. Chile.
E-mail: bgutierr@infor.cl

INTRODUCCION

Los huertos semilleros son una de las principales fuentes de semilla genéticamente mejorada para la producción de plantas y establecimiento de plantaciones forestales. No obstante lo anterior, es frecuente que en estas unidades la producción de semillas sea escasa, irregular o demande varios años antes de manifestarse en forma constante y homogénea.

Tal situación ha incentivado el desarrollo de técnicas de inducción floral orientadas a favorecer una producción abundante y oportuna de semillas forestales. Entre tales medidas, la aplicación exógena de determinados reguladores de crecimiento ha demostrado ser efectiva, siendo la aplicación de paclobutrazol en eucalipto uno de los resultados más conocidos a nivel nacional.

En pino oregón, y en las coníferas en general, la respuesta floral también puede ser gatillada en forma artificial con reguladores de crecimiento, particularmente con mezclas de ácidos giberélicos (AG), existiendo numerosos antecedentes que indican que las mezclas de AG4 y AG7 (abreviadas como AG4/7) resultan efectivas para promover su floración.

El presente artículo resume los antecedentes generados por el proyecto INNOVA CHILE 02C8FT-01 "Propagación de Genotipos de Interés Comercial de Pino Oregón", ejecutado por el Instituto Forestal, respecto a inducción floral en esta especie. La información entregada corresponde a los resultados obtenidos en ensayos experimentales diseñados para evaluar la respuesta de réplicas injertadas de árboles adultos de pino oregón, ante la aplicación exógena de reguladores de crecimiento, orientados a promover una respuesta en la diferenciación de yemas florales. Incluye también la evaluación de la respuesta floral obtenida después de la aplicación operacional, en un huerto semillero clonal previamente establecido de pino oregón, del mejor tratamiento identificado en los experimentos mencionados.

OBJETIVOS

Identificar experimentalmente una prescripción concreta de reguladores de crecimiento, con su respectiva metodología de aplicación, para inducir la producción de flores en pino oregón.

Evaluar el resultado de la aplicación operacional de tal metodología en un huerto semillero clonal de esta especie.

ANTECEDENTES GENERALES

Pino oregón es una especie monoica diclina (un mismo árbol porta flores unisexuales masculinas y femeninas), cuya floración normalmente se inicia entre los 12 y 15 años de edad, aunque también puede ocurrir a edades inferiores. El ciclo fenológico, desde la formación de las yemas florales hasta la dispersión de las semillas maduras tarda entre 17 y 18 meses (Hermann y Lavender s/f; Leadem s/f y Rose, 2000)

El proceso de floración se puede dividir en 3 etapas: (i) inducción floral o percepción del estímulo; (ii) citodiferenciación o formación del primordio; y (iii) organogénesis o formación del órgano reproductivo. Las últimas constituyen la fase de respuesta, que da lugar a la formación de la flor. Respecto a la primera etapa, las señales ambientales (temperatura y fotoperíodo) promueven cambios en las concentraciones hormonales que activan la respuesta floral. De igual forma, la aplicación exógena de reguladores de crecimiento (hormonas sintéticas) también puede estimular a las plantas a florecer.

Efectivamente, desde finales de los '70 numerosas publicaciones señalan la eficacia que en general presentan las giberelinas para inducir floración en especies de la familia *Pinaceae* (Enescu *et al.*, 1977).

Las giberelinas son reguladores de crecimiento encontrados en angiospermas, gimnospermas, helechos, algas y hongos. Se han caracterizado más de 90 tipos de ácidos giberélicos, designados correlativos como AG1, AG2, AG3, É, AGn de acuerdo al orden cronológico de su aislamiento e identificación (Lozano, s/f).

Las giberelinas promueven crecimiento vegetativo, afirmándose que la floración sólo se promueve cuando las giberelinas no polares (AG4, AG7, AG9, AG15) están presentes en una concentración relativamente alta (Bonet-Masimbert y Doumas, 1992). Entre ellas, el AG4/7 ha demostrado ser uno de los más efectivos para inducir floración mediante aplicación exógena, siendo uno de los agentes más efectivos y seguros a la hora de incrementar la floración en huertos semilleros de coníferas.

Al respecto se ha propuesto un modelo hipotético de regulación de la floración en coníferas, donde AG4, sin ser abundante, juega un rol principal. Su efecto sería diferencial dependiendo de si esta se transforma en AG1 para estimular el crecimiento vegetativo, se desactiva a la forma de AG34 o si se fija a un receptor hipotético de AG4 para estimular el crecimiento de órganos reproductivos (Moritz, 1989).

En pino oregón, se ha demostrado que los injertos de material adulto y las plantas de semilla se pueden llevar a una condición de madurez sexual mediante la aplicación exógena de giberelinas, particularmente de AG4/7. Adicionalmente, existen algunas medidas culturales complementarias que pueden potenciar el efecto de la giberelina en la inducción floral, ajenas cuando por sí solas su efecto sea marginal o nulo para estimular esta respuesta. Entre ellas los tratamientos de poda radicular, anillamiento, y estrés hídrico son los más analizados, señalándose que aparentemente son más efectivos como medida complementaria en plantas jóvenes y que su efecto no es importante en material adulto. Por lo mismo y atendiendo a los negativos efectos que estos pueden tener sobre el vigor y salud de los rametos, su aplicación como medida práctica de manejo no parece recomendable.



Efectivamente, experimentos mencionados por Ross (1977), que estudió el efecto de aplicaciones de AG4/7 junto a otras medidas para promover la floración (anillamiento, estrés hídrico y fertilización) sobre plantas jóvenes de semillas e injertos de material adulto, le permitieron obtener las siguientes conclusiones:

La respuesta floral es mejor en injertos de material adulto que en plantas juveniles. Siendo promovida significativamente por la giberelina (aumento de hasta tres veces el número de conos por injertos), mientras que los otros tratamientos no fueron significativos por si solos

En injertos los tratamientos de anillamiento, estrés y fertilización disminuyeron la floración. El más antagonista fue el estrés hídrico y el menos la fertilización.

En el caso de las plantas, los tratamientos culturales complementaron y mejoraron el efecto de la hormona, pero como tratamiento individual ninguno fue mejor que la giberelina, incluso la fertilización y el estrés tuvieron un efecto adverso. El anillamiento promovió la floración pero sólo en un 75% de lo que logró la hormona sola.

Para efectos de estimular floración, el AG4/7 puede aplicarse como aspersión foliar o inyectarse directamente en el tallo de la planta o injerto. En el primer caso, según Pijut (2002) las concentraciones más efectivas fluctúan entre 100 y 600 mg/L de solución. En el caso de las inyecciones, la absorción por la planta es más directa de modo que las concentraciones son menores; Ross (1977) utiliza 25 mg/L, inyectados en el tallo, justo bajo el comienzo de la copa viva y Greenwood (1977) 50 mg/L, inyectados algunos milímetros bajo la yema terminal.

La aplicación debe efectuarse en primavera, al iniciarse el crecimiento de las yemas vegetativas o durante la elongación activa de los brotes. En cualquier caso, ya sea que la solución se asperje foliarmente o se inyecte, es recomendable repetirla varias veces durante la temporada, ya sea semanal o bisemanalmente. El número de repeticiones que ha sido efectivo varía entre 1 y 11 (Pijut, 2002). Hare (1984) concluye que tres aspersiones bisemanales (200 mg/l) resultan efectivas en *Pinus taeda*, *P. elliotii* y *P. palustris*. Adams et al. (1992) repiten las aspersiones en forma semanal durante 8 oportunidades en *Picea mariana*, *Picea glauca* y *Pinus banksiana*, efectuando la primera de ellas justo al momento de activarse las yemas vegetativas. En pino oregón, Ross (1977) inyecta las giberelinas cada tres semanas, durante tres meses, desde justo antes que se activen las yemas vegetativas. Greenwood (1977) aplica las giberelinas en el mismo periodo, cada 2 semanas, en 5 ocasiones en *Pinus taeda*. Smith (1998) en *Picea mariana* la inyecta en el tercio superior de la copa, una sola vez, en la semana siguiente a la activación de las yemas vegetativas, cuando los brotes alcanzan 1 a 2 centímetros de longitud. Wesoly (1987) informa un incremento significativo de flores en *Pinus sylvestris* con una sola aplicación de 200 mg/L.

No existen mayores antecedentes en cuanto al uso de otros reguladores de crecimiento como complemento a las giberelinas para inducir floración en coníferas. El paclobutrazol (PBZ), que tradicionalmente se utiliza para inducir floración en frutales y eucalipto, ha sido probado en coníferas. Este regulador si bien tiene una acción contraria a las giberelinas,

actuando como un bloqueador de su síntesis, se ha reportado como efectivo en combinación con AG4/7 para promover respuesta floral en *Picea mariana* (Smith, 1998). Efectivamente, combinando bajas dosis de PBZ (inyecciones de 1mg de ingrediente activo) con AG4/7 se obtiene una mayor producción de flores que usando las giberelinas solas. Por su parte el PBZ sin giberelina tiene un efecto muy marginal sobre el incremento de la floración en *Picea mariana* (op. cit)

MATERIAL Y METODO

La metodología empleada comprende dos fases, una experimental efectuada en vivero, para identificar el tratamiento más apropiado para inducir floración en pino oregón y posteriormente, otra operacional en que se evalúa el efecto de tal tratamiento en un huerto semillero clonal de pino oregón.

Fase Experimental

Se diseñaron cuatro experimentos para definir las dosis más apropiadas de AG4/7 en la estimulación floral de réplicas injertadas de árboles plus adultos de pino oregón. En ellos se prueba una completa batería de dosis que fluctúan entre 100 y 1.300 mg/L de AG4/7, aplicado como aspersión foliar, en tres oportunidades, con una frecuencia bisemanal, desde el inicio de la brotación vegetativa. También se evalúa la movilidad del regulador y su efecto en la respuesta floral en función de la zona de aplicación, así como el efecto combinado de AG4/7 con Uniconazol (UCZ) (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
DETALLE DE LOS EXPERIMENTOS ESTABLECIDOS

ENSAYO		TRATAMIENTOS(mg / L)	
Experimento 1 Dosis bajas de AG4/7 (asperjadas a toda la copa).	T0	0	GA4/7
	T1	100	GA4/7
	T2	400	GA4/7
	T3	700	GA4/7
Experimento 2 Dosis altas de AG4/7 (asperjadas a toda la copa).	T4	0	GA4/7
	T5	700	GA4/7
	T6	1000	GA4/7
	T7	1300	GA4/7
Experimento 3 Translocación (AG4/7 asperjado en una rama)	T8	0	GA4/7
	T9	700	GA4/7
	T10	1000	GA4/7
	T11	1300	GA4/7
Experimento 4 AG4/7 más UCZ (AG4/7 asperjada a toda la copa, UCZ al sustrato).	T12	0	GA4/7
	T13	UCZ + 700	GA4/7
	T14	700	GA4/7
	T15	UCZ + 1300	GA4/7

Experimento 1. (Dosis bajas): Considera la aplicación, mediante aspersión foliar de tres concentraciones de AG4/7, más un testigo sin aplicación, las cuales se realizan tres veces con una frecuencia bisemanal. Cada tratamiento se aplica sobre 4 clones, representados por un rameto cada uno en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones.

Experimento 2. (Dosis altas): Se prueban tres concentraciones de AG4/7 más un testigo sin aplicación, usando el mismo esquema de aplicaciones y diseño experimental del experimento 1.

Experimento 3 (Translocación): Se aplican las mismas concentraciones de giberelina del experimento 2, pero esta vez sobre una sola rama de cada injerto. Cada tratamiento se aplica sobre 2 clones, representados por 4 rametos cada uno, y se repite tres veces en un diseño completamente aleatorizado. La rama que recibe la aplicación se identifica con una etiqueta para su posterior evaluación.

Experimento 4. (AG4/7 + UCZ): Se usa el mismo esquema de aplicaciones y diseño del experimento 1. Las aplicaciones de AG4/7 se realizan en forma bisemanal (3 aplicaciones); UCZ se aplica al sustrato por una vez, en dosis de 0,25 g de ingrediente activo por cada centímetro de perímetro en el cuello del injerto.

Para establecer los ensayos se usó injertos de árboles adultos efectuados con dos años de anterioridad. Estos fueron manejados en macetas de polietileno de 5 litros de capacidad, fertilizados con productos de liberación controlada (Osmocote 19:6:10, a razón de 12 g/planta) y mantenidos en vivero hasta el momento de establecer los distintos ensayos de inducción floral en primavera de 2003.

Los reguladores de crecimiento utilizados para estimular la inducción floral fueron los siguientes:

Giberelinas: Se usó una mezcla de los ácidos giberélicos AG4 y AG7 en el producto comercial ProVide (2% i.a.), el que se aplicó como aspersión foliar en soluciones de distinta concentración, junto con el surfactante HIPOINT, a razón de 0,25 ml/L.

Antigiberelinas: Se usó Uniconazol (UCZ) a través del producto comercial SUNNY (50 g/L i.a.). El uniconazol (UCZ) es un isómero del paclobutrazol (PBZ), al igual que este, corresponde a una antigiberelina del grupo de los triazoles. El uniconazol se aplicó en solución, directamente a las raíces de los injertos, a razón de 0,25 g de ingrediente activo por cada centímetro de perímetro en el cuello de los injertos.

En los injertos de los experimentos 1, 2 y 4 se seleccionó tres ramas (el líder más dos laterales) las cuales se identificó con etiquetas, para hacer un seguimiento de su elongación, número y tipo de yemas. Lo mismo se hizo con la rama de cada planta que recibió aplicación de AG4/7 del experimento 3.

Para la evaluación de los experimentos se efectuó tres mediciones. La primera de ellas al momento de montar cada ensayo (primavera 2003), midiéndose la longitud de las ramas individualizadas en cada planta y el número de yemas vegetativas presentes en ellas.

La segunda medición se realizó en otoño del 2004, una vez terminada la temporada de crecimiento vegetativo. Se registró la longitud de las ramas y el número de yemas vegetativas formadas durante la temporada de crecimiento. Su objetivo fue determinar los incrementos producidos en ambas variables y relacionarlos con los tratamientos aplicados.

Este procedimiento constituye una forma de estimar anticipadamente el efecto de las aplicaciones de giberelinas, por cuanto uno de sus efectos secundarios más evidente es la mayor elongación de las ramas y la proliferación o aumento en el número de yemas totales, mientras que el efecto sobre la repuesta floral sólo se presenta en la temporada de floración del año siguiente.

La tercera medición se efectuó a comienzos de primavera del año 2004 (octubre, 2004), periodo en el cual se manifiesta la floración de los primordios florales formados en la temporada anterior. En esta evaluación se registró el número de flores masculinas y femeninas.

Las comparaciones entre tratamientos de un mismo ensayo, así como entre ensayos por medio de tratamientos comunes que actúan como conectores, permitió verificar el efecto sobre la respuesta floral de las distintas dosis de reguladores de crecimiento empleados.

El contraste de los tratamientos del experimento 3 con su respectivo testigo y con los tratamientos del experimento 2 permitió verificar si el efecto de la aplicación es local en la rama tratada o si se expande a toda la planta.

Fase Operacional

Correspondió a la aplicación operacional del mejor tratamiento identificado en la etapa experimental. Esta se efectuó sobre un huerto semillero clonal de pino oregón, establecido el año 2002, como una iniciativa conjunta de INFOR Y CONAF, en el sector Huertos Familiares, en el Km 28 del camino Temuco-Nueva Imperial, Región de La araucanía. Tal huerto posee una superficie de 1,7 hectáreas, donde se representan 42 clones, distribuidos en 20 bloques completos al azar. 19 bloques recibieron el tratamiento de inducción floral y uno se dejó como testigo para efecto de las comparaciones.

Considerando que esta aplicación no constituye un ensayo, sino que una medida de manejo operacional, para efectos de la evaluación se efectuó una comparación simple entre la respuesta floral observada en dos bloques del huerto; por una parte el bloque testigo sin aplicación de giberelinas y por otra, un bloque escogido al azar de entre todos los que recibieron el tratamiento de inducción.

En ambos bloques se monitoreó todos los rametos existentes contabilizando el número de flores masculinas y femeninas de cada uno, así como la altura individual de cada rameto. Adicionalmente en el resto del huerto se hizo una contabilización general de todos los rametos,

clasificándolos en función de la abundancia de flores exhibidas. Las categorías empleadas fueron: escasas (1 a 5 flores); medias (6 a 20 flores); y abundantes (más de 20 flores). La distribución de los rametos en cada categoría se comparó con la del bloque testigo sin aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase Experimental

En la Figura N° 1 se representa la relación entre la respuesta floral (en términos del porcentaje de plantas evaluadas que presentó flores y el número de flores por planta evaluada) respecto a los parámetros predictivos del efecto secundario de las giberelinas (incremento en longitud de ramas e incremento en número de yemas totales (vegetativas y florales)). En el gráfico los tratamientos del eje X (abscisas) se ordenan de menor a mayor concentración de AG4/7 (Cuadro N° 1).

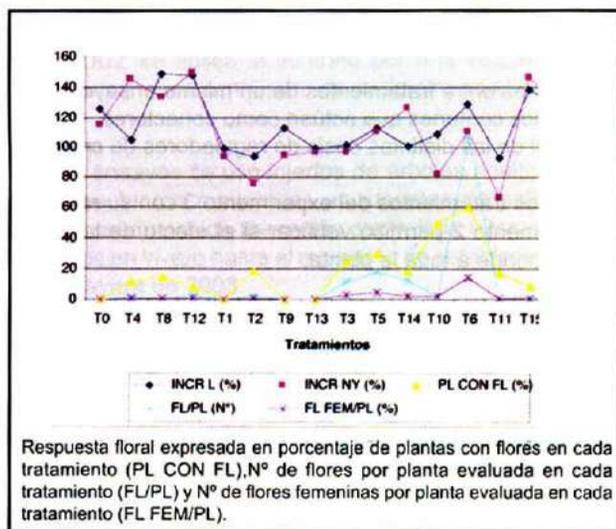


Figura N° 1

RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DESCRIPTIVOS; INCREMENTO EN LONGITUD DE RAMAS (INCR L) E INCREMENTO EN NÚMERO DE YEMAS (INCR NY).

En términos generales, la relación entre la elongación de las ramas y el aumento del número de yemas exhiben una tendencia similar y que no coincide con las concentraciones de AG4/7. Por otra parte, su relación con la respuesta floral no es evidente. Si se considera que uno de los efectos de las giberelinas es promover el crecimiento, se hubiese esperado que a mayores incrementos en largo de ramas y número de yemas, se expresase también una mejor respuesta en formación de flores.

Respecto a los parámetros de respuesta floral, existe una tendencia a que estos mejoren al incrementar la concentración de AG4/7 hasta los 1.000 mg (T6) y volver a decrecer a concentraciones mayores. Salvo algunas excepciones (T1, T9, T13 y T7) los tratamientos con aplicación de reguladores muestran una mejor respuesta floral que los testigos sin aplicación (T0, T4, T8, T12).

La situación anterior es relativamente coincidente con la publicada por Ross (1977), quien afirma que aunque la magnitud del efecto de las giberelinas sobre la inducción floral es variable, en injertos de pino oregón, el número de plantas que produce flores puede ser hasta 8 veces mayor en plantas tratadas con giberelinas respecto a las testigos. En estos experimentos tal diferencia se produjo sólo en el tratamiento T6, que indujo casi 6 veces más plantas con flores que el promedio de los testigos sin regulador.

Al respecto, aún cuando la mayoría de los tratamientos no induce una respuesta considerablemente superior a los testigos, es destacable el comportamiento exhibido por el tratamiento T6 (1.000 mg AG4/7) que se diferencia favorablemente de los testigos y restantes tratamientos ensayados. No obstante, la magnitud de esta dosis es considerablemente superior a las de 100 a 600 mg/L, señaladas por Pijut (2002) como las más efectivas para inducir floración.

El análisis específico de cada experimento es presentado a continuación.

Experimento 1: Dosis Bajas AG4/7

Los tratamientos T2 y T3, equivalentes a concentraciones de AG4/7 de 400 y 700 mg/L, producen una manifestación floral superior al testigo sin aplicación (T0), que no produjo flores. A su vez, el tratamiento T1 (100 mg/L) tampoco tuvo efectos sobre la floración.

Estos resultados permiten definir el rango inferior de la concentración de giberelinas, cuando se aplican para estimular floración. Las concentraciones más bajas (T1) no tienen efecto sobre este fenómeno, el cual se intensifica al aumentar la concentración en T2 y T3.

Al combinar estos resultados con los obtenidos en el experimento de dosis altas se observa una tendencia creciente en la respuesta floral que sigue aumentando al usar concentraciones mayores de giberelinas, encontrándose su óptimo alrededor de los 1.000 mg/L en el tratamiento T6 del experimento 2, para posteriormente decrecer en T7 al usar una concentración superior (1.300 mg/L).

Experimento 2: Dosis altas AG4/7

En relación al testigo (T4) todos los tratamientos de altas dosis de AG4/7 (T5, T6 y T7) exhiben un mayor incremento en la longitud de las ramas y un menor incremento en el número de yemas, aunque no todas estas diferencias son estadísticamente significativas.

En términos de respuesta floral se aprecia una clara diferencia entre tratamientos. T5 (700 mg/L AG4/7) y T6 (1.000 mg/L AG4/7) son claramente superiores al testigo, mientras que

T7 (1.300 mg/L AG4/7) no exhibe respuesta floral. Los mejores resultados se obtienen con el tratamiento T6 que logra inducir la formación de flores en el 60% de las plantas evaluadas y un promedio de más de 100 flores por planta, mayoritariamente masculinas, pero también con la mayor cantidad de flores femeninas de todos los tratamientos ensayados.

Por otra parte, T7 (1.300 mg/L) además de no producir ninguna respuesta floral exhibió una mayor mortalidad de plantas, indicando una posible toxicidad del producto en la concentración aplicada y confirmando que los valores óptimos se encuentran cercanos a los 1.000 mg/L.

Si bien en este experimento T7 no tuvo efecto sobre la floración, se observa que al usar la misma concentración de regulador de crecimiento, pero aplicado en forma local (experimento 3) o combinado con uniconazol (experimento 4), se produce un ligero efecto sobre la floración. Este efecto, aunque estadísticamente no es diferente de los testigos, muestra que los procedimientos que neutralizan o reducen a la giberelina absorbida por la planta, permiten que dosis excesivas se reduzcan a otras que pueden provocar efecto sobre la floración.

Experimento 3: Translocación AG4/7

En este experimento se observa que sólo T10 (1.000 mg/L) induce una respuesta floral significativamente superior al testigo (T8), mientras que los tratamientos restantes, aunque no se diferencian estadísticamente del testigo, muestran valores que son inferiores a los de él.

El comportamiento de T10 es consistente con el observado en el tratamiento T6 del experimento 2, en término del número de plantas que formaron flores, sin embargo el número de flores por planta fue bastante más reducido al aplicar el producto en forma local sobre una sola rama (T10, experimento 3), que al asperjarlo en toda la copa (T6, experimento 2).

La dosis de 700 mg/L de AG4/7 (T3, T5 y T14 de los experimentos 1, 2 y 4 respectivamente) que al asperjarlo en toda la copa tiene un importante efecto inductor de flores, al aplicarla localmente sobre una sola rama (T9) no produce efecto alguno. Coincidentemente, en el T13 del experimento 4, donde también se usan 700 mg/L de giberelinas, pero en combinación con UCZ, tampoco exhibe efecto sobre la floración.

El hecho de que la dosis de 700 mg/L sea efectiva en todos los casos en que se aplica pura, sobre toda la copa y no tenga efecto cuando se aplica en forma local, o combinada con UCZ, parece señalar que la cantidad de producto que se absorbe o que actúa en la planta se ve reducida como consecuencia de la aplicación local o el efecto antagónico del UCZ.

A la inversa, pero coincidiendo con lo anterior, el tratamiento T11 de 1.300 mg/L de giberelina, si bien no se diferencia estadísticamente del testigo, sí presenta una ligera respuesta floral al aplicarlo en forma local sobre una rama. Sin embargo, al asperjar la misma dosis sobre toda la copa (T7) no produce efecto en la floración y se asocia a una mayor mortalidad de plantas, presumiéndose una probable toxicidad (experimento 2). En este mismo sentido, si se revisan los resultados del tratamiento T15 en el experimento 4, donde también se usan 1.300 mg/L de giberelina, pero combinados con UCZ, se vuelve a encontrar un ligero efecto sobre la floración, aunque otra vez no hay diferencias significativas con su respectivo testigo (T12).

El comportamiento del tratamiento de 1.300 mg/L de giberelina se puede interpretar en forma equivalente al de 700 mg/L. En este caso la combinación con UCZ, o la aplicación en forma local, reducirían la cantidad de producto que se absorbe o que actúa en la planta. De esta forma, una dosis que aparentemente puede ser demasiado alta al aplicarla directamente sobre toda la copa, se reduce a un nivel menor que le permite manifestar algún grado de efecto sobre la floración.

Recapitulando, el menor efecto de la dosis de 1.000 mg/L de AG4/7 al aplicarlo en forma local (T10) respecto a su aspersión en toda la copa (T6), sumado al menor rendimiento de los restantes tratamientos del experimento 3 respecto de su testigo (T8), permiten concluir que la aplicación de AG4/7 localizada en una sola rama, no resulta efectiva, en las dosis ensayadas, para promover floración en injertos de pino oregón.

La respuesta observada en este experimento, no puede atribuirse directamente a la movilidad de la hormona. Aparentemente el menor efecto es sólo consecuencia de la menor cantidad de producto que es efectivamente absorbido por la planta.

Experimento 4: Interacción AG4/7 y UCZ

Los resultados de este experimento indican que los tratamientos mixtos, que combinan AG4/7 y UCZ tienen un efecto inferior o no significativamente distinto al del testigo sin aplicación (T12).

Efectivamente entre los tratamientos mixtos, el tratamiento T13 (700 mg/l de AG4/7 + UCZ) no indujo ninguna respuesta floral. El tratamiento T15 (1.300 mg/L de AG4/7 + UCZ) produjo una respuesta que no se diferencia de la del testigo.

Por su parte, el tratamiento de giberelina pura, correspondiente a T14 (700 mg/L de AG4/7), resulta claramente superior al testigo y los tratamientos mixtos. A su vez su comportamiento resulta consistente con el expresado por los tratamientos T3 y T5 de los experimentos 1 y 2 respectivamente, que corresponden a la misma dosis de AG4/7.

El efecto antagónico de las giberelinas y la antigiberelina UCZ parece producir una neutralización de las primeras que explicaría los resultados obtenidos. Así, en el caso del tratamiento mixto con menor dosis de AG4/7 (T13; 700 mg/L + UCZ) el uniconazol evita la expresión del efecto de las giberelinas, y a diferencia de los resultados experimentados por esta concentración de AG4/7 en los otros experimentos, en este caso no produce efecto alguno sobre la floración. A su vez, en el caso de T15, con una concentración de 1.300 mg/L de AG4/7, el uniconazol neutraliza una fracción de las giberelinas, haciendo un efecto similar a usar una dosis menor de ellas.

Contribuye a respaldar la interpretación anterior, el hecho de que en el experimento 2 el tratamiento T7 que también correspondía a una concentración de AG4/7 de 1.300 mg/L no produjo respuesta floral y evidenció la menor sobrevivencia de plantas, situación que se atribuye a una eventual toxicidad del producto en esa concentración. Sin embargo, al usar la misma concentración, pero mezclada con UCZ se produce una respuesta floral mejor que en el tratamiento puro. En este caso, la situación es coincidente con la señalada por Smith (1998)

quien reporta que la aplicación de PBZ (isómero del UCZ) mejora el efecto de la giberelina sola.

Ante la interpretación de estos resultados, parece lógico pensar que el efecto del UCZ mejora la acción de las giberelinas cuando estas se aplican en concentraciones superiores a las óptimas. Consecuentemente, resulta un sistema más sencillo y barato utilizar sólo giberelinas, en dosis cercanas a 1.000 mg/L, en vez de dosis mayores complementadas con UCZ.

Fase Operacional

Se aplicó el tratamiento T6 de 1.000 mg/L de AG4/7 a 19 de los 20 bloques que componen el huerto semillero clonal descrito en el apartado de metodología.

Tal como se podía esperar de los resultados obtenidos en la fase experimental, los rametos tratados con giberelina exhiben una mayor floración que el testigo. No obstante, atendiendo a que la aplicación en el huerto no es un ensayo con repeticiones ni diseño estadístico, no se puede evaluar la significancia estadística de esta diferencia. Aún así, esta parece de escasa magnitud y menor a la observada en los ensayos experimentales.

El porcentaje de rametos que exhibe flores es relativamente similar en el testigo y en los bloques tratados. En ambos casos el número de flores masculinas y el número de rametos que las portan, son mayores que para las femeninas.

El número total de flores es superior en los árboles tratados que en los sin tratar. Particularmente el número de flores femeninas aumenta en relación al testigo, el cual prácticamente no las evidencia. Este aspecto es relevante, por cuanto es de estas flores de la que depende fundamentalmente la producción de semillas.

En el Cuadro N° 2 se resume los antecedentes de la comparación entre el bloque testigo y un bloque tratado escogido al azar dentro del huerto. En el se presentan algunas relaciones promedios en términos de porcentaje de rametos con flores, número de flores por rameto y número de flores por metro de copa.

Cuadro N° 2
RESPUESTA FLORAL ANTE APLICACIÓN DE GIBERELINAS EN UN HUERTO SEMILLERO CLONAL DE PINO OREGÓN

Variable	Testigo (sin aplicación)	AG4/7 (1.000 mg/L)
N° de rametos evaluados	33	34
•Altura promedio	2,39	2,54
N° Total de flores observadas	925	1.478
·Masculinas	924	1.263
·Femeninas	1	215
Rametos con flores (%)	72,7	79,4
·Masculinas	72.7	79.4
·Femeninas	3.0	8.8
N° promedio de flores por rameto	28,03	43,47
·Masculinas	28,00	37,15
·Femeninas	0,03	6.32
N° promedio de flores por metro de copa	11,73	17,13
·Masculinas	11,72	14,64
·Femeninas	0,01	2,49

Respecto a la abundancia de flores por rametos, en los árboles tratados aumenta la proporción de individuos que presentan categorías superiores de abundancia de flores femeninas. En efecto, en el testigo los rametos que portan flores femeninas sólo las presentan en forma escasa, en cambio en los que recibieron la aplicación de giberelina las portan en forma abundante o media. En el caso de las flores masculinas, la distribución es relativamente similar para los rametos tratados que para los testigos (Figuras N°s 2 y 3).

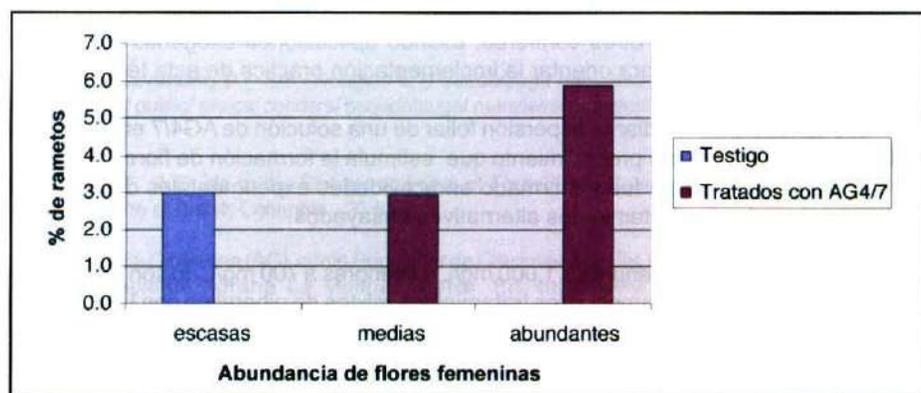


Figura N° 2
DISTRIBUCIÓN DE RAMETOS SEGÚN ABUNDANCIA DE FLORES FEMENINAS

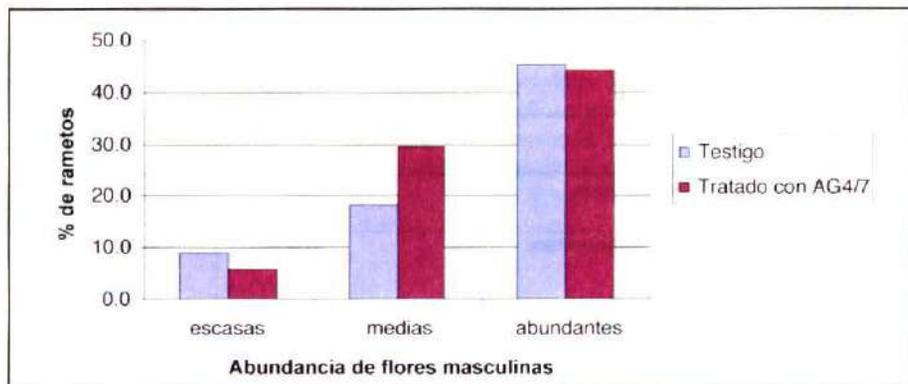


Figura N° 2
DISTRIBUCIÓN DE RAMETOS SEGÚN ABUNDANCIA DE FLORES FEMENINAS

Como resultado general se observa una incidencia positiva de la aplicación de giberelinas en todos los parámetros que cuantifican la floración del huerto. Acén así, en términos absolutos, la producción de flores continúa siendo escasa para el objetivo de producir semillas en forma abundante. En cualquier caso, esta situación parece derivarse del incipiente estado de desarrollo del huerto, más que del tratamiento de inducción floral empleado. Por lo mismo, resultará interesante repetirlo cuando este tenga más edad y sus rametos hayan desarrollado una mayor altura y volumen de copa.

CONCLUSIONES

Existen abundantes antecedentes bibliográficos que confirman la factibilidad de inducir floración en pino oregón, y otras coníferas, usando aplicaciones exógenas de giberelinas, estos resultan adecuados para orientar la implementación práctica de esta técnica.

Las aplicaciones mediante aspersión foliar de una solución de AG4/7 en concentración de 1.000 mg/L constituye un procedimiento que estimula la formación de flores en injertos de pino oregón. Este resultado fue confirmado en actividades experimentales donde demostró ser el mejor de todos los tratamientos alternativos ensayados.

Concentraciones superiores a 1.000 mg/L e inferiores a 700 mg/L no son recomendables para este efecto. Así como tampoco los tratamientos mixtos de giberelina con UCZ, ni aquellos en que la hormona se asperja en forma local sobre una reducida fracción de la copa.

A nivel operacional la aplicación de 1.000 mg/L de AG4/7 en un huerto clonal de pino oregón logró inducir niveles de floración superiores a las de un testigo sin aplicación. Aún así, debido al escaso desarrollo de los rametos del huerto, el efecto no fue suficiente como para generar una producción masiva de semillas.

La utilidad de la aplicación exógena de giberelinas para promover la floración y consecuentemente incrementar la producción de semillas genéticamente mejoradas en huertos semilleros de pino oregón es muy promisoría.

RECONOCIMIENTOS

El autor desea agradecer a los Sres. Patricio Alzugaray y Jaime Espejo por la colaboración prestada en distintas fases de la definición y montaje de los ensayos, así como a los Sres. Marco Barrientos y Nabor Barriles por su colaboración en la aplicación operacional del tratamiento de inducción floral en el huerto clonal de pino oregón.

REFERENCIAS

- Adams, G. Irving, J. y Greenwood, M., 1992.** Optimization of Environmental Regimes for Flowering in an Indoor Breeding Hall for Black, White Spruce and Jack Pine. En: Proceedings of Symposium IUFRO AFOCEL Mass Production Technology for Genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species. Bordeaux, France. 14-18 September, 1992. Pp:219-277.
- Bonet-Masimbert, M. y Dumas, P., 1992.** Physiological Approach to Flowering Induction in Conifers. En: Proceedings of Symposium IUFRO AFOCEL Mass Production Technology for Genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species. Bordeaux, France. 14-18 September, 1992. Pp:181-188.
- Enescu, V.; Popescu, P. y Contescu, L., 1977.** Blossoming Artificial Inducing in a Clonal Orchard of *Pseudotsuga menziesii*. En: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra, Australia 21 al 26 de Marzo de 1977. Pp:1071-1078.
- Greenwood, M., 1977.** Flower Stimulation Techniques for Loblolly Pine, *Pinus taeda*. En: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra, Australia, 21 al 26 de marzo de 1977. Pp:1031- 1042.
- Hare, R., 1984.** Application Method and Timing of Gibberellin A4/7 Treatments for Increasing Pollen Conebud Production in Southern Pines. Can Jour of For. Res. 14:123-131.
- Hermann, R. y Lavender, D., S/F.** Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). En: http://www.Forestworld.com/public/silvics/conifers/pseudotsuga/menziesii/menziesii_c1.html. (Consulta, Septiembre 2003).
- Leadem, C., S/F.** A Guide to the Biology and Use of Forest Tree Seeds. Ministry of Forest Research Program. Province of British Columbia. 20 p.
- Lozano, K., S/F.** La Giberelina (AG), como Regulador de Crecimiento en las Plantas. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perce. En: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/Agronomiahorticultura/propagacion/fitohormonas/klozano.doc> (Consulta, Mayo 2004)
- Moritz, T., 1989.** Gibberellins and Flower Bud Differentiation in Spruce. The Swedish Univ. Agric. Sci. Dept. Forest. Genet. & Plant physiology. ISBN 91-576-4007-6.
- Pijut, P., 2002.** Eastern White Pine (*Pinus strobus*) Flowering in Response to Spray Application of Gibberellin A4/7 or Procone. North. Jour. Appl. For. 19(2):68-72.

Rose, R., 2000. Silviculture: Reforestation. Class Notes (FOR 442). Department of Forest Resources. College of Forestry. Oregon State University.

Ross, D., 1977. Influences of Gibberellins and Cultural Practices on Early Flowering of Douglas-Fir Seedlings and Grafts. En: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Canberra, Australia 21 al 26 de marzo de 1977. Pp:997-1008.

Smith, R., 1998. Effects of Stem Injections of Gibberellins A4/7 and Paclobutrazol on Sex Expression and the Within-Crown Distribution of Seed and Pollen Cones in Black Spruce (*Picea mariana*). En: Canadian Journal of Forestry Research 28: 641-651.

Wesoly, W., 1987. Effect of Spraying with Gibberellin A4/7 on Flowering and Endogenous Gibberellin Content in Buds of *Pinus sylvestris* Grafts. Forest Ecology and Management. 19(1-4):121-127.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y GENÉTICA DE POBLACIONES DEL GÉNERO *PROSOPIS* DEL CHACO SEMIÁRIDO DEL NORTE DE CÓRDOBA Y SUR DE SANTIAGO DEL ESTERO

Joseau, M.J.¹¹, Verga, A.²²; Díaz, M del P.³³ y N. Julio⁴⁴

RESUMEN

De los extensos bosques de *Prosopis* presentes en Argentina sólo quedan relictos y su explotación irracional genera un empobrecimiento genético, con alarmante pérdida de la biodiversidad. Uno de los relictos importantes lo constituye el corredor que une el Chaco semiárido con el árido, ubicado entre sierras y salinas al norte de Córdoba y sur de Santiago del Estero. En esta región se ponen en contacto cuatro de las especies arbóreas más importantes del género *Prosopis* (*P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. alba* y *P. nigra*). Debido a que entre estas especies se forman híbridos fértiles, este corredor posee una enorme diversidad.

El objetivo de este trabajo consistió en caracterizar morfológica y genéticamente, la variación existente en poblaciones del género *Prosopis* para esta región. Se realizó análisis morfológico tanto en las plantas madres como en la descendencia. En las primeras se identificó la formación de cinco grupos morfológicos que, desde el punto de la taxonomía clásica, habían sido clasificados en 16 taxones. Sólo los grupos 3 y 4 presentaron características intermedias. Se analizó la base genética de esos grupos morfológicos mediante marcadores bioquímicos. Se encontró alta correlación entre las matrices de distancia morfológica y genética, principalmente con los sistemas ADH-A y MNR. Los grupos intermedios se diferenciaron del resto también por poseer altos valores de diversidad genética. El estudio morfológico en la descendencia de los grupos morfológicos mostró que el reagrupamiento de los grupos intermedios tuvo una alta tasa de error, reafirmando la condición de grupos intermedios. El análisis de correlación canónica entre las variables morfológicas de las madres y de los hijos reveló que cada grupo morfológico poseía una asociación de variables canónicas propias entre madres e hijos y que la variabilidad observada en el conjunto de las madres y de los hijos sigue un cierto orden.

La gran diversidad morfológica, existente en poblaciones del género *Prosopis* del Chaco Semiárido del Norte de Córdoba y Sudeste de Santiago del Estero, fue ordenada en 5 grupos morfológicos con una base genética característica para cada grupo. Los estudios morfológicos de la descendencia confirmaron la existencia de los grupos morfológicos-genéticos definidos.

Palabras claves: Caracterización, isoenzimas, *Prosopis*, grupos morfológicos-genéticos, enjambre híbrido, Chaco árido y semiárido.

¹ Silvicultura. Facultad de Ciencia Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
email: jajoseau@agro.uncor.edu

² IFFIVE-INTA. Córdoba. Argentina

³ Estadística y Bioestadística. Escuela de Nutrición-Facultad de Ciencias Médicas

⁴ Genética de Poblaciones y Evolución. Facultad de Ciencia Exactas, Físicas y Naturales.
Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

MORFOLOGIC AND GENETIC CHARACTERIZATION OF *PROSOPIS* POPULATION IN THE SEMIARID CHACO NORTH OF CORDOBA AND SOUTH OF SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

SUMMARY

In Argentina only relicts of the once wide forest of *Prosopis* remain. The irrational exploitation generates a genetic impoverishment, with an alarming loss of biodiversity. One of the most important relicts is the corridor that unites the semiarid with the arid region located within Sierras and Salinas in the north of Córdoba and south of Santiago del Estero. In this region, four species of *Prosopis* get in contact (*P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. alba* y *P. nigra*). Due to the fact that these species make fertile hybrids, this corridor has an enormous diversity.

The objective of this study consisted in the characterization of the genetic and morphological variability present in the *Prosopis* population in this region. The mother's allowed the differentiation of five morphologic groups that from the point of view of classic taxonomy has been classified in 16 taxa. Only groups 3 y 4 presented intermediate characteristics. It was studied whether those morphologic groups had a genetic basis by means of biochemical markers. High correlation between matrices of morphological and genetic distance was found mainly with ADH-A and MNR systems. From the genetic point of view, the intermediate groups also differed from the rest since they had high values of genetic diversity. The morphologic study of the descendants showed that the regrouping of the intermediate groups had a high error rate. This fact reaffirms the condition of intermediate groups. The canonical correlation analysis between the morphologic variables of the mothers and the seedlings revealed that each morphologic group had its own association of canonical variables between mothers and their seedlings, and that the variability observed in the set of the mothers and their seedlings follows a certain order.

The enormous existing morphologic diversity in the *Prosopis* populations of the semi-arid Chaco of the north of Córdoba and south of Santiago del Estero was ordered in five morphologic groups with a characteristic genetic basis for each group. The descendant's morphologic studies confirmed the existence of the defined morphologic-genetic groups.

Key words: Characterization, isozyme, *Prosopis*, morphologic-genetic groups, hybrid swarms, semi-arid and arid Chaco

INTRODUCCIÓN

El problema de la desertificación abarca casi el 40 % de la superficie terrestre. En América Latina y el Caribe este fenómeno cubre un área de más de 600 millones de hectáreas que incluye zonas áridas, semiáridas y subhúmedas (FAO-PNUMA, 1997). En Argentina las especies arbóreas nativas han sufrido y sufren una severa deforestación y en consecuencia, erosión genética. Evidencia de ello es el 60 % de pérdida de bosques nativos en los últimos 100 años (Dirección de Recursos Forestales Nativos, 1992).

Algunas especies arbóreas del género *Prosopis* son de gran interés económico y ecológico entre los árboles de Argentina. De los extensos bosques de *Prosopis* presentes en Argentina sólo quedan relictos y su explotación irracional genera un empobrecimiento genético, con alarmante pérdida de la biodiversidad (Julio, 2000).

Uno de los relictos importantes lo constituye el corredor que une el Chaco semiárido con el árido ubicado entre sierras y salinas al norte de Córdoba y sur de Santiago del Estero. En esta región se ponen en contacto cuatro de las especies arbóreas más importantes del género *Prosopis* (*P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. alba* y *P. nigra*). Debido a que entre estas especies se forman híbridos fértiles, este corredor posee una enorme diversidad (Verga, 2000).

Existen enjambres híbridos en muchos grupos de plantas. En las leñosas se han descrito, en los géneros *Juniperus*, *Quercus*, *Aesculus*, *Eucalyptus* y *Opuntia* (Grant, 1981) y más recientemente en especies del género *Prosopis* (Palacios, 1981; Saidman, 1993; Verga, 1995). La taxonomía del género es bastante problemática (Saidman, 1993). Los problemas de la limitación de especies en el género, se dan principalmente en la Sección *Algarobia*. Al parecer la ausencia clara de barreras de aislamiento reproductivo entre especies (Palacios *et al.*, 1981; Naranjo *et al.*, 1984; Hunziker *et al.* 1975, 1977, 1986) y la simpatria (Burkart, 1976; Morello *et al.*, 1971; Ferreyra, 2001) han facilitado la hibridación e introgresión y han contribuido a la variabilidad morfológica y genética observada en sus poblaciones (Ferreyra, 2001).

Las especies ligadas por hibridación frecuente u ocasional constituyen un singámeon. Este fue definido por Grant (1981) como un grupo de especies que hibridan y se comportan como una especie biológica, aislada reproductivamente de otros grupos similares. Dada la capacidad de hibridación de algunas especies de la Sección *Algarobia* (*P. alba*, *P. nigra*, *P. chilensis* y *P. flexuosa*) algunos autores (Palacios *et al.*, 1981; Saidman, 1986; Bessega, 1997) han sugerido que las mismas constituirían un singámeon, lo cual dificulta su identificación a campo.

Estudios previos, en la Sección *Algarobia*, cromatográficos (Solbrig *et al.*, 1977; Palacios y Bravo, 1981; Naranjo y Enus Zelger, 1983; Naranjo *et al.*, 1984), de electroforesis de proteínas seminales (Burghardt y Palacios, 1981 y Burghardt, 1992) y de electroforesis de isoenzimas (Saidman, 1985, 1986, 1988, 1993, Saidman y Vilardi, 1987; Verga 1995) indicaron un bajo grado de diferenciación entre especies, lo cual podría ser explicada por la hibridación frecuente entre ellas en zona de simpatria, favorecida por barreras de aislamiento débiles y por modificaciones del ambiente (Julio, 2000). Sin embargo, estudios taxonómicos morfológicos señalan una gran diferenciación entre las distintas especies (Burkart, 1976; Solbrig *et al.*, 1977, Verga, 1995).

Esta aparente contradicción, se genera debido a que existen individuos que representan fielmente a las especies mencionadas, las cuales inclusive se diferencian nitidamente, tanto desde el punto de vista morfológico como ecológico. No obstante, cuando se estudian regiones donde estas especies crecen en contacto, la existencia de un número importante de individuos intermedios hace que gran parte de ellos no puedan ser clasificados con claridad en ninguna de las especies presentes. Esto genera a su vez, que cuando se realizan estudios sobre una determinada especie, el resultado dependerá de cuál ha sido el criterio para seleccionar los individuos que representarán la especie en cuestión. Si se incluyen únicamente los que responden estrictamente a las características de las especies puras, la diferenciación entre éstas será importante y la variación intraespecífica tanto genética como morfológica será menor. A medida que se van incorporando individuos intermedios, que responden parcialmente a las características de la especie, ésta se va desdibujando con respecto a las otras afines, su diferenciación disminuye y su diversidad aumenta (Verga, com.pers.).

La hibridación del ambiente que ocurre debido a la actividad humana, como la construcción de caminos, la agricultura, el riego y la explotación forestal (Anderson, 1949, Grant, 1981, Palacios *et al.*, 1981) es una de las condiciones que favorecen el establecimiento de los híbridos (Grant, 1981, Palacios *et al.*, 1981).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consistió en caracterizar morfológica y genéticamente, la variación existente en poblaciones del género *Prosopis* para esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se efectuó con material cosechado de árboles de *Prosopis chilensis*, *P. alba*, *P. flexuosa*, *P. nigra* e individuos intermedios, posibles híbridos entre estas cuatro especies, en la región del Chaco Semiárido del norte de Córdoba y el sur de Santiago del Estero.

La metodología para ordenar el aparente continuo consistió en diferenciar los grupos morfológicos en el área de contacto a través del análisis morfológico realizado a las plantas madres y a los descendientes. Se efectuó un análisis genético para comprender si el ordenamiento morfológico obtenido y confirmado mediante análisis discriminante se correspondía con el genético. Para ello se estableció la estructura genética de los grupos morfológicos, el de las poblaciones y las correlaciones existente entre ambas distancias (morfológicas y genéticas).

Análisis Morfológico de las Plantas Madres

Se tomó muestras de 10 hojas y 10 frutos de los 79 ejemplares muestreados en cuatro zonas (poblaciones) seleccionadas en base a gradientes de temperatura y precipitaciones en la región del Chaco Semiárido del norte de Córdoba y el sur de Santiago del Estero (Cuadro N° 1). Se preparó herbarios que fueron remitidos al Laboratorio de Sistemática y Plantas Vasculares de la Universidad de Buenos Aires para la identificación botánica mediante

taxonomía clásica. Por otra parte se efectuó un análisis de taxonomía numérica con las muestras tomadas a campo de frutos y hojas. Para la construcción de los grupos morfológicos sobre un total de 19 variables se estableció la distancia taxonómica y se construyó un dendrograma.

Análisis Morfológico de los Descendientes

Se efectuó mediciones de caracteres de hojas y de crecimiento, como la altura a cuatro edades del plantín, la forma del tallo principal y el grado de presencia de espinas a los 180 días del plantín. Con los datos obtenidos se realizó un análisis discriminante cuadrático.

Cuadro N° 1
CANTIDAD Y LOCALIZACIÓN DE LOS ALGARROBOS COSECHADOS

Zona	Latitud S	Longitud W	Altitud (msnm)	Cantidad	pp media anual (mm)	Temperatura media mes (°C)	
						Más cálido	Más frío
1.El Jume-Los Telares	28°59'-29°23'	63°26'- 63°41'	108-480	27	597-600	26,9	11,5
2 L. V Mansilla 'San José de La Salinas	29°47'-30°08'	63°42'- 64°31'	191-193	15	394-453	27,7	12,5
3.Quilino-Huascha	30°12'-30°36'	64°24'- 64°46'	393-689	23	445-560	26,2	10,8
4.Cruz del Eje- El Carrizal	29°38'-30°45'	64°38'- 65°14'	275- 600	19	379-481	27,6	11,5

(Fuente: De Fina, 1976)

Relaciones Morfológicas entre las Plantas Madres y la Descendencia.

Se utilizó un análisis de correlaciones canónicas (ACC) entre el grupo de variables morfológicas de las madres y el grupo de variables de sus descendencias para cada grupo morfológico y se verificó su significancia estadística.

Análisis Genético

Se analizó 6 sistemas isoenzimáticos: Alcohol deshidrogenada (ADH), glutamato oxalacetato transaminasa (GOT), 6-fosfogluconato deshidrogenasa (6PGDH), menadione reductasa (MNR), fosfoglucoisomerasa (PGI) y shikimico deshidrogenasa (SKDH). La metodología aplicada fue la descrita por Verga (1995). Se analizaron entre 10 a 15 semillas por árbol como mínimo.

En la comparación de las estructuras genéticas de los grupos morfológicos se utilizó la distancia genética d_g (Gregorius, 1974) que permite realizar comparaciones con la distancia morfológica d_m . La variabilidad genética de los grupos morfológicos se cuantificó por medio de los índices: los índices de diversidad v (número efectivo de alelos) y de diferenciación total de la población δ_r , la diversidad gamética v_{gam} , la proporción de heterocigotas (H_o), la heterocigosis condicional (H_c) y la proporción media de heterocigotas (H_m).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación Botánica de las Plantas Madres

En la el Cuadro N° 2 se presenta los 16 taxones identificados mediante la taxonomía clásica.

Clasificación Mediante Taxonomía Numérica

A partir de la matriz de distancia d_m se construyó el dendrograma de la Figura N° 1. En dicha figura se observa que a un nivel del 78 % se diferenciaron dos grandes grupos. Desde el árbol 1 al 52, que correspondería al grupo de los «blancos» y desde el 3 al 85 que representarían a los «negros». Dentro de cada uno de estos dos grandes grupos se forman claramente, sub-grupos que, en algunos casos, podrían corresponder a diferencias entre especies o a la presencia de individuos intermedios. A un nivel del 70 % se observa la formación de 5 grupos (Figura N° 1).

Si se compara estos grupos con las determinaciones hechas a través de la taxonomía clásica, el grupo 1 está formado por individuos clasificados como *P. alba*, *P. chilensis*, *P. chilensis* con folíolos menores e híbridos entre las dos especies mencionadas; al 2 lo forman individuos clasificados como *P. chilensis* principalmente y el grupo 3 se corresponde con *P. chilensis* y tres individuos híbridos entre esta especie y *P. alba*. El grupo 4 es un grupo totalmente intermedio formado por distintos tipos de híbridos (algarrobos blancos por negros o viceversa) y el 5 está integrado principalmente por *P. nigra*.

Cuadro N° 2
IDENTIFICACIÓN DE LAS PLANTAS MADRES POR MEDIO DE LA TAXONOMÍA CLÁSICA

Especie	Símbolo	Número de la Planta Madre	Total
<i>P. alba</i>	Pa	11-12-18-20-26-84	6
<i>P. alba</i> (folíolos algo menores)	Pa _m	23	1
<i>P. alba</i> x ?	Pax?	2-31-39-52	4
<i>P. alba</i> x <i>P. nigra</i>	Paxn	22	1
<i>P. alba</i> ó <i>P. chilensis</i> x <i>P. flexuosa</i> .	Paxf	41	1
<i>P. chilensis</i> x <i>P. alba</i>	Pcxa	1-4-5-8-24-36	6
<i>P. chilensis</i>	Pc	19-35-37-43-44-46-50-51-55-56-59-60-61-62-63-64-65-66-69-70-74-77-79-80-82	25
<i>P. chilensis</i> (folíolos algo menores)	Pc _m	10-17-32-33-38-42-45-57-78	9
<i>P. chilensis</i> x ?	Pcx?	27-40	2
<i>P. chilensis</i> x <i>P. flexuosa</i>	Pcxf	81-83	2
<i>P. chilensis</i> x <i>P. flexuosa</i> o <i>P. nigra</i>	Pcxfon	68-75-76	3
<i>P. chilensis</i> x <i>P. ruscifolia</i>	Pcxr	21	1
<i>P. ruscifolia</i>	Pr	25	1
<i>P. flexuosa</i> o <i>P. flexuosa</i> x <i>P. alba</i>	Pf o Pfxa	3-6	2
<i>P. flexuosa</i> o <i>P. nigra</i> x <i>P. chilensis</i>	Pfxc	53	1
<i>P. nigra</i>	Pn	7-9-13-14-15-16-28-30-34-48-49-54-58-67-71-72-73-85	18
Sin identificar*	S.ident.	29-47	2
Total de taxones	16		85

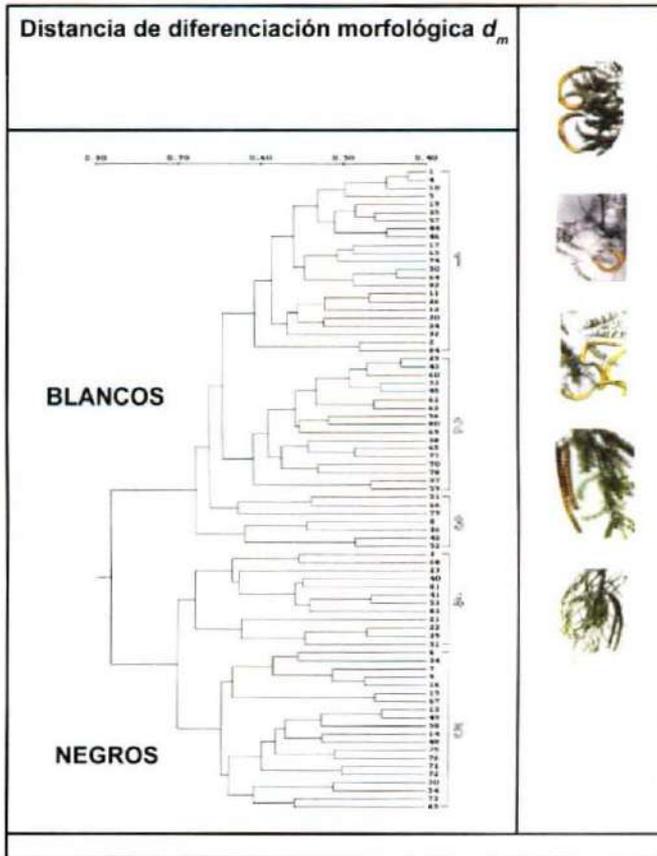


FIGURA N° 1
DENDROGRAMA OBTENIDO CON EL MÉTODO UPGMA,
BASADO EN LA DISTANCIA MORFOLÓGICA ENTRE LOS INDIVIDUOS REPRESENTADOS
POR TODOS LOS CARACTERES MORFOLÓGICOS DE LAS PLANTAS MADRES

Análisis Discriminante de las Madres

El empleo de la taxonomía numérica constituye una herramienta fundamental para el análisis morfológico y la correcta identificación de los materiales utilizados en este estudio. Así fueron 9 los caracteres, de un total de 19, que contribuyeron de manera significativa a la construcción de los grupos morfológicos de las madres. Los caracteres de fruto de mayor correlación con las funciones discriminantes estimadas fueron el color y el ancho de fruto. Los caracteres de fruto y rama son los que han tenido mayor participación en la formación de los grupos. En cuanto a los caracteres de hoja, sólo participaron la relación longitud/ancho de foliólulo y el número de pinas por hoja.

Verga (1995) encontró que los caracteres relación espesor/ancho de fruto, relación longitud/ancho de foliólulo y la longitud del foliólulo fueron importantes para la diferenciación de tres grupos morfológicos (*P. flexuosa*, *P. chilensis* y sus híbridos) en el Chaco árido.

Asimismo, Mantován (2000) encontró que la diferenciación morfológica entre poblaciones de *Prosopis flexuosa* en la provincia fitogeográfica del Monte fue posible gracias al gran peso que presentaron variables como la longitud de foliólulo y la relación entre la longitud de la pina y el ancho del foliólulo.

Por otra parte, Burghardt *et al.* (2000) determinaron que variables que constituyen magnitudes absolutas tales como largo y ancho de pina y longitud de foliolo, evaluadas a través de análisis de componentes principales, fueron adecuadas para diferenciar plántulas de 8 especies de *Prosopis*, cultivadas en condiciones uniformes.

Del análisis morfológico de las madres surge que fue posible agrupar el aparente continuo en cinco grupos morfológicos con un nivel de error del 24%. Este error fue atribuible, principalmente a la variabilidad en el grupo 3 y en menor medida en el grupo 4, ambos grupos catalogados como intermedios. Los grupos 1 y 2 fueron los grupos más homogéneos, dado que el porcentaje de error fue muy bajo (4 a 5,6 %), seguido por el grupo 5 (15 %).

-La Clasificación

Los grupos morfológicos que surgen del ordenamiento de las madres, (determinados mediante taxonomía numérica y confirmados, con un cierto error de mala clasificación, mediante análisis discriminante, tanto en las madres como en los hijos) son grupos homogéneos y se considera que cada uno de ellos posee una única identidad. Esta única identidad no concuerda con la clasificación realizada desde la taxonomía clásica.

La taxonomía clásica determinó que en este estudio existen 16 taxones, mientras que el estudio morfológico los reduce a 5 grupos morfológicos (Joseau *et al.*, 2004, Joseau y Castro Schüle, 2005).

- De los Descendientes

Se estudió si la descendencia obedecía a las agrupaciones obtenidas en las plantas madres mediante análisis discriminante. Dado que no se contaba con igual cantidad de datos, se hizo dos evaluaciones: 1.- para caracteres de hojas semejantes a las medidas en las plantas madres y 2.- para caracteres registrados directamente en el vivero como altura en diferentes fechas, forma del tallo y grado de presencia de espinas.

- Análisis Discriminante

Tanto en los caracteres del punto 1 como del 2, la tasa de error total de este análisis fue muy alta (0,514 y 0,595 respectivamente) mostrando que no es posible agrupar de la

misma manera a la descendencia que a las plantas madres. Sólo los descendientes del grupo 5 se reagrupan en un 85%, para el primer conjunto de variables y en un 81% para el segundo conjunto constituyéndose así en el grupo más estable en la descendencia.

Para resumir, es lícito aclarar, que es difícil agrupar los descendientes bajo los agrupamiento de las plantas madres considerando estos caracteres, puesto que existe una alta tasa de error. El error para las variables morfológicas de hojas es aportado en mayor porcentaje por los grupos 1, 3 y 4, mientras que para las variables de crecimiento los grupos que más error aportan son 2, 3 y 4.

En este estudio, para el análisis morfológico de la descendencia, fueron necesarias 8 de las 12 variables evaluadas a nivel de hojas y 5 de las 6 variables registradas en vivero, para lograr una diferenciación adecuada. La longitud del foliólulo conjuntamente con el ancho y el área de los mismos constituyeron las variables de mayor peso en el análisis discriminante.

Distribución de los Grupos Morfológicos por Zonas

Observando la distribución de los grupos morfológicos genéticos por zonas, la zona 1 (Santiago del Estero) es la que más se diferencia del resto, dado que el grupo morfológico 2 (*P. chilensis*) está ausente. Las restantes zonas (Córdoba) poseen los 5 grupos morfológicos pero en diferentes proporciones (Figura N° 2).

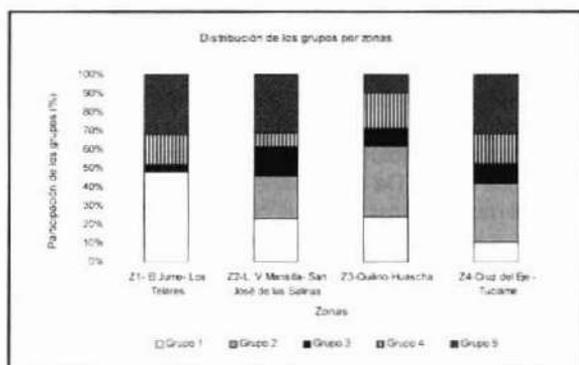


Figura N° 2
DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS POR ZONAS

Estudio de la Asociación entre Caracteres de los Árboles Semilleros y sus Descendencias

La relación existente entre los grupos morfológicos de los árboles cosechados y de la descendencia, evaluada a través del análisis de correlaciones canónicas, se efectuó entre el grupo de variables morfológicas de las madres (exceptuando tipo de rama) y el grupo de variables de los hijos para cada grupo morfológico. Si bien los datos se presentan en forma conjunta, cada grupo morfológico tuvo un análisis de correlación canónica independiente de los restantes grupos.

La mayoría de los grupos morfológicos necesitaron *dos pares de variables canónicas* (L) para establecer asociaciones entre los grupos de variables de las madres y de los hijos, con excepción del grupo 3 en el cual esta asociación quedó bien definida con sólo una correlación canónica (Tabla 3).

Si bien para todos los grupos la correlación canónica es altamente significativa, se destacan los grupos 3 y 4 presentando los mayores valores de R^2 (Cuadro N° 3). Esta correlación indica que la variabilidad encontrada en las madres está fuertemente asociada con la variabilidad encontrada en los hijos, en otras palabras, la variabilidad observada en ambos conjuntos sigue un cierto orden o relación entre pares de conjuntos de variables.

Cuadro N° 3
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN CANÓNICA (R), LA PROPORCIÓN DE LA VARIANZA TOTAL EXPLICADA POR CADA PAR DE VARIABLES CANÓNICAS (R^2) Y NIVELES DE PROBABILIDAD ASOCIADOS (P-VALOR) PARA CADA PAR DE VARIABLES CANÓNICAS Y PARA CADA GRUPO MORFOLÓGICO

Grupo	1		2		3	4		5	
	1	2	1	2	1	1	2	1	2
R	0,72	0,55	0,68	0,67	0,94	0,82	0,68	0,75	0,60
R^2	0,51	0,30	0,46	0,45	0,89	0,67	0,46	0,57	0,37
p-valor *	$1,4 \cdot 10^{-9}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$

* p-valor <0,001 se considera altamente significativa.

Cabe destacar que las combinaciones lineales con máxima correlación para cada par (L) y para cada grupo morfológico se formaron con diferentes asociaciones de variables, tanto para el primer conjunto (variables morfológicas de las madres) como para el segundo conjunto (variables morfológicas de los hijos). De esta manera, se puede decir, en el conjunto de las madres que para los grupos morfológicos 1 y 2 los caracteres de fruto tuvieron un mayor peso que los caracteres de hojas, mientras que para los restantes grupos la participación de ambos tipos de caracteres fue equitativa.

Si bien no se puede corroborar la formación de los mismos agrupamientos en los hijos, el análisis multivariado de correlación canónica para cada grupo morfológico refleja que los grupos morfológicos que más explican la variabilidad para cada par de ejes canónicos fueron los grupos más variables (3 y 4) al presentar los mayores valores de R^2 . Estos valores indican que la alta variabilidad encontrada en las madres está fuertemente asociada a la alta variabilidad encontrada en los hijos, en otras palabras, la variabilidad observada en ambos conjuntos sigue una cierta relación lineal, o podría decirse, un orden continuo.

Cada par de ejes canónicos fue diferente para cada grupo morfológico, lo que reafirma cierta identidad de los grupos morfológicos. A este nivel de análisis se destacan variables como las citadas por Burghardt *et al.* (2000). La longitud de la pina, el número de foliólulos y la longitud de foliólulos en el conjunto de los hijos y para el conjunto de las madres las variables que más se repitieron en las distintas asociaciones fueron el número de artejos, el espesor del fruto, la longitud del foliólulo y la relación entre la longitud y el ancho del foliólulo.

Análisis Genético

Los zimogramas de las enzimas analizadas revelaron la existencia de 9 loci con sus respectivos alelos (ADH-A, ADH-B, GOT-A, GOT-B, 6PGDH-A, 6PGDH-B, MNR, PGI y SKDH).

Las frecuencias alélicas fueron calculadas a partir de las observaciones obtenidas en los zimogramas para cada sistema isoenzimático. Los distintos loci y alelos observados en el análisis del material utilizado para este trabajo son designados según la nomenclatura propuesta por Verga (1995).

De los 6 sistemas estudiados, que comprenden nueve loci, se encontró sólo uno fijado (ADH-B). Los loci ADH-A y MNR alcanzaron los mayores grados de la diferenciación total entre los grupos morfológicos ($\delta_{ADH-A} = 0,245$, $\delta_{MNR} = 0,206$) (Figuras N^{os} 3 y 4).

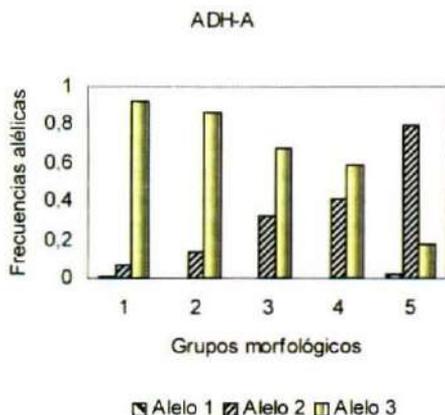


Figura N^o 3
FRECUENCIAS ALÉLICAS DE LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS PARA ADH-A

La estructura genética de los grupos morfológicos para el locus ADH-A, permitió diferenciar claramente los grupos 1 y 2 del 5. Por otra parte los grupos 1 y 2 se diferencian entre sí en forma cualitativa puesto que el 1 posee al alelo ADH-A₁ en baja frecuencia, mientras que el grupo 2 no lo posee. Los grupos 3 y 4 aparecen con frecuencias intermedias de los alelos 2 y 3.

Verga (1995, 2000a) pudo diferenciar poblaciones de *P. chilensis*, *P. flexuosa* y un grupo con características intermedias en el Chaco Árido, dado que el alelo ADH-A₃ se encontraba fijado en *P. chilensis*, casi ausente en la otra especie y en los híbridos putativos presentaba una frecuencia intermedia.

En este estudio si bien el alelo ADH-A₃ no aparece fijado, en las poblaciones del grupo 2 (*P. chilensis*) se encontró en alta frecuencia (superior al 80%) de igual manera que en el grupo 1 (*P. alba*). Por otra parte, el alelo ADH-A₂ mostró un comportamiento similar al encontrado

por Verga (1995, 2000 a), Verga *et al.* (2004), Verga y Gregorius (no publicado) para *P. flexuosa*, que es un algarrobo negro, puesto que tuvo una alta frecuencia en el grupo 5 conformado en este análisis por otro algarrobo negro (*P. nigra*).

Saidman (1985, 1986, 1993), Saidman & Vilardi (1987, 1993), Saidman *et al.* (1997 a, 1998), Julio (2000) y Ferreyra (2000) estudiaron este *locus* y no encontraron ningún patrón que confirme una determinación morfológica, posiblemente porque estos estudios sólo fueron de índole genético, clasificando el material únicamente mediante taxonomía clásica. Es de destacar en este punto que la difícil clasificación de las especies, por el método clásico, puede inducir a confusiones en cuanto al material que se está utilizando en el análisis genético.

La inclusión de material de origen híbrido dentro del estudio de especies puras puede así llevar a conclusiones contradictorias. Si la cantidad de individuos intermedios incluidos en un estudio es lo suficientemente importante, es muy probable que las diferencias genéticas entre especies disminuyan considerablemente y que el grado de variación genética de ellas sea sobredimensionado.

También la confusión que incorporaría una clasificación no adecuada del material de trabajo podría llevar a errores en la determinación del grado de diferenciación entre poblaciones de una misma especie, ya que el resultado no dependerá únicamente de cambios en las frecuencias genéticas debido a procesos evolutivos, sino además del grado de "contaminación" del material de estudio con individuos de origen híbrido.

El locus MNR presentó cinco alelos para el grupo morfológico 1, el 5 en muy baja frecuencia y el alelo 2 con frecuencia intermedia de 0,530. Por otra parte se observa que el grupo morfológico 2 se diferencia del resto por presentar frecuencias del alelo 3 superior al 2. Al grupo morfológico 3 se lo puede individualizar pues presenta frecuencias del alelo 1 superior al resto de los grupos (0,162). Si bien los grupos 4 y 5 muestran una frecuencia alta del alelo 2, el grupo 4 presenta valores menores, casi un 17 % menos, que el 5 (Figura N° 4).

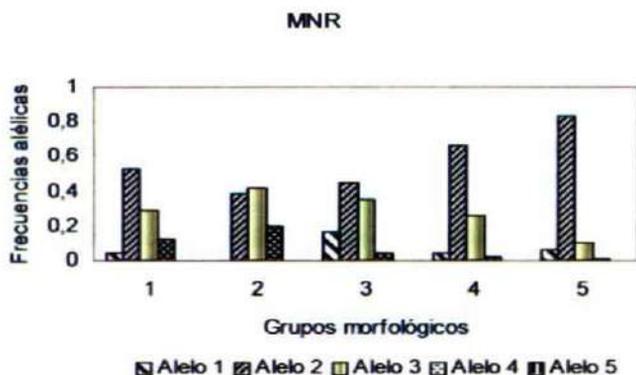


Figura N° 4
FRECUENCIAS ALÉLICAS DE LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS PARA MNR

El locus MNR mostró una estructura diferencial para cada grupo morfológico, y si se compara con los resultados obtenidos por Verga (1995) es posible identificar la estructura obtenida para *P. chilensis* como similar a la encontrada para el grupo 2 de este estudio. No se encontró otras investigaciones que utilicen esta isoenzima en *Prosopis* razón por lo cual resulta difícil su comparación.

Medidas de Variación Genética en los Grupos Morfológicos

En el Cuadro N° 4 aparece la diversidad genética de los grupos para los loci ADH-A y MNR. Los grupos 3 y 4 presentan los mayores valores en los índices de diversidad v (número efectivo de alelos) y de diferenciación total de la población δ_T para ADH-A. Para el locus MNR la mayor diversidad estaría concentrada en los grupos morfológicos 3, 2 y 1 en orden decreciente de importancia (Cuadro N° 4).

Cuadro N° 4
DIVERSIDAD v Y δ_T DE LOS GRUPOS MORFOLÓGICOS PARA LOS LOCI ADH-A Y MNR

ADH-A	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Diversidad v	1,173	1,317	1,772	1,955	1,497
δ_T	0,148	0,242	0,437	0,49	0,333
MNR	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Diversidad v	2,587	2,777	2,860	1,918	1,418
δ_T	0,615	0,642	0,652	0,480	0,296
Pool de genes	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Diversidad v	1,610	1,705	1,864	1,738	1,794
δ_T	0,380	0,416	0,466	0,426	0,424
Diversidad v_{gam}	118,530	203,844	449,818	223,667	208,967

Cuanto más cerca de 1 se encuentra el valor de δ_T , más se diferencian los tipos genéticos que conforman cada grupo morfológico. Así los grupos 3 y 4 son los que contienen mayor número de individuos en la muestra que no corresponden al mismo tipo genético.

El locus ADH-A puede ser considerado como marcador genético para diferenciar los grupos morfológicos. La tendencia que se observa en las distancias genéticas d_0 para ADH-A es casi la misma que se presenta en el pool de genes, de tal manera que la correlación fue significativa ($P < 0,05$) entre las matrices de distancias genéticas d_0 para ADH-A y el pool de genes con un $R^2 = 0,89$.

Las distancias genéticas entre los grupos morfológicos de la enzima MNR sigue aproximadamente el mismo patrón que la enzima ADH-A y el pool génico, aunque con valores menores ($P < 0,05$) de R^2 (0,4356 con ADH-A y 0,4489 con el pool de genes).

Las medidas de variación de las muestras del pool génico estarían indicando que la mayor diversidad se encontraría en el grupo 3 y 4 (Cuadro N° 4). Se sabe que v_{gam} mide el

potencial de una población para producir gametas genéticamente distintas. Así se ve en el cuadro mencionado que el grupo 3 duplica el valor registrado en el grupo 4 que es el inmediato inferior, mientras que el grupo 1 presenta la menor diversidad.

Los loci ADH-A y MNR permitirían la diferenciación de los grupos morfológicos, siendo el locus ADH-A el que posee una tendencia más parecida a la que presenta el *pool* de genes en cuanto a las distancias d_o entre los grupos morfológicos.

En el Cuadro N° 5 se indica los valores alcanzados por los siguientes índices para cada grupo morfológico: Proporción de heterocigotas (H_o), Heterocigosis condicional (H_c) y proporción media de heterocigotas (H_m). Se desprende de estos datos que los grupos 3 y 4, formados por individuos de características morfológicamente intermedias, son los que mayores valores presentan en estos índices.

Para ADH-A, se observa la misma tendencia, siendo los valores más pequeños los presentes en los grupos 1, 2 (grupos de blancos) y 5 (grupo de negros).

Las especies de *Algarobia* muestran una alta tasa de variabilidad genética dentro de poblaciones, medidas en términos de heterocigosis ($\bar{H} = 0,21$) que aquellas especies de la sección *Strombocarpa* ($\bar{H} = 0,06$) (Saidman *et al.*, 2000).

Las especies de *Prosopis* de este estudio pertenecen a la sección *Algarobia*, son especies leñosas de larga vida con amplio rango geográfico, sistema de cruzamiento abierto principalmente, dispersan la semilla por ingestión animal y presentan altos valores de diversidad que varían según el grupo morfológico

Coincidentemente, Verga (1995) encontró en estudios isoenzimáticos para 9 loci en poblaciones de *Prosopis* del Chaco Árido que los mayores niveles de diversidad alélica δr se encontraban en el grupo de características intermedias tanto para el locus ADH-A como para el *pool* de genes.

En este estudio los valores de heterocigosis tuvieron un rango entre 0,22 a 0,34. Así se tiene que la proporción media de heterocigotas (\bar{H}) fue superior para los grupos 3 y 4 ($\bar{H} = 0,34$ y $\bar{H} = 0,32$), que estaban conformados por individuos clasificados mediante taxonomía clásica como híbridos. El grupo 2, si bien estaba constituido por *P. chilensis*, fue el que le siguió en orden decreciente ($\bar{H} = 0,28$).

Cuadro N° 5
PROPORCIÓN DE HETEROCIGOTAS (H_o), HETEROCIGOSIS CONDICIONAL (H_c)
Y PROPORCIÓN MEDIA DE HETEROCIGOTAS (H_m)

	ADH-A	ADH-B	GOT-A	GOT-B	6PGDH-A	6PGDH-B	MNR	PGI	SKDH	H_m
Grupo 1										
H_o	0,086	0,000	0,262	0,312	0,199	0,333	0,498	0,158	0,328	0,24
H_c	0,543	0,000	0,262	0,446	0,381	0,744	0,530	0,588	0,328	
Grupo 2										
H_o	0,246	0,000	0,224	0,394	0,306	0,268	0,375	0,235	0,451	0,28
H_c	0,879	0,000	0,224	0,439	0,520	0,311	0,375	0,964	0,493	
Grupo 3										
H_o	0,333	0,000	0,372	0,349	0,368	0,184	0,420	0,490	0,548	0,34
H_c	0,520	0,000	0,556	0,349	0,558	0,346	0,420	0,769	0,548	
Grupo 4										
H_o	0,500	0,000	0,317	0,410	0,308	0,167	0,382	0,345	0,432	0,32
H_c	0,602	0,000	0,379	0,421	0,510	0,538	0,579	0,746	0,439	
Grupo 5										
H_o	0,238	0,000	0,265	0,350	0,099	0,250	0,158	0,423	0,207	0,22
H_c	0,586	0,000	0,284	0,350	0,105	0,429	0,469	0,759	0,207	

Diversos autores han determinado la proporción media de heterocigotas para distintas especies del género *Prosopis*. Así, Verga (1995), en el mismo trabajo mencionado previamente, halló que los grupos de híbridos fueron los más variables, situación similar a la ocurrida en este estudio; mientras que *P. chilensis* ($\bar{H}=0,230$) fue el menos variable y *P. flexuosa* ($\bar{H}=0,290$), un algarrobo negro, se situó en valores cercanos a los grupos intermedios ($\bar{H}=0,330$).

Con posterioridad, Saidman *et al.* (1998), presentaron una recopilación sobre investigaciones realizadas hasta ese momento para varias poblaciones y especies de *Prosopis* con los siguientes valores promedios para *P. alba*, *P. nigra* y *P. flexuosa*: $\bar{H}=0,184$, $\bar{H}=0,226$ y $\bar{H}=0,255$ respectivamente.

El grupo 5 representado por *P. nigra* fue el menos variable en esta investigación y presentó valores ($\bar{H}=0,220$) que se acercan a los obtenidos por Saidman *et al.* (1993; 1998). Para *P. alba* y *P. flexuosa* Saidman (1993) obtuvo valores de \bar{H} iguales a 0,17 y 0,23 respectivamente, estudiando 25 *loci*. El mismo nivel encontraron para *P. alba* Montoya (1994) y Ferreyra (2000) analizando 24 *loci*.

Julio (2000) evaluando 17 *loci* en 12 poblaciones de *P. chilensis* encontró una $\bar{H}=0,247$ con una variación entre 0,195-0,296, mientras que Ferreyra (2000) halló los siguientes valores de diversidad genética: *P. flexuosa* ($\bar{H}=0,258$) y *P. nigra* ($\bar{H}=0,271$) para 24 *loci*.

Por otra parte, el grupo 1 conformado por *P. alba* principalmente, presentó una proporción media de heterocigotas ($\bar{H}=0,240$) inferior a la encontrada para *P. chilensis* ($\bar{H}=0,280$), pero muy por encima de los valores registrados por los autores mencionados.

El número efectivo de alelos (A_{eff}) presentado por Hamrick *et al.* (1991) dentro de especies ($A_{\text{eff}}=0,177$) es comparable con la diversidad v que tuvo estos valores: 1,610; 1,705; 1,864; 1,738 y 1,798 para los grupos morfológicos 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

La alta diversidad genética encontrada en todos los grupos morfológicos puede deberse a que se trata de unidades taxonómicas (especies o semiespecies leñosas) que poseen un amplio rango de distribución geográfica, sistema de cruzamiento abierto, con dispersión de la semilla por ingesta animal como lo señaló Hamrick *et al.* (1991). Por otra parte, la mayor diversidad encontrada en los grupos morfológicos 3 y 4 es congruente con la característica de grupos intermedios.

De aquí se desprende que un análisis basado únicamente en la taxonomía clásica hubiera llevado a una conclusión falsa. Los grupos 3 y 4, analizados mediante la taxonomía numérica aparecen como las áreas más ricas en formas, coincidiendo con la observación del análisis genético en cuanto a su mayor diversidad, mientras que el grupo 1, el menos diverso morfológicamente, también lo es desde el punto de vista genético.

El grupo morfológico 2, representado por *P. chilensis*, no se presentó en la zona 1, sin embargo la clasificación realizada por la taxonomía clásica, cita que está presente. Esta aparente contradicción surge del hecho que el taxón clasificado como *P. chilensis* entra en esta zona en el grupo morfológico 1, por lo que, según el análisis numérico, no se trataría de esta especie, sino de individuos cuya morfología estaría dentro de la variación de *P. alba*.

El predominio de híbridos maduros y jóvenes hace suponer que las perturbaciones en esta zona han comenzado hace tiempo y aún continúan. De todos los híbridos presentes en esta región el más representativo sería *P. chilensis* x *P. alba* que aparece con tres grupos etarios.

Como se dijo anteriormente las zonas más diversas son la 3 y 4 y la menos diversa la 1. Todas estas poblaciones presentan la contradicción de que si se las compara con la cantidad de taxones presentes según la taxonomía clásica, parecería que la diversidad fuera diferente. Ahora si se toma la proporción de los grupos morfológicos distribuidos por zonas en vez de tener en cuenta la clasificación taxonómica clásica como se indica más arriba, se puede explicar mejor lo que acontece.

La participación de los grupos morfológicos intermedios (grupos 3 y 4) en cada zona es diferente, así se tiene que los mayores porcentajes se encuentran en las zonas 3 y 4 (29% y 23%), mientras que los menores están en la zona 1 y 2 (20% y 23%). En general los valores de diversidad genética también se ordenan en este sentido.

Este análisis apoya una vez más el concepto de que la taxonomía clásica puede llevar a confusiones al tratar de comprender las discontinuidades morfológicas presentes en el corredor bajo estudio y confirma la hipótesis de estas discontinuidades pueden ser ordenadas en 5 grupos morfológicos con una base genética definida.

Relaciones entre las Distancias Morfológicas y Genéticas

Se calculó los coeficientes de correlación entre las matrices de distancia morfológica (d_m) y genética (d_g) correspondientes a los 5 grupos morfológicos. Estos valores indican un alto grado de correlación significativa entre las distancias morfológicas y genéticas de los grupos morfológicos (cuadro N° 6).

Existe una alta correlación significativa ($P < 0,05$) entre las matrices de distancias del pool de genes y de los caracteres morfológicos. Asimismo algunos de los caracteres que tienen correlación significativa con el pool de genes también la tienen con las enzimas ADH-A y MNR. Así, de los 19 caracteres morfológicos estudiados, 12 presentan coeficientes de correlación (R) altos con el pool de genes y ADH-A, mientras que 11 lo hacen la MNR.

La alta correlación ($R^2 = 0,592$) existente entre las distancias morfológicas y genéticas de los grupos morfológicos confirman la base genética de estos grupos, obtenidas a través de taxonomía numérica.

De igual manera Verga (1995) ordenó el aparente continuo entre *Prosopis flexuosa*, grupos intermedios y *P. chilensis* en el Chaco Árido al identificar de que cada uno respondía a un grupo morfológico determinado con base genética y con una alta correlación entre las matrices de distancia morfológica con la del pool de genes ($R^2 = 0,831$) y con el locus ADH-A ($R^2 = 0,874$).

Cuadro N° 6
CORRELACIÓN ENTRE LAS MATRICES DE DISTANCIA MORFOLÓGICA Y GENÉTICA

Grupos Morfológicos Comparados	Distancia Morfológica (d_m)	Distancia del Pool de Genes (d_g)	ADH-A	MNR
1x2	0,3786	0,111	0,074	0,187
1x3	0,4204	0,154	0,225	0,171
1x4	0,5221	0,139	0,347	0,140
1x5	0,6643	0,270	0,742	0,313
2x3	0,4228	0,167	0,181	0,217
2x4	0,5747	0,147	0,276	0,323
2x5	0,6765	0,243	0,682	0,498
3x4	0,4913	0,110	0,095	0,224
3x5	0,6026	0,229	0,501	0,386
4x5	0,4710	0,193	0,406	0,175
R ²		0,592	0,764	0,661
R		0,769	0,874	0,812

Referencia: en negrita nivel de significancia $P < 0,05$.

Los Grupos Morfológicos-Genéticos

En este trabajo, tres grupos morfológicos-genéticos podrían ser considerados "buenas" especies (grupo 1= *P. alba*, grupo 2= *P. chilensis* y grupo 5= *P. nigra*). De estas la de mayor heterosigosis fue *P. chilensis*, y la menor *P. nigra*, sin embargo desde el punto de vista de los índices de diversidad ambas especies revelan valores similares.

El grupo morfológico-genético 1 que, desde la taxonomía clásica estaría formada por *P. alba*, *P. chilensis* con foliolulos menores, *P. chilensis* e híbridos entre ambas, fue el grupo de menor diversidad y heterosis. En el análisis de reasignación de grupos de los caracteres morfológicos de las madres tuvo una baja tasa de error y la mayoría de los individuos que lo conformaban pudieron ser reasignados a este grupo morfológico. Esto estaría indicando que se trata de una sola especie (*P. alba*).

En cuanto a los caracteres morfológicos de la descendencia de este grupo morfológico, segregaron al ser reasignados, por lo que se puede sospechar que este grupo puede cruzarse con individuos de otros grupos morfológicos.

Los grupos morfológicos 3 y 4 confirman su condición de intermedios, pues fueron los que mayor diversidad y variabilidad presentaron. Estos datos coinciden con las observaciones realizadas por Verga (1995) en cuanto a que el complejo estaría conformado por especies "inespecíficas" que tendrían la capacidad de contener alta variabilidad genética, proveniente de especies más "específicas" adaptadas a nichos más estrechos.

A partir de la recombinación en áreas de contacto secundario entre las distintas "especies" del complejo, donde surgen procesos de introgresión, existiría la posibilidad de que se generen formas nuevas, que si encuentran nichos adecuados y posibilidades de aislamiento genético (pre o postcigótico) de las "especies parentales" podrían constituirse, luego de un tiempo de diferenciación, en entidades identificables desde el punto de vista taxonómico, genético y ecofisiológico.

CONCLUSIONES

La gran diversidad morfológica, existente en poblaciones del género *Prosopis* del Chaco Semiárido del Norte de Córdoba y Sudeste de Santiago del Estero, fue ordenada en 5 grupos morfológicos con una base genética característica para cada grupo. Los estudios morfológicos de la descendencia confirmaron la existencia de los grupos morfológicos-genéticos definidos.

REFERENCIAS

- Anderson E., 1949.** Introgressive hybridization. Wiley, Nueva York.
- Bessegá, C., 1997.** Estudios isoenzimáticos en especies Americanas del Género *Prosopis* (Leguminosae). Tesis de Maestría. FCE y N. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires).
- Burghardt, A., 1992.** *Prosopis* L. Caracterización electroforética de sus especies Tesis Doctoral Departamento de Ciencias Biológicas. U.B.A
- Burghardt, A. y Palacios, R. A., 1981.** Caracterización electroforética de algunas especies del género *Prosopis* (Leguminosae). XII Congreso Argentino de Genética :11.
- Burghardt, A. D., Brizuela, M. M. y Palacios, R. A., 2000.** Variabilidad en plántulas de algunas especies de *Prosopis* (Fabaceae). En busca de descriptores morfológicos. *Multequina* 9:23-33.
- Burkart, A., 1976.** A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae) (Part 1 and 2). Catalogue of the recognized species of *Prosopis*. *Journal of the Arnold Arboretum*. 57:219-249 y 450-525.
- De Fina, A., 1976.** Datos agroclimáticos de la República Argentina. IDIA 337-342:57-186. Dirección de Recursos Forestales Nativos. 1992 Desarrollo Sustentable o Deforestación. Plan Forestal Argentino. 55 pp.
- FAO-PNUMA, 1997.** Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N°12. 347pp.
- Ferreira, L. I., 2000.** Estudio de la variabilidad y la diferenciación genética por medio de técnicas de Isoenzimas y RAPD en poblaciones naturales de especies e híbridos de Género *Prosopis* (Leguminosae). Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 200 pp.
- Grant, V., 1981.** Plant speciation. Columbia Univ.Press. New York.
- Gregorius, H. R., 1974.** Genetischer Abstand zwischen Populationen. I. Zur Konzeption der genetischen Abstandsmessung. *Silvae Genetica*.23:1-3.
- Hamrick, J. L., Godt, M.J. W. y Sherman-Broyles, S. L., 1991.** Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. Review Paper. *New Forest* 6:94-124. Kluwer Academic Publisher.
- Hunziker, J. H., Poggio, L., Naranjo, C. A. y Palacios, R. A., 1975.** Cytogenetics of some species and natural hybrids in *Prosopis* (Leguminosae). *Canadian Journal of Genetics and Cytology*. 17:253:262.
- Hunziker, J., Naranjo, C., Palacios, R. A. and Poggio, L. 1977.** Chromosomal cytology and hybridization. En: Simpson, B. Mesquite. Its biology in two desert ecosystems. US/IBP. Sweries 4 Ch. 3. Patterns of variation. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc.: 56-59.
- Hunziker, J. H., Saidman, B. O., Naranjo, C. A., Palacios, R. A., Poggio, L. y Burghardt, A. D. 1986.** Hybridization and genetic variation of Argentine species of *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoidae). *Forest Ecology and Management* 16:301-315.
- Joseau, M. J., Verga, A. R. y Díaz, M. del Pilar, 2004.** Los recursos genéticos de *Prosopis* en el corredor que une el Chaco árido con el semiárido entre las Provincias de Córdoba y Santiago del

Estero. Genética y Mejoramiento. Revista IDIA XXI:207-211. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. Forestales. INTA.

Joseau, M. J. y Castro Schule, F. F., 2005. Caracterización del género *Prosopis*. En: Conservación de recursos forestales nativos en Argentina. El Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Verzino, G. E. y M. J. Joseau (Eds). Córdoba, Argentina. VIII:81-88 pp.

Julio, N. B., 2000. Estudios alozímicos sobre variabilidad, estructura y diferenciación genética en *Prosopis chilensis* (Leguminosae, Mimosoideae) y especies relacionadas. Tesis de doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 153 pp.

Mantován, N. G., 2000 a. Variabilidad intraespecífica de los patrones fenológicos de *Prosopis flexuosa* en la provincia fitogeográfica del Monte. Reunión Nacional del Algarrobo. Mendoza, p.30.

Mantován, N. G., 2000 b. Diferenciación morfológica entre poblaciones de *Prosopis flexuosa* D.C. en la provincia fitogeográfica del Monte, Argentina. III Reunión Nacional de la Asociación Argentina de *Prosopis*. Mendoza. Argentina. 14-17 de Noviembre de 2000. p 38.

Montoya, S., Saidman, B. O., Vilardi, J. C. y Bessega, C., 1994. Diferenciación y flujo genético entre especies de la Sección *Algarobia*. Género *Prosopis* (Leguminosae). Actas del XXIV Congreso de la Sociedad Argentina de Genética. La Plata. 17.

Morillo, J., Crudeli, N. y Sarraceno, M., 1971. Los vinales de Formosa (Rep. Argentina). La colonizadora leñosa *Prosopis ruscifolia* Grís. Serie fitogeográfica 11. INTA.

Naranjo, C. A. y Enus Zeiger, S., 1983. Cromatografía de fenoles y morfología en especies e híbridos de *Prosopis* de la Pampa. XIX Jornadas Arg. de Botánica:32.

Naranjo, C. A., Poggio, L. y Enus Zeiger, S., 1984. Phenol chromatography, morphology and cytogenetics in three species and natural hybrids of *Prosopis* (Leguminosae, Mimosoideae). Pl. Syst. Evol., 144:257-276.

Palacios, R. A. y L. D. Bravo, 1981. Hibridación natural en *Prosopis* (Leguminosae) en la región chaqueña argentina. Evidencias morfológicas y cromatográficas. Darwiniana, 23:3-35

Saidman, B. O., 1985. Estudio de la variación alozímica en el género *Prosopis*. Tesis doctoral. Fac. Cs. Exactas y Nat., Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Saidman, B. O., 1986. Isoenzymatic studies of alcohol dehydrogenase and glutamate oxalacetate transaminase in four South American species of *Prosopis* and their natural hybrids. Silvae Genetica 35:3-10.

Saidman, B. O., 1988. La electroforesis de isoenzimas para la medición de la variabilidad genética en especies de *Prosopis*. In: *Prosopis* en Argentina. Documento preliminar elaborado para el I Taller Internacional sobre Recurso Genético y Conservación de Germoplasma en *Prosopis*. Fac. de Cs. Agropecuarias (U.N.C.)-FAO-PIRB. P 107-118.

Saidman, B. O., 1993. Las isoenzimas en el estudio de la variación genética y las afinidades entre especies de *Prosopis*. Bol. Genét. Inst. Fitotéc. Castelar 16:25-37.

Saidman, B. O. y Vilardi, J. C., 1987. Analysis of the genetic similarities among seven species of *Prosopis* (Leguminosae: Mimosoideae) Theoret. Appl. Genet. 75:109-116.

- Saidman, B. O. and Vilardi, J.C., 1993.** Genetic variability and germoplasm conservation in the genus *Prosopis*. In: Nursery technology of forest tree species of arid and semiarid regions (ed S. Puri), Winrock- Oxford & IBH Publishing Co. PVT. Ltd., New Delhi, Bombay, Calcuta, pp.187-198.
- Saidman, B. O., Montoya, S., Vilardi, J. C. and Poggio, L., 1997 a.** Genetic variability and ploidy level in species of *Prosopis*. Bol. Soc. Argent. Bot. 32:217-225.
- Saidman, B. O., Vilardi J. C., Montoya, S., Dieguez, M. J. and Hopp, H. E., 1998.** Molecular markers: a tool for the understanding of the relationships among species of *Prosopis* (*Leguminosae*, *Mimosoidae*). In: Tree Improvement: Applied Research and Technology Transfer (eds. S. PURI), Science Publishers Inc. U.S.A.21:311-324.
- Saidman, O. B., Bessega, C. F., Ferreira, L. I., Julio, N. and Vilardi, J. C. 2000.** The use of genetic markers to assess population structure and relationships among species of the genus *Prosopis* (*Leguminosae*). Bol. Soc. Argent. Bot. (3-4):315-324.
- Solbrig, O. T., Bawa, K., Carman, N. J., Hunziker, J. H., Naranjo, C. A., Palacios, R. A., Poggio, L. y Simpson, B. B. 1977.** Patterns of variation. Mesquite, Its Biology in Two Desert Ecosystems. pp44-60. (Ed.) B.B Simpson. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg. Pennsylvania, USA.
- Verga, A. R., 1995.** Genetic study of *Prosopis chilensis* y *Prosopis flexuosa* (*Mimosaceae*) in the dry Chaco of Argentina. Tesis Doctoral. Göttingen Research Notes in Forest Genetics. Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzensüchtung der Universität Göttingen.
- Verga, A. R., 2000 a.** Algarrobos como especies para forestación. una estrategia de mejoramiento. SAGPyA Forestal n° 16 :12-18. Septiembre 2000. 1° parte.
- Verga, A. R. 2000 b.** Algarrobos como especies para forestación. una estrategia de mejoramiento. SAGPyA Forestal n°17:2-9 Diciembre 2000. Primera parte.
- Verga, A., Carranza, C., Ledesma, M., Joseau, J., Córdoba, A., Montura, M., López Lauenstein, D., Recalde, D., Oriente, E., Tomalino, L., Mendoza, S. y Vega, R., 2003.** Biodiversidad y resguardo de los recursos genéticos: conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido Argentino. 2° Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. 6° Jorn Reg. IV Reunión de la Asoc. Argentina de Prosopis. San Cristobal. Sta Fe. Argentina. 8-10 de Oct. 2003. Volumen 1. Resúmenes. 66 p.
- Verga, A., Cony, M., Joseau, J., López, D. y Córdoba, A., 2004.** Estudio Genético preliminar en cuatro zonas de Algarrobo Dulce y Caldén. (*P. flexuosa* y *P. caldenia*) en Mendoza y San Luis. Sin publicar.
- Verga, A. and Gregorius, H. R., (Unpublish).** Genetic consistency of morphological differentiation in the *Prosopis chilensis*-*P. flexuosa* complex.

SCIENCE AND FOREST CONCESSIONS

Bastiaan Louman, Fernando Carrera¹, Javier Arce² and Lincoln Quevedo³

SUMMARY

Can forest concessions be a means to conserve natural state forests? Bolivia has 10 years of experience with forest concessions while Guatemala ventured into its first community concession in 1994. Peru is following these examples and Brazil is going in a similar direction. In spite of these promising initiatives, the processes of forest management in concessions still need to be consolidated.

The paper presents a preliminary analysis of the contribution of concessions to good forest management, discussing how these may contribute to improve enabling conditions on state forest land. Of the four conditions discussed (1) secure tenure over the forest resources, 2) control over the forest operations, 3) an adequate financial environment and 4) access to sufficient information) concessions may positively influence secure tenure, control over the forest operations and, to a lesser extent, secure financial environment. To improve availability of information, however, outside assistance has been necessary.

Bolivia has the longest history of forest management in concessions and currently has more than 8.5 million hectares of forest under management, 5.7 million of which are concessions and approximately 2 million have been FSC certified. In Guatemala 14 concessions exist that cover a total of 512,786 ha of forest while in Peru the process has started with 7.5 million hectares in 576 concessions.

Factors that influenced the different performance of concessions in Bolivia, Guatemala and Peru include the costs of forest management, slow and difficult administrative processes, unclear tenancy arrangements, the prices of timber, the quantity of illegally harvested timber on the market, policies that favor certain types of land use, technical assistance, financial incentives, the non-existence of a minimum level of confidence between the actors, and the existence of conflicts between the different interest groups. In most of these factors, Guatemala and Bolivia have shown considerable advances, while the process in Peru shows progress but still needs to consolidate the positive aspects of forest management in concessions. Forest certification has played an important role in consolidating responsible forest management in the concessions.

¹ Both authors are researchers at The Agricultural Center for Research and Higher Education (CATIE) in Costa Rica. blouman@catie.ac.cr, fcarrera@catie.ac.cr.

² MSc student CATIE. arcebaca@catie.ac.cr

³ Intendente Forestal Bolivia
lquevedo@scbbs@com.bo

In Guatemala and Bolivia, science and practice worked hand in hand and in Bolivia even a new forest research institute was established to support forest management. In these countries, direct involvement of scientist in the elaboration and validation of the political processes behind the forest concessions turned out to have been the key for the consolidation of the process. In Peru, however, still little is known about ecological sustainability, economic viability and social impacts of the concessions in their present form. Multidisciplinary, applied research is required to propose economically viable forest management activities and its enabling conditions, according to scale and intensity of operation, objective and experience of concession holder, distance to market, and socioeconomic context.

Keywords: Forest concessions, enabling conditions, adaptive forest management, research, forest certification.

LAS CONCESIONES FORESTALES Y LA CIENCIA

RESUMEN

¿Pueden las concesiones forestales ser un medio para conservar bosques naturales del Estado? Bolivia tiene 10 años de experiencia con concesiones forestales, Guatemala se ha aventurado en su primera concesión comunitaria en 1994, Perú está siguiendo estos ejemplos y Brasil avanza en similar dirección. Pese a estas prometedoras iniciativas, el proceso de manejo forestal en concesiones todavía debe ser consolidado.

En este trabajo es presentado un análisis preliminar sobre la contribución de las concesiones al apropiado manejo forestal, discutiéndose cómo estas pueden contribuir a generar condiciones más favorables en las tierras de bosques estatales. Se discute cuatro condiciones, relacionadas con tenencia segura de los recursos forestales, control sobre las operaciones forestales, ambiente financiero favorable y acceso a suficiente información. Las concesiones pueden incidir positivamente sobre tenencia, control de operaciones y, en menor medida, mejor ambiente financiero. Sin embargo, para el mejoramiento de la disponibilidad de información se ha hecho necesaria asistencia externa.

Bolivia tiene la más larga historia en manejo forestal en concesiones y actualmente tiene más de 8,5 millones de hectáreas de bosques bajo manejo, 5,7 de los cuales son concesiones y aproximadamente 2 millones han sido certificados por FSC. En Guatemala existen 14 concesiones, que cubren un total de 512.786 ha de bosques, en tanto que en Perú el proceso se ha iniciado con 7,5 millones de hectáreas en 576 concesiones.

Varios factores inciden en los resultados de las concesiones en Bolivia, Guatemala y Perú y entre estos se cuentan el costo del manejo forestal, procesos administrativos lentos y difíciles, arreglos de tenencia confusos, los precios de la madera, los volúmenes de madera ilegalmente explotada en los mercados, políticas que favorecen ciertos tipos de uso de la tierra, asistencia técnica, incentivos financieros, falta de un mínimo de confianza entre los actores y la existencia de conflictos entre diferentes grupos de interés. Guatemala y Bolivia han mostrado considerables avances, en tanto que el proceso en Perú muestra progresos, pero aún necesita consolidar los aspectos positivos del manejo forestal en concesiones. La certificación forestal ha jugado un papel importante en la consolidación del manejo forestal responsable en las concesiones.

En Guatemala y Bolivia, la ciencia y la práctica trabajan unidas y, en Bolivia, incluso fue creado un nuevo instituto de investigaciones forestales para apoyar el manejo forestal. En estos países, la participación directa de científicos en la elaboración y validación de los procesos políticos que respaldan las concesiones forestales se ha transformado en la clave para la consolidación de éstos. Sin embargo, en Perú, aún se sabe poco sobre sostenibilidad ecológica, viabilidad económica e impactos sociales de las concesiones en su forma presente. Es necesaria investigación aplicada multidisciplinaria para proponer actividades de manejo forestal económicamente viables y las condiciones para favorecerlas, de acuerdo con la escala e intensidad de las operaciones, objetivo y experiencia del concesionario, distancia a mercados y contexto socioeconómico.

INTRODUCTION

For many years, forest production and protection have been two fields of operation within the forestry sector with little overlap in its activities. The activities oriented towards production focused on plantations, while those oriented towards protection focused on the natural forests and other types of vegetation. While this has led to very successful forestry development in Chile, Northern Argentina and Brazil, with mixed results in the countries of Central America (Galloway *et al*, 2005) and resulted in large areas under legal protection, it did little to prevent the continuous forest degradation and deforestation in the natural broadleaf forests of the region. At the same time, the timber potential of the natural forests of Latin America, other than for traditional species such as *mahogany* and *cedar*, began to attract the attention of the international markets, largely due to limitations on logging and reduced availability of timber in South East Asia.

In the eighties attention was drawn to improved management of the natural forests. Several forest development and research projects showed that it was possible to harvest the natural forest without causing mayor degradation, as long as reduced impact logging was practiced within the framework of a well-defined silvicultural system that takes into account the potential recovery of the forest after harvest (e.g. Hendrison, 1990). To come to good forest management, however, more is necessary than mere technical knowledge. Poore (1989) mentions as additional enabling conditions: 1) secure tenure over the forest resources, 2) control over the forest operations, 3) an adequate financial environment and 4) access to sufficient information. At the time of his writing, no area in Latin-American ITTO-member countries was thought to be under management, with the exception of approximately 60,000 hectares in Trinidad.

Since then, several countries have adopted forestry concessions as a means to improve the enabling conditions and share responsibility for management and control with the private sector and communities. Of these, most notorious advancement has been made in Bolivia, Guatemala and Peru. Bolivia has the longest history of forest management in concessions and currently has more than 8.5 million hectares of forest under management, 5.7 million of which are concessions and approximately 2 million have been FSC certified (Galloway *et al*, 2005). In Guatemala, 14 concessions exist that cover a total of 512,786 ha while, during the recent process in Peru, 576 concessions were assigned to cover an area of over 7.5 million ha.

In this article, the authors examine the similarities and differences between the three countries and the role of science in the development of the concessions process. This discussion is based on their personal experiences within the three countries, and on published and unpublished documents related to mayor USAID funded projects in each country.

FORESTRY CONCESSIONS AS A MEANS TO IMPROVE THE ENABLING CONDITIONS ON STATE FOREST LAND

Secure Tenure

The first enabling condition mentioned by Poore (1989) is that of tenure security. Indeed, one of the principal problems in the conservation of natural forests seems to have been the fact that the forest is considered to be publicly owned and a free-access resource. Everybody felt free to extract the existing resources without investing in their replacement since the latter was task of the government. In addition, the same governments generally did not have the financial and human resources to exert any kind of control over the forest operations. In Latin America, assigning the use of these forest lands to private companies or communities through forest concessions, without allowing them to own the forests, may be an appropriate means to maintain the public goods and services, promote investments and share responsibility for the control over their conservation and use. This may, however, not be the case in other tropical countries, where landownership has different structures. In Asia, for example, in densely populated areas and most of the forest privately or customarily owned, forest concessions may create more conflicts of land use than that they might help solve. Particularly when forest concessionaries are not willing to follow the regulations set for their stewardship of the forests, while the state agencies in charge of monitoring and control are unable or unwilling to ensure legal compliance.

The experiences with concessions in Bolivia, Guatemala and Peru show that the potential benefits of systems of concessions have only partially been achieved so far. Does a forest concession improve tenure security? The case of Guatemala shows a clear positive relation: the communities strengthened their user rights over the forests, becoming recognized settlements within the Mayan Biosphere Reserve and thus were able to prevent new settlements from appearing. During that process, the state entity that administers protected areas (CONAP) became an ally in forest management, rather than a policing agency limiting access to forest resources. Several communities made considerable investments in forest management and timber transformation, and since the establishment of the concession areas, forest degradation and deforestation is less in the managed areas than in some of the neighboring national parks (Carrera *et al*, 2006).

In Bolivia and Peru the situation is not as clear cut as in Guatemala. At the time of the granting of concessions, in both countries existed recognized and unrecognized indigenous and farmers communities with their legal and customary land or forest use rights. Unfortunately, these have been poorly documented in some cases, while in many other cases documentation does not coincide with the situation in the field. As a result, many concession areas have been laid over areas with existing legal or customary rights. This happened particularly in Peru, where information on land and forest use rights was very much incomplete and out of date. More than one concessionaire was impeded entry to his concession because either he needed to access his concession via customary owned land or part of the concession overlapped with community claimed forest areas. It is interesting to see, however, how in some cases the granting of the concession rights worked as a catalyst for the identification and formal recognition of customary rights. This has particularly been the case for concessions that were seeking FSC certification of their management.

Control Over Forest Operations

The control over forest operations in El Petén, in Guatemala, improved considerably with the implementation of the community and industrial concessions, reducing forest fires, forest conversion and illegal logging. In addition, the requirement for FSC certification of forest management and technical support by Non Governmental Organizations (NGO), appear to have had a positive influence over control and conservation. This positive influence has also been identified in a study of 24 Forest Management units (FMU) in Costa Rica by Louman *et al* (2005).

In Bolivia and Peru a similar trend can be seen. In Peru one of the main objectives for the conversion of the previously assigned 1,000 ha harvesting areas to the current concession areas was to reduce the number of forest operations that need to be monitored. However, even now there are too many operations too scattered out over the Amazon area to be able to implement an effective monitoring of all the operations in the field. Some first attempts to monitor the implementation of annual plans showed that approximately 80% of concessions visited in Ucayali, the mayor timber production area of Peru, did not fully comply with the legal requirements. The concessions, however, at least made it possible to start monitoring operations. Under the previous scheme this was nearly impossible. Again, as in Guatemala and Costa Rica, also in Peru forest operations control improves when companies are seeking forest certification. Certification requires them to improve transparency of the operations, comply with all relevant legislation and monitor their operations in order to be able to learn from their own mistakes.

Adequate Financial Environment

In each of the three countries in discussion an USAID funded international cooperation project provided technical and financial assistance to selected holders of forest concessions. In Guatemala this was oriented towards communities, in Bolivia towards large companies, while in Peru it was initially oriented towards the "average" concession holder, and later to those that had shown greater motivation towards responsible forest management and forest certification. While these projects were able to solve the most immediate financial needs of the concession holders involved, only in Peru an attempt was made to increase access to financial resources in an institutional manner, and this attempt was not able to fulfill expectations of the donor, nor of the potential beneficiaries. On the one hand, loan pay offs were delayed while on the other, the beneficiaries felt that the amounts available did not meet their need to finance equipment and roads.

In general, the financial environment is not oriented towards solving the specific needs of forest management companies and communities. Risks of investment in forest management are conceived to be high, partially due to the passed informality and appalling repayment history of forestry enterprises, partially also to the unclear regulations pertaining to forest concessions. In addition, the nature of forest management operations requires relatively large initial investments while repayment of debt depends heavily on climatic conditions and the agility of timber buyers in paying for timber purchased. Unfortunately, either of these is unpredictable in the current local conditions, with rains often interrupting harvests and timber supply, and thus their payment, often delayed due to administrative requirements or poor

transport conditions. This has immediate effects on the possibilities for initial investments in forest management (such as an adequate transportation network and adequate harvesting equipment) as well as on the ability of the companies and communities to meet their obligations to the State (such as payment of harvesting rights). The assignment of concessions to forest companies and communities so far has not been able to change anything.

In Peru greater access to financial resources is being sought by incorporating forest concession agreements in the public registry and the State forest service is interested in means to use such concession rights as guarantees for loans. This requires the State to invest in the validation and approval of forest valuation methods as well as training of forest valuers.

Guatemala stands out, not only because it is the only country in tropical America with community concessions, but also because it has a relatively successful history of loans to these community enterprises, evaluating loan applications based on annual operating plans, sales contracts, legal status and financial monitoring of the operations (FAO, 2005).

To meet current financial needs, new concessionaries often seek advanced payment from buyers. This system is very deeply rooted in the forest sector of the Peruvian Amazon and while it has allowed some enterprises to capitalize and become more independent from outside financial resources, it also has created great debts and has forced several concessionaries to either resign from their concessions, sell company shares to their financiers or enter into very inequitable sales arrangements in order to meet their debts. Also in Guatemala such arrangements exist and usually lead to fixed prices for the timber and loss of opportunities to seek better prices (FAO, 2005).

At the start of the new legislation strengthening the concession process in Bolivia, the number of private companies with forest tenure rights dropped from 122 to 88, and the area decreased from 22 million hectares with long term harvesting contracts to 5.7 million hectares with 40 year concession rights. Of the remaining companies, the once that opted for certification were mainly companies with some degree of vertical integration (Darby, 1999). Others, both within and outside Bolivia, have entered into partnerships with the timber industry to achieve such integration. This has been a very interesting alternative, with concessionaries providing the raw material and industry the capital and equipment necessary for the transformation process. It allowed the concessionaries to capitalize, and thus increase their involvement in the entire production process. Examples of this have been seen in Guatemala (FAO, 2005) and in Peru by the authors of this article. Several industrial companies entered in such relations, because they considered the concession process a means to ensure their supply of raw material.

In Bolivia, concessionaries looked at certification as a mayor channel to be able to sell lesser known timber species on the international market, to be able to reduce their dependence on traditional species such as *Mahogany* and *Cedrela* spp and increase the per hectare value of their standing forest. Where such strategies were successful, for example with the sale of "white mahogany" (*Hura crepitans*) doors, the dependence of the companies on outside financial resources was considerably reduced. This strategy, however, requires considerable investments in marketing and, unless outside help is available, most small and intermediate sized companies will not be able to finance such marketing operations by themselves. In Peru, for example, the promotion of a lesser known species on the international market requires establishing the

most appropriate uses and right drying and processing procedures (Sybille, 2006), an effort that may cost at least US\$ 50,000 per species.

Access to Sufficient Information

In order for forest management to be successful, it needs to be based on the best available information. Concessions by itself do not contribute to additional information, but the processes initiated the generation of more detailed information. In Peru, for example, the national institute for natural resources (INRENA) performed regional forest inventories before assigning the concessions, and did extensive analysis of satellite images and available information on forest types, land use rights, etc. More importantly, though, is that the concession process, conceded long term use rights to the concessionaries (40 years in Peru and Bolivia, 25 years in Guatemala), and restricted access to other forest areas. Thus it made the forest companies realize that they no longer can cut and run, but that, in order to have a viable business in the long term, they need to make do with what they have. This means that they have to invest in management and in obtaining the information for that. Thus the serious concessionaries have started to look for means to generate such information.

Exploratory inventories, commercial inventories, diagnostic sampling, regeneration studies, permanent sample plots (PSP) and rapid biological assessments are some of the means to achieve information on the forest resources. Market, cost and production studies are ways to obtain financial information, while rapid rural diagnostics are one way to obtain information on the social context of concessions. Most of that information was not available at the time of granting the concessions, and most companies do not have the means or do not recognize the importance of gathering the information.

THE STATUS OF FOREST MANAGEMENT IN THE CONCESSIONS

Forest management is considered to be responsible if it meets internationally recognized standards that evaluate the ecological, social and economic dimensions of forest management as well as the balance between these dimensions. In Latin America, a number of standards have been developed, each with their own specific objective. The FAO promoted standards for monitoring the improvement of forest management at different scales (the Lepaterique process in Central America, Tarapoto in the Amazon region, the Montreal process in Argentina and Chile). CONAP in Guatemala developed a standard for the Maya Biosphere in El Petén to monitor compliance with the concession agreements and in Costa Rica the Ministry of the Environment and Energy developed a standard as a legal minimum standard for forest management operations (CNCF, 1999). All of these have and are contributing to the improvement of forest management in the region. Only one standard is applied and has received wide international recognition as a standard that measures the minimum level of forest management required to be considered responsible: the FSC standard for forest management certification. Both Bolivia and Peru have their respective national standards, based on the Principles and Criteria of FSC and endorsed by FSC. In Guatemala the accredited certifying bodies apply their own, FSC endorsed, regional standards.

Considering the FSC standard as recognition of responsible forest management, it appears that the status of forest management in the concessions is reasonable to good in at least two of the three countries discussed here: In Guatemala, 96% of the forest concession areas are currently certified and one concession has its certificate suspended (Carrera *et al*, 2005; FSC, 2006), while in Peru certification is just beginning to occur, with 0.3% of the concession areas certified (Galloway *et al*, 2005; FSC, 2006), probably reaching the 4% by the end of 2006. In Guatemala, Carrera *et al* (2006) found that the general level of forest management had improved in the three dimensions in comparison to the level of management before certification, although the community concessions still needed to improve in strategic planning, efficient administration and management and incorporation of non timber forest products in their management activities.

Why this difference between the countries? If concessions in general contribute to improve three out of the four enabling conditions, if in all three countries large projects have been funded to strengthen forest management in concessions, then why is a greater percentage of forest concessions certified in Guatemala than in Bolivia or Peru?

Based on an economic model developed by Hyde *et al* (1996), Louman and Stoian (2002) performed a preliminary analysis of the scope for sustainable forest management in the neotropics. They found that, besides the four enabling conditions mentioned by Poore (1989) other factors also affect the viability of forest management. These include the costs of forest management, particularly in distant forests, in countries with slow and difficult administrative processes and with unclear tenancy arrangements; the prices of timber, highly influenced by the quantity of illegally harvested timber on the market; and policies that favor certain types of land use. Louman *et al* (2005) also found that the presence of technical assistance contributed greatly to improved forest management, as well as the presence of financial incentives such as payment for environmental services after harvests, or financial benefits of certification. Finally, Carrera and Prins (2002) indicated that the concession process in Guatemala had a slow start, due to: lack of policies that favor forest management and use; the non-existence of a minimum level of confidence between the actors; deficiencies in technical guidelines and the capacity to implement them; the existence of excessive administrative procedures; and the existence of conflicts between the different interest groups of the Peten area.

Table 1 presents a summary of these factors and a qualitative assessment of the situation in the countries discussed. From the table it appears that in general, in Guatemala and Bolivia there exist an enabling environments for forest management in concessions, created by a joint effort between the different actors. In Peru, on the other hand, the concession process started only three years ago, and as a result, the conditions are still regular to poor, responsible forest management is rare, and the process is not likely to continue without additional support.

Table 1

QUALITATIVE ASSESSMENT OF ENABLING CONDITIONS FOR FOREST MANAGEMENT IN CONCESSIONS IN THE TREE COUNTRIES DISCUSSED IN THE ARTICLE, AT TIME OF WRITING (2006)

Enabling condition	Guatemala	Bolivia	Peru
Secure tenure	5	3	3
Control over forest operations (illegal logging)	4	3	2
Adequate financial environment	4	3	2
Access to information	4	4	2
Costs of forest management	3	3	2
Distance to forest	3	3	2
Prices of timber other than Mahogany for timber producer	3	3	1
Administrative procedures	3	3	2
Policies that favor RFM	4	4	3
Institutional capacity to administer the forest resources	4	4	1
Presence of technical assistance	5	4	3
Financial incentives to RFM	2	3	4
Confidence between actors	4	4	2
Existence of adequate technical guidelines	4	5	4
Conflicts of interests	4	3	2
Total	56	52	35
Average	3.7	3.5	2.3

RFM = responsible forest management

Assessment scale 1 (very poor), 2 (poor), 3 (regular), 4 (good), 5 (very good).

Table 1 refers specifically to factors that may influence forest management oriented towards the production of timber. In all three countries, non-timber forest products (NTFP) also have regional importance. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in the Madre de Dios Region of Peru and the North of Bolivia is the most important forest product after timber, while in El Petén in Guatemala, *Chamaedorea* palms and chicle (*Manilkara zapota*) contribute greatly to the income of the communities (Mollineda *et al*, 2001). In Bolivia and Peru the management of these NTFP still have not been fully incorporated in the industrial timber concessions, although in Peru legislation permits special management plans within timber concessions as well as separate brazil nut concessions of up to 1,000 ha each. In Bolivia Brazil nut is also managed separately. In Guatemala on the other hand, in the community concessions, efforts are made to integrate timber and NTFP management.

The community forest concessions also differ from the industrial concessions in that they require land use zone map that identifies the different land uses within the concession. To date, most technical assistance has focused on improvement of forest management for timber management, timber being the most voluminous product, extraction of which may cause greatest environmental and social impacts. However, if other land uses do not improve, population increase in the communities and the lack of control on the harvest of NTFP may reduce forest area and future availability of the NTFP. Recently, CONAP has recognized the importance of adequate management of the NTFP, ecotourism and agricultural and cattle breeding and has developed a 10 year strategy to strengthen the integration of all these land uses within the community concessions (CONAP, 2005).

Considering the FSC standard as recognition of responsible forest management, it appears that the status of forest management in the concessions is reasonable to good in at least two of the three countries discussed here: In Guatemala, 96% of the forest concession areas are currently certified and one concession has its certificate suspended (Carrera *et al*, 2005; FSC, 2006), while in Peru certification is just beginning to occur, with 0.3% of the concession areas certified (Galloway *et al*, 2005; FSC, 2006), probably reaching the 4% by the end of 2006. In Guatemala, Carrera *et al* (2006) found that the general level of forest management had improved in the three dimensions in comparison to the level of management before certification, although the community concessions still needed to improve in strategic planning, efficient administration and management and incorporation of non timber forest products in their management activities.

Why this difference between the countries? If concessions in general contribute to improve three out of the four enabling conditions, if in all three countries large projects have been funded to strengthen forest management in concessions, then why is a greater percentage of forest concessions certified in Guatemala than in Bolivia or Peru?

Based on an economic model developed by Hyde *et al* (1996), Louman and Stoian (2002) performed a preliminary analysis of the scope for sustainable forest management in the neotropics. They found that, besides the four enabling conditions mentioned by Poore (1989) other factors also affect the viability of forest management. These include the costs of forest management, particularly in distant forests, in countries with slow and difficult administrative processes and with unclear tenancy arrangements; the prices of timber, highly influenced by the quantity of illegally harvested timber on the market; and policies that favor certain types of land use. Louman *et al* (2005) also found that the presence of technical assistance contributed greatly to improved forest management, as well as the presence of financial incentives such as payment for environmental services after harvests, or financial benefits of certification. Finally, Carrera and Prins (2002) indicated that the concession process in Guatemala had a slow start, due to: lack of policies that favor forest management and use; the non-existence of a minimum level of confidence between the actors; deficiencies in technical guidelines and the capacity to implement them; the existence of excessive administrative procedures; and the existence of conflicts between the different interest groups of the Peten area.

Table 1 presents a summary of these factors and a qualitative assessment of the situation in the countries discussed. From the table it appears that in general, in Guatemala and Bolivia there exist an enabling environments for forest management in concessions, created by a joint effort between the different actors. In Peru, on the other hand, the concession process started only three years ago, as a result, the conditions are still regular to poor, responsible forest management is rare, and the process is not likely to continue without additional support.



Table 1

QUALITATIVE ASSESSMENT OF ENABLING CONDITIONS FOR FOREST MANAGEMENT IN CONCESSIONS IN THE TREE COUNTRIES DISCUSSED IN THE ARTICLE, AT TIME OF WRITING (2006)

Enabling condition	Guatemala	Bolivia	Peru
Secure tenure	5	3	3
Control over forest operations (illegal logging)	4	3	2
Adequate financial environment	4	3	2
Access to information	4	4	2
Costs of forest management	3	3	2
Distance to forest	3	3	2
Prices of timber other than Mahogany for timber producer	3	3	1
Administrative procedures	3	3	2
Policies that favor RFM	4	4	3
Institutional capacity to administer the forest resources	4	4	1
Presence of technical assistance	5	4	3
Financial incentives to RFM	2	3	4
Confidence between actors	4	4	2
Existence of adequate technical guidelines	4	5	4
Conflicts of interests	4	3	2
Total	56	52	35
Average	3.7	3.5	2.3

RFM = responsible forest management

Assessment scale 1 (very poor), 2 (poor), 3 (regular), 4 (good), 5 (very good).

Table 1 refers specifically to factors that may influence forest management oriented towards the production of timber. In all three countries, non-timber forest products (NTFP) also have regional importance. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in the Madre de Dios Region of Peru and the North of Bolivia is the most important forest product after timber, while in El Petén in Guatemala, *Chamaedorea* palms and chicle (*Manilkara zapota*) contribute greatly to the income of the communities (Mollineda *et al*, 2001). In Bolivia and Peru the management of these NTFP still have not been fully incorporated in the industrial timber concessions, although in Peru legislation permits special management plans within timber concessions as well as separate Brazil nut concessions of up to 1,000 ha each. In Bolivia Brazil nut is also managed separately. In Guatemala on the other hand, in the community concessions, efforts are made to integrate timber and NTFP management.

The community forest concessions also differ from the industrial concessions in that they require land use zone map that identifies the different land uses within the concession. To date, most technical assistance has focused on improvement of forest management for timber management, timber being the most voluminous product, extraction of which may cause greatest environmental and social impacts. However, if other land uses do not improve, population increase in the communities and the lack of control on the harvest of NTFP may reduce forest area and future availability of the NTFP. Recently, CONAP has recognized the importance of adequate management of the NTFP, ecotourism and agricultural and cattle breeding and has developed a 10 year strategy to strengthen the integration of all these land uses within the community concessions (CONAP, 2005).

THE CONTRIBUTION OF SCIENCE TO THE PERFORMANCE OF FOREST CONCESSIONS

El Petén, Guatemala

In their article prepared for the IUFRO workshop "building bridges between forest science and policies" held in CATIE in 2001, Carrera and Prins analyse the contribution of science to the development of the concession process in Guatemala (Carrera and Prins, 2002). Possibly the greatest contribution of scientists in El Petén was their continuous presence in the process prior to the assignment of the first concession in 1994. During that period they provided a wealth of information on the forest resources, helped to validate forest management methods, and were able to show that responsible forest management technically was possible and economically can be feasible. Scientists continued to support the first concession, continuously validating the application of different techniques and they participated in the elaboration of technical guidelines for the concession process and for forest management.

Particularly this direct involvement of scientist in the elaboration and validation of the political processes behind the forest concessions turned out to have been the key for the consolidation of the process. Together they defined the topics and type of research needed to strengthen the process. During the elaboration of the studies frequent consultation between scientists and policy makers took place, resulting in research products that were directly taken up by the governing body CONAP as official guidelines for forest management and administration of the multiple-use zone of the biosphere. Examples of this are: guidelines for planning of forest inventories, a manual for the implementation of environmental impact studies, a manual for the implementation of reduced impact logging techniques, etc. The fact that the first concession was used as a demonstration area was crucial in showing the usefulness of the studies.

With the expansion of the concession process to the other communities in the area, new research themes were identified, such as: criteria and indicators to monitor forest management; the use and marketing of additional timber species; and the management of non timber forest products as integral part of the concession areas (Carrera and Prins, 2002).

One of the mayor lessons learned during the initial phases of the concession process in Guatemala was the need to find a balance between scientific rigor and the flexibility that allowed adoption of the research results. In the words of the authors: "*projects should be learning projects and implement an adaptive management system to do so*" (Carrera and Prins, 2002 p 40).

Bolivia

In Bolivia the BOLFOP I project was the mayor motor behind the efforts to come to responsible forest management (Darby, 1999). During the nineties, they supported the elaboration and implementation of the new forest legislation (1996), assisted companies through training of their personnel in forest management activities, and supported the sector by a large number of studies into the ecology of the forest, its commercially most important tree species and its fauna.

The project also supported the development of the national standard for FSC certification and the creation of the FSC national initiative, validating the standard by which forest management in Bolivia should be measured. Concessionaries considered the standard as a good means to "bolivianize" the FSC certification system and make it more acceptable to them. The role of scientists in this forum for discussion on the criteria of sustainability was basic to the acceptance of the standard, and also influenced the development of the national forest regulation. Because of their research they were able to bring to the table strong arguments for or against certain norms. Since these scientists were also considered to be neutral (i.e. not to personally benefit from one or other norm) their arguments often facilitated discussions and helped achieve consensus. Through their participation in the standard working group, the final standard can be seen as the application of scientific knowledge (Darby, 1999).

Scientists also contributed to the knowledge on the probability of sustainability of natural forest management in Bolivia. Some of these studies were relatively critical of responsible forest management (RFM), arguing that costs of silvicultural treatments and opportunity costs of leaving harvestable trees in the forest to ensure future regeneration are too high to make RFM an attractive land use option (e.g. Howard *et al*, 1996; Reid and Rice, 1997).

CIFOR also played a role in the forestry sector in Bolivia, although its role was more direct at other forms of access to the forest use rights, such as the Local Social Associations (Asociación Social del Lugar, ASL), and at analyzing the impacts of decentralisation of the forest sector (e.g. Pacheco, 2006). Although these studies indicate the strengths and weaknesses of the decentralization process in Bolivia, they are still too new to be able to tell what their effects have been on the forest sector in Bolivia.

The program for forest management in the Bolivian Amazon (programa para el manejo de los bosques de la Amazonia Boliviana, PROMAB) also contributed with research on forest and species ecology, as well as with information on social issues (PROMAB, 2006). Its location in Riberalta, its orientation towards small and medium sized forest producers, and the publication of most of their research results in English rather than Spanish may be reasons for their relatively little impact on the forest sector in Bolivia.

Currently, the Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF, Bolivian Institute of Forest Research) addresses a number of issues in support of forest management. They evolved from the BOLFOR I project and now maintain as their main lines of research: forest ecology and management, biodiversity monitoring in managed areas and fire ecology (IBIF, 2006).

Peru

In Peru, science played a much less prominent role in the design and implementation of the forest concession process. The legislation was based on the Bolivian experience, and once it was decided to implement the law, the scale of its implementation and the changes needed to shift from the previous system to the concession system were so great, and required so much negotiation skills, that very little time was available to analyze the needs of the system under the particular Peruvian conditions, and even less so, in the environmentally and socially different regions. A lot of the results of previous research in Peru, done in the eighties and nineties, were not readily available and little appreciated, possibly due to the local character of

the research. On the other hand, CIFOR was contacted to propose the technical guidelines for management and harvesting of the concessions. The resulting documentation (Sabogal *et al*, 2004; INRENA, 2004 and INRENA/CIFOR/FONDEBOSQUE, 2004) was largely based on experiences and scientific studies in other countries of Latin America, but not completely understood nor internalized by technical professionals from INRENA, nor by independent advisors of concessionaires.

Since the process initiated, however, several studies have been started with support of USAID, WWF and the companies: Over 70 PSP have been established with the objective to get a better understanding of the forest dynamics in the different forest types of Peru (personal observations); studies were done to establish the best procedures to process lesser known timber species (Sybille, 2006), cost studies were done (Victor Gonzalez, pers. comm.), CIFOR coordinated an interinstitutional effort to compile the results of previous silvicultural research (Nalvarte *et al*, 2004) and works on recommendations for a monitoring system.

CONCLUSIONS

Responsible forest management appears to be feasible in Latin América but for that certain enabling conditions would need to exist. Forest concessions may facilitate the establishment of such conditions, above all in terms of security of tenure, control over forest operations and access to finance, but by themselves are not sufficient to do so.

Forest certification has played an important role in the discussion and identification of factors that inhibit or promote forest management and helped the concessionaires and assisting organizations to focus their efforts on resolving the most urgent problems. In combination with adequate legislation it helps promote sustainable forest management in all three countries discussed.

Scientists have played a pivotal role in identifying enabling conditions and ways to resolve them. They also functioned as facilitators in the discussion on what should be the minimum standard for forest management, legal or for certification. Through the provision of methods for and the implementation of monitoring activities as well as the analysis of monitoring results, they continue to contribute to improvements in forest management and the concession processes.

Although scientists have contributed and continue to contribute to forest management in concessions, there does not seem to be a structural relationship between scientists and forest management operations or forest administrations. Investigations often are the result of particular personal interest rather than a structured analysis of the needs of the forest managers and administrators. In the three countries discussed, only Bolivia has a forest research institute that may on a regular basis provide responses to current problems.

REFERENCES

- Carrera, F., Stoian, D., Campos, J.J., Morales, J. & Pinelo, G. 2006. Forest Certification in Guatemala. In: Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. and Newsom, D. (eds.) *Confronting Sustainability: Forest Certification in Developing and Transitioning Countries*. Yale School of Forestry and Environmental Studies Press, New Haven, CT. pp 363-406.
- Carrera, F., Prins, K., 2002. Desarrollo de la Política en Concesiones Forestales Comunitarias en Petén, Guatemala: El aporte de la investigación y experiencia sistematizada del CATIE. *Revista Forestal Centroamericana* no 37: 33-40.
- CONAP (Consejo Nacional de Areas Protegidas), 2005. Estrategia para operativizar la "política marco de concesiones de manejo integral de recursos naturales en áreas protegidas de Petén" en la zona de usos múltiples de la reserva de la Biosfera Maya (2005-2014). CONAP, Ciudad de Guatemala. 61 p.
- CNCF (Comisión Nacional de Certificación Forestal), 1999. Estándares y procedimientos para el manejo sostenible y la certificación forestal en Costa Rica.
- Darby, J., 1999. La certificación y el manejo forestal sostenible en Bolivia. Documento técnico 79/1999, Chemonics Internacional, proyecto manejo forestal sostenible BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia. 44 p.
- FAO, 2005. Microfinance and forest-based small-scale enterprises. FAO Forestry Paper 146, Rome, 90 p.
- FSC. 2006. FSC certified forests. 21 June 2006. (on line). http://www.fsc.org/keepout/en/content_areas/92/1/files/ABU_REP_70_2006_06_21_FSC_certified_forests.pdf (consulted 6th September 2006).
- Galloway, G., Kengen, S., Louman, B., Stoian, D., Carrera, F., Gonzalez, L., and Trevin, J., 2005. Chapter 15: Changing paradigms in the Forestry Sector of Latin America. In: Mery, G., Alfaro, R., Kanninen, M., Lobovikov, M., (eds) 2005. *Forests in the Global Balance – Changing Paradigms*, IUFRO World Series vol 17. Helsinki. Pp 243-264
- Henderson, J. 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forests in Suriname. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 204 p.
- Howard, A., Rice, R., and Gullison, R. 1996. Simulated financial returns and selected environmental impacts from four alternative silvicultural prescriptions applied in the neotropics: a case study of the Chimanes Forest, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 89: 43-57.
- Hyde, W., Amacher, G., Magrath, W., 1996. Deforestation and forest land use: theory, evidence and policy implications. *World Bank Research Observer* 11 (2): 223-248.
- IBIF (Instituto Boliviano de Investigación Forestal), 2006. (on line) Investigación. <http://www.ibifbolivia.org.bo/ESP/investigacion/investigacion.htm> consulted 7th of September 2006.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales) 2004. Planes de manejo en concesiones forestales con fines maderables. Lineamientos para su elaboración y formatos de presentación. Resolución Jefatural 109_2003, INRENA. Lima, Peru.
- INRENA/CIFOR (Centre for International Forest Research)/FONDEBOSQUE, 2004. Manual práctico para operadores forestales. Proyecto INRENA-CIFOR-FONDEBOSQUE, Lima, Perú. 75 p.
- Louman, B., Stoian, D., 2002. Manejo forestal sostenible en América Latina: económicamente viable o

utopia? En: CONFLAT (ed) memorias del II Congreso Forestal latinoamericano "Bienes y servicios del bosque, fuente de desarrollo sostenible" realizada en la Ciudad de Guatemala, Guatemala, del 1 al 3 de agosto de 2002, pp 396-411.

Louman, B., Garay, M., Yalle, S., Campos, J. J., Locatelli, B., Villalobos, R., López, G., Carrera, F., 2005. Efectos del pago por servicios ambientales y la certificación forestal en el desempeño ambiental y socioeconómico del manejo de bosques naturales en Costa Rica. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales. Publicación no. 30. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico NO. 338. 31 p.

Mollineda, Ana del Carmen, Campos, J. J., Kanninen, M., Gómez, M., 2001. Beneficios sociales y económicos del bosque en la reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Revista Forestal Centroamericana 34: 57-60.

Nalvarte, W., Sabogal, C., Galván, O., Marmillod, D., Angulo, W., Córdoba, N., Colán, V., 2004. Silvicultura en la amazonia peruana, diagnóstico de experiencias en la región de Ucayali y la provincia de Puerto Inca. CIFOR, Pucallpa, Peru. 105 p.

Pacheco, P., 2006. Descentralización forestal en Bolivia. Implicaciones en el gobierno de los recursos forestales y el bien estar de los grupos marginados. CIFOR/CIID, La Paz Bolivia. 71 p.

Poore, D., 1989. Conclusions. In: Poore, D., Burgess, P., Palmer, J., Rietbergen, S., Synnott, T. (eds). No timber without trees: sustainability in the tropical forest. London, earthscan. 11 p.

PROMAB (Programa para el Manejo de los Bosques de la Amazonia Boliviana), 2006. Programa para el manejo de los bosques de la Amazonia boliviana (on line). http://www.promab.org/index_eng.html consulted 7th of September 2006.

Reid, J and Rice, R. 1997. Assessing Natural Forest Management as a Tool for Tropical Forest Conservation. *Ambio* 26(6): 382-386.

Sabogal, C., Carrera, F., Colán, V., Pokorny, B., Louman, B., 2004. Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonía Peruana. Proyecto INRENA-CIFOR-FONDEBOSQUE, Lima, Peru. 279 p.

Sybillé, A. M., 2006. Guía de Procesamiento Industrial para la Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas – LKS. WWF programa de oficina Perú, Lima.

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE MUDAS DE *Eucalyptus* spp. SOB ESTRESSE SALINO

Andréa V. R. Mendonça¹, José Geraldo de A. Carneiro², Deborah G. Barroso²,
Kelly R. Lamônica³, Patrícia Ribeiro⁴

RESUMO

Estudar o comportamento de mudas de *Eucalyptus* submetidas a estresse salino é fundamental para garantir o sucesso dos plantios em áreas afetadas por sais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre características biométricas da parte aérea e sistema radicular de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos de capacidade para 11,5 L, contendo areia irrigada com solução nutritiva. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro espécies e cinco níveis de salinidade (1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS m⁻¹) com cinco repetições.

A concentração de NaCl até a condutividade elétrica de 8,33 dS m⁻¹, não comprometeu o desenvolvimento inicial de mudas de *E. tereticornis*. O crescimento das mudas de *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta* foi reduzido em resposta ao aumento do nível de salinidade.

Palavras-chave: NaCl, sistema radicular, condutividade elétrica, solução nutritiva.

¹Eng. Florestal Dra. Produção Vegetal. UENF, Av. Alberto Lamego, 2000, 28015-620 – Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil: avrmendonca@hotmail.com

²Prof. Silvicultura LFIT/CCTA/UENF: carneiro@uenf.br; deborah@uenf.br

³Eng. Agr. Pós-graduada em Produção Vegetal: krlamonica@bol.com.br

⁴Estudante de Biologia, Universo: patricia_uenfbio@yahoo.com.br

BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF *Eucalyptus* spp. SEEDLINGS IN SALINITY STRESS

SUMMARY

To study the behavior of *Eucalyptus* seedlings submitted to salinity stress is important to assure the success of plantings in salinities areas. The objective of this work was to evaluate the effect of NaCl concentrations increasing on biometric characteristics of the stem and root system Eucalipts seedlings.

The experiment was carried out in a greenhouse using pots with 11.5 L of sand irrigated with in nutrient solution. The experimental was a completely randomized and factorial design with four species (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* and *E. robusta*) and increasing NaCl levels (1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS m⁻¹), with five replications.

The NaCl concentration up to 8,33 dS m⁻¹ electric conductivity did not promote harm to the initial growth of the *E. tereticornis* seedlings. However growth of the *E. camaldulensis*, *E. pellita* and *E. robusta* seedlings showed lower values in response to increasing salinity level.

Key words: NaCl, root system, eletric conductivity, nutrient solution.

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE PLANTAS DE *Eucalyptus* spp. BAJO ESTRÉS SALINO

RESUMEN

El estudio del comportamiento de plantas de *Eucalyptus* sometidas a estrés salino es importante para asegurar de plantaciones con estas especies en áreas salinas. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de concentraciones crecientes de NaCl en las características biométricas del tronco y el sistema radicular de plantas de eucaliptos.

El experimento fue desarrollado en invernadero, empleando potes de 11,5 L con arena regada con una solución nutritiva. El diseño experimental fue factorial completamente aleatorizado con cuatro especies (*Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* y *E. robusta*), niveles crecientes de NaCl (1,41; 2,5; 4,5; 6,45 y 8,33 dS m⁻¹) y 5 repeticiones.

Las concentraciones de NaCl, hasta 8,33 dS m⁻¹ de conductividad eléctrica, no comprometieron el desarrollo inicial de *E. tereticornis*. Sin embargo, el crecimiento de las plantas de *E. camaldulensis*, *E. pellita* y *E. robusta*, registró valores menores en respuesta a crecientes niveles de salinidad.

Palabras claves: NaCl, salinidad, crecimiento, eucaliptos.

INTRODUÇÃO

Para a utilização de solos com excesso de sais, visando produção agrícola ou florestal, é necessária a aplicação de práticas de correção que podem consistir na lixiviação de sais e/ou na aplicação de corretivos químicos. Tais práticas envolvem alto custo e não resolvem, efetivamente, o problema. Outras alternativas baseiam-se na utilização de espécies tolerantes à salinidade, tanto para reabilitação do solo como para produção (SU *et al.*, 2005; Mishra *et al.*, 2003; Garg, 1998; Singh *et al.*, 1998; Garg, 1999). Desta maneira, conhecer como mudas de diferentes espécies potenciais respondem à salinidade nas distintas fases de crescimento é importante para garantir o sucesso dos plantios em áreas afetadas por sais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do aumento da concentração de NaCl no desempenho inicial de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a novembro de 2004, em casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes (RJ-Brasil), cujo clima, pela classificação de Köppen, é tropical chuvoso (AW).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5, sendo quatro espécies (*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*) e cinco níveis de condutividade elétrica (1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS m⁻¹), com cinco repetições constituídas por uma muda.

As mudas foram produzidas por três meses e transferidas para vasos com capacidade para 11,5 L, preenchidos com areia lavada. Os vasos foram irrigados com solução nutritiva (Bolles Jones, 1954). Na solução nutritiva foi adicionado NaCl, em diferentes quantidades para obtenção de diferentes níveis de salinidade (Tabela N° 1).

Tabela N° 1

VOLUME DE NaCl (2M) NECESSÁRIO PARA PROMOVER OS DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE PROPOSTOS

Grau de Salinidade (dS.m ⁻¹)	ml de NaCl (2 M) por L de solução
1,41	0
2,50	5
4,50	15
6,45	25
8,33	35

Na ocasião do plantio e aos 75 dias após o transplante foi mensurado diâmetro do colo (D) e a altura (H). Determinou-se a diferença de altura (H) e diâmetro do colo (D) das mudas nas medições realizadas no dia do transplante e após 75 dias.

Na continuidade das operações, as mudas foram separadas em parte aérea e raízes.

A parte aérea foi separada em folhas e caules e acondicionadas em sacos de papel. As raízes foram lavadas e classificadas em raiz pivotante + raiz de primeira ordem e raízes a partir da segunda ordem. A massa seca da parte aérea e raiz foi obtida por secagem em estufa a 72°C, por 48 horas.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($\alpha = 0,05$) e ao teste Tukey ao mesmo nível de probabilidade (tratamentos de natureza qualitativa) e regressão seqüencial (tratamentos de natureza quantitativa).

RESULTADOS

O aumento da concentração de NaCl não influenciou o crescimento em altura (Figura Nº 1) e em diâmetro (Figura Nº 2) das mudas de *E. tereticornis*, mas afetou o desenvolvimento das mudas das demais espécies.

O aumento da concentração de NaCl não afetou o peso de matéria seca de raízes finas do *E. tereticornis* e do *E. pellita*, mas alterou esta característica para as demais espécies, segundo comportamento apresentado na Figura Nº 3.

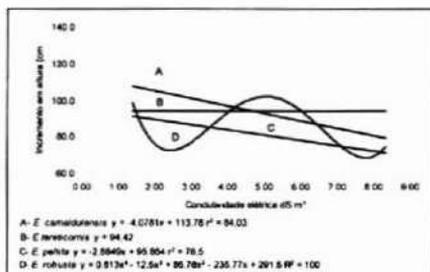


Figura Nº 1
INCREMENTO EM ALTURA DAS MUDAS DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APOS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO

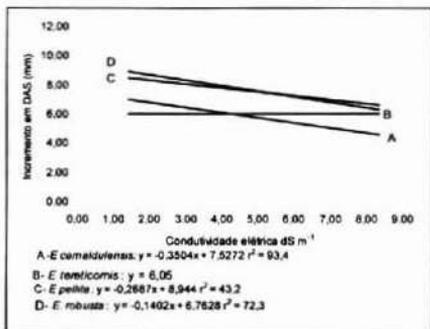


Figura Nº 2
INCREMENTO EM DIÂMETRO DO COLO (DAS) DAS MUDAS DAS ESPÉCIES DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APÓS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SUBSTRATO

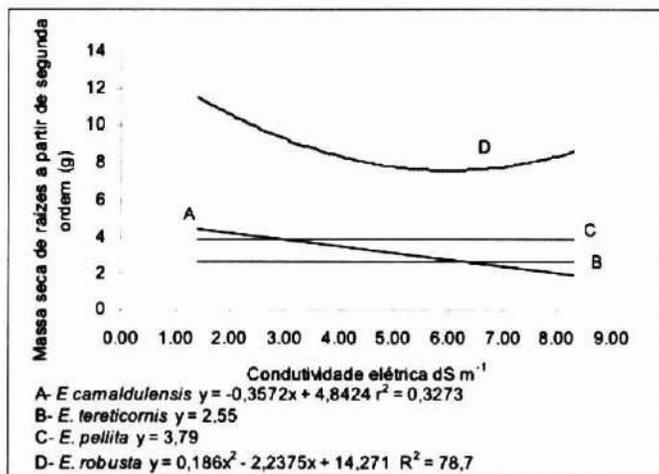


Figura Nº 3

MASSA SECA DE RAÍZES A PARTIR DA SEGUNDA ORDEM DAS MUDAS DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APÓS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SUBSTRATO (CV% = 47,9)

As quatro espécies estudadas não diferiram com relação à massa seca da raiz pivotante+raízes de primeira ordem. Foi detectada uma relação linear simples negativa em resposta ao aumento da condutividade elétrica (Figura Nº 4).

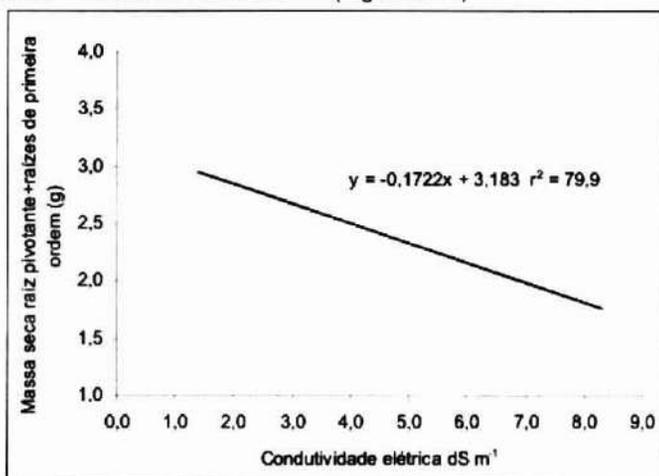


Figura Nº 4

MASSA SECA DE RAIZ PIVOTANTE E DE PRIMEIRA ORDEM DE MUDAS DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APÓS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SUBSTRATO (CV% = 32,52)

Para as mudas de *E. tereticornis* a massa seca da parte aérea não foi afetada pela salinidade enquanto que para as demais espécies a salinização causou alterações (Figura Nº 5).

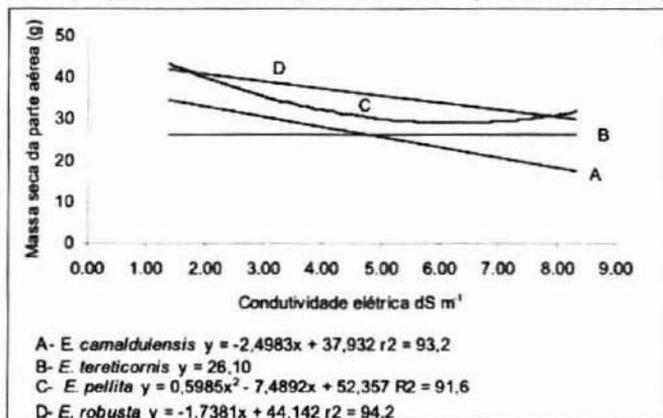


Figura Nº 5

MASSA SECA DA PARTE AÉREA (FOLHA + CAULE) DAS MUDAS DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APÓS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SUBSTRATO (CV% = 20,2)

O aumento do grau de salinidade influenciou a razão PSA/PSR apenas para as mudas de *E. pellita*, segundo uma relação linear de terceiro grau (Figura Nº 6).

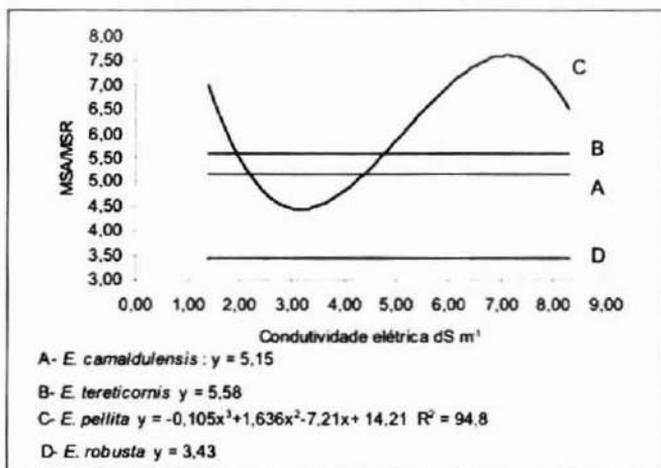


Figura Nº 6

RAZÃO ENTRE MASSA SECA DA PARTE AÉREA E RAIZ (MSA/MSR) DE MUDAS DE EUCALIPTO, AOS 75 DIAS APÓS TRANSPLANTIO, EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CV%=26,66).

CONCLUSÕES

A concentração de NaCl até a condutividade elétrica de $8,33 \text{ dS m}^{-1}$ não comprometeu o desenvolvimento inicial de mudas de *E. tereticornis*.

O crescimento das mudas de *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta* foi reduzido em resposta ao aumento do nível de salinidade.

REFERÊNCIAS

Bolles Jones, E. W., 1954. Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. Journal of Rubber Research, Institute of Malaysia, v.14, p.183.

Garg, V. K., 1998. Interaction of tree crop with sodic soil environment: Potential for rehabilitation of degraded environments. Land Degradation & Development, v.9, n.1, p. 81-93.

Garg, V. K., 1999. Leguminous trees for rehabilitation of sodic wasteland in northern India. Restoration Ecology, v. 7, n.3, p. 281-287.

Mishra, A., Sharma, S. D. and Khan, G. H., 2003. Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3, 6 and 9 yrs old plantations of *Eucalyptus tereticornis*: Biorejuvenation of sodic soil. Forest Ecology and Management, v.184, n. 1-3, p. 115-124.

Singh, G.; Singh, T.; Bhojvaid, P. P., 1998. Amelioration of sodic soils by tree for wheat and oat production. Land Degradation & Development, v.9. n. 5, p. 453-462.

Su, N., Bethune, M., Mann, L. and Heuperman, A., 2005. Simulating water and salt movement in tile drained fields irrigated with saline water under a Serial Biological Concentration Management Scenario. Agricultural Water Management, v. 78, n. 3, p. 165-180.

Megarhyssa praezellens, PARASITOIDE DE LA AVISPA DE LA MADERA *Tremex fuscicornis*, EN CHILE

Patricio Parra S. y Marlene González G.¹

RESUMEN

Tremex fuscicornis Fabr. (Hymenoptera, Siricidae), "avispa de la madera", originaria de Europa y Asia, fue detectada durante el año 2000 en la región central de Chile. Su daño, perforación de la madera e infección con hongos de pudrición blanca, se ha observado sobre *Populus*, *Salix*, *Juglans* y *Robinia*, sin embargo, de acuerdo a antecedentes bibliográficos, esta especie podría afectar a otras latifoliadas, incluso frutales y ornamentales. Ese mismo año fue declarada Plaga de Control Obligatorio y por ello se introdujo al país una avispa, que parasita dentro de la madera las larvas de últimos estadios, llamada *Megarhyssa praezellens* Tosquinet (Hymenoptera, Ichneumonidae).

La determinación del ciclo de vida de *M. praezellens* en Chile permitió conocer su periodo de vuelo y antecedentes biológicos básicos para su multiplicación y liberación. Para realizar esta actividad se utilizó el sistema de árboles enmallados y muestreo destructivo de trozas infestadas (para registrar la presencia de los estados inmaduros), con conteo de adultos emergidos cada 15 días, durante 12 meses.

En relación a los resultados obtenidos con este parasitoide en Chile, se determinó en árboles enmallados que el nivel de parasitismo en terreno es cercano al 30%. Sin embargo, su velocidad de dispersión en forma natural es bastante reducida, lo que fue posible de observar durante la prospección realizada a nivel nacional. Por esta razón, se decidió implementar un programa de crianza y liberación de *M. praezellens* en los focos activos de *T. fuscicornis* en las Regiones de Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana.

La crianza del parasitoide consistió en coleccionar trozas infestadas con larvas parasitadas de *T. fuscicornis*, las que se introdujeron en tambores (de 1,2 m de alto y 80 cm de diámetro, con el interior de color blanco y enmallados en la parte superior) que fueron instalados en el laboratorio de INFOR o fueron llevados a una jaula especialmente acondicionada con malla metálica para impedir el escape de insectos, instalada en el Parque Metropolitano de Santiago. Para la alimentación de los adultos que emergían se mantuvo y renovó en forma permanente una solución de miel al 20% y agua destilada. Bajo este sistema de crianza del parasitoide se obtuvo niveles de parasitismo superiores, siendo de 60,2 % en aquellas trozas provenientes de Noviciado, Región Metropolitana, y 50,0 % en Rinconada, Los Andes. Hasta ahora, se ha realizado la liberación de 401 hembras y 222 machos de *M. praezellens* bajo condiciones controladas en focos activos de la plaga.

¹Instituto Forestal de Chile, INFOR. pparra@infor.gob.cl; magonzal@infor.gob.cl

Los resultados de esta actividad pueden ser percibidos en terreno, ya que en evaluaciones posteriores ha sido posible observar hembras de *M. praezellens* en vuelo y parasitando larvas de *T. fuscicornis* en regiones donde se ha realizado las últimas liberaciones y donde el parasitoide no había logrado establecerse en forma natural.

Palabras clave: Entomología, Hymenoptera, *Tremex fuscicornis*, *Megarhyssa praezellens*, control biológico.

***Megarhyssa praezellens*, PARASITE TO THE TIMBER WASP *Tremex fuscicornis*, IN CHILE**

SUMMARY

Tremex fuscicornis Fabr. (Hymenoptera, Siricidae) is an introduced timber wasp native to Europe and Asia; it was detected first in 2000 in the central area of Chile. Its damage, tunneling the timber and infestation of a fungus causing timber decay, has been observed on *Populus*, *Salix*, *Juglans* and *Robinia*, nevertheless, according to bibliographical references, this wasp could affect other broadleaves, like fruit trees and other ornamental species. That same year was declared Pest Regulated and also was introduced in Chile a wasp that infested larvae throughout the timber of last stages of *T. fuscicornis*, called *Megarhyssa praezellens* Tosquinet (Hymenoptera, Ichneumonidae).

The determination of the life cycle of *M. praezellens* in Chile, allowed knowing its flight period and basic biological antecedents for its multiplication and liberation. For this activity it was used the system of trees covered with metallic mesh and destructive sampling of infested log (to register the presence of the immature stages), registering number of adults emerged every 15 days, during 12 months.

The level of parasitism observed with this parasitic wasp in Chile is near 30%, nevertheless, its speed of natural dispersion is reduced. Therefore, it was decided to implement a breeding and liberation program of *M. praezellens*, in distribution areas of *T. fuscicornis* in the Valparaíso, O'Higgins and Metropolitana Regions of Chile.

The breeding of the parasitic wasp consisted of collecting attacked logs by larvae of *T. fuscicornis*, those were placed in drums (1,2 m of height and 80 cm of diameter, white color inside and covered with a metallic mesh) installed in the laboratory of INFOR and in a cage specially equipped with metallic mesh to prevent the escape of insects, installed in Parque Metropolitano de Santiago. The food for the emerged adults served and was renewed permanently a 20% solution of honey and distilled water. Under this breeding system of *M. praezellens*, the levels of parasitism obtained were superior (60,2% in logs of Metropolitana Region and 50,0% in the Valparaíso Region's logs). For the time being, 401 females and 222 males of *M. praezellens* have been set free under controlled conditions in attack spots of *T. fuscicornis*.

The results of this activity can be seen in the field, and it is possible to observe females of *M. praezellens* on wings or infesting larvae of *T. fuscicornis* in areas where the last setting free have been made and where the parasitic wasp did not occurs naturally.

Key words: Entomology, Hymenoptera, *Tremex fuscicornis*, *Megarhyssa praezellens*, biological control.

INTRODUCCIÓN

Tremex fuscicornis Fabr. (Hymenoptera: Siricidae) es un insecto originario de Europa y Asia. Fue detectado durante el año 2000 en la Región Metropolitana de Chile y, por el avance del daño, se presume que su ingreso se produjo 2 a 3 temporadas antes de dicha fecha.

En Chile, su daño se ha observado sobre árboles de álamo (*Populus*), sauce (*Salix*), nogales (*Juglans*) y acacio falso (*Robinia*). Sin embargo, existen antecedentes bibliográficos que indican que esta plaga podría afectar a un gran número de latifoliadas; de allí su alta importancia económica, ya que entre sus hospederos más probables se encuentran otras especies frutales como perales (*Pyrus*) y manzanos (*Malus*), además de algunas Fagáceas. A esta última familia pertenecen los *Nothofagus* del bosque nativo chileno (roble, coigüe, raulí, lenga, etc.), y aún cuando no se ha detectado ataque de *T. fuscicornis* sobre alguna especie nativa, estas podrían llegar a convertirse en sus hospederos.

Esta plaga fue declarada de control obligatorio el año 2001, mismo año que el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) introdujo al país el parasitoide *Megarhyssa praezellens* Tosquinet (Hymenoptera: Ichneumonidae) originario de Europa Oriental y Asia (China, Taiwán, Korea, Laos, Rusia y Vietnam). Este controlador biológico parasita larvas de últimos estadios y pupas de *T. fuscicornis* y fue introducido en la Región Metropolitana (Sector Noviciado, Lampa) a objeto de reducir el daño actual sobre álamos, de manera de mantener la plaga en un nivel poblacional de bajo impacto económico.

OBJETIVO

General

Implementar un programa de control biológico de *Tremex fuscicornis* Fabr. en Chile con el parasitoide específico *Megarhyssa praezellens*.

Específicos

- Describir la sintomatología de la plaga
- Estudiar el ciclo de vida de la plaga y el parasitoide.
- Desarrollar un protocolo de crianza y liberación del parasitoide
- Determinar el nivel de parasitismo de *M. praezellens*.

MATERIAL Y METODO

Descripción de la Sintomatología y Ciclo de Vida de la Plaga y el Parasitoide

Para realizar esta actividad se estableció ensayos en la Región Metropolitana (Noviciado-Lampa) y en la Región de Valparaíso (Los Andes), localidades con la mayor incidencia de ataque de la plaga y la presencia del parasitoide *M. praezellens*.

Durante la determinación del período de vuelo de la plaga y del parasitoide, se seleccionó aleatoriamente 8 árboles infestados que fueron envueltos con malla metálica de trama de 1 mm x 1 mm, desde la base hasta una altura aproximada de 2 m o hasta un diámetro de 10 cm. La malla se adosó al árbol mediante corchetes en sus extremos, dejando un espacio de 5 cm aproximadamente entre el fuste y la malla. Además se realizó muestreo destructivo de trozas infestadas para verificar la presencia de los estados inmaduros (huevo, larva y pupa). Para determinar la duración de cada uno de los estados de desarrollo del insecto, se contabilizó adultos emergidos por sexo y la fecha de ocurrencia en cada uno de estos estados. El registro de la información se realizó cada 15 días, durante 12 meses. Esta información permitió determinar también otros parámetros como la razón sexual y el nivel de parasitismo, del parasitoide y de *T. fuscicornis*.



Figura N° 1
ÁRBOLES ENMALLADOS PARA ESTUDIO DE CICLO BIOLÓGICO.

Elaboración de Protocolo de Crianza y Liberación de *M. praezellens*

Para implementar el programa de control biológico de *T. fuscicornis* se confeccionó protocolos de crianza y liberación del parasitoide, basado en consultas a especialistas y experiencias pilotos desarrolladas durante la investigación, que incluyeron la instalación de jaulas o tambores enmallados conteniendo trozas de árboles, los que se revisaron semanalmente, registrando el origen de las trozas, número de individuos adultos emergidos por especie, fecha de emergencia, número de machos, número de hembras y mortalidad, para proceder posteriormente a la liberación de los parasitoides.

Determinación del Nivel de Parasitismo

El efecto de *M. praezellens* en las poblaciones de *T. fuscicornis* se determinó a través del monitoreo anual de 8 árboles enmallados en las Regiones de Valparaíso y Metropolitana, contabilizando la emergencia de insectos adultos de la plaga y el parasitoide. El nivel de parasitismo se calculó de la siguiente forma:

Parasitismo (%) =	Nº <i>M. praezellens</i>	* 100
	Nº <i>T. fuscicornis</i> + Nº <i>M. praezellens</i>	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sintomatología de la Plaga

Durante la época de vuelo de *T. fuscicornis*, las hembras seleccionan los árboles más debilitados para realizar la postura de sus huevos, especialmente árboles estresados producto de déficit hídrico o por acción del fuego, principales fuentes de debilitamiento en Chile. Es por ello que, durante las labores de vigilancia fitosanitaria, se recomienda recorrer las plantaciones o cortinas buscando árboles amarillentos, moribundos o secos y concentrar en ellos la búsqueda de síntomas y signos que evidencien el ataque de la plaga y que se describen en las Figuras N° 2 a 5.



Figura N° 2

HEMBRAS OVIPONIENDO, HEMBRAS MUERTAS INSERTADAS EN EL FUSTE O RESTOS DE SU ABDOMEN QUE SIGUE ADHERIDO AL OVIPOSITOR ENTERRADO



Figuras N° 3

MANCHAS DE ASPECTO ACEITOSO SOBRE LA CORTEZA POR EXUDACIÓN DE SAVIA, CORRESPONDIENTE A PUNTOS DE OVIPOSTURA



Figura N° 4

ORIFICIOS PERFECTAMENTE CIRCULARES, DE HASTA 6 MM DE DIÁMETRO, QUE CORRESPONDEN AL PUNTO DE EMERGENCIA DE LOS ADULTOS DESDE LAS GALERÍAS AL INTERIOR DE LA MADERA



Figura N° 5

GALERÍAS EN EL INTERIOR DE LA MADERA PROVOCADAS POR LAS LARVAS. EN DAÑOS MUY AVANZADOS, SE OBSERVA EL MICELIO DEL HONGO SIMBIONTE (*CERRENA UNICOLOR* (BULL) MURR) Y PUDRICIÓN BLANCA

Determinación de Ciclo de Vida de *Tremex fuscicornis*

T. fuscicornis, presenta metamorfosis completa, es decir 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Figura N° 6).

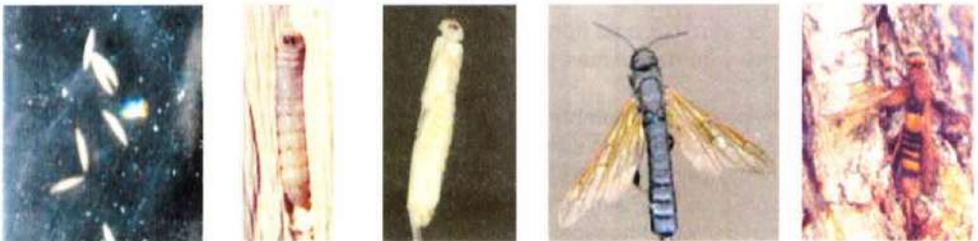


Figura N° 6

ESTADOS DE DESARROLLO DE *Tremex fuscicornis*

Presenta generalmente un ciclo de vida anual, pero existen pequeñas variaciones en la fecha de inicio y duración de las distintas etapas de desarrollo dependiendo de las condiciones climáticas, principalmente de la temperatura. Es así como en la Región Metropolitana, el 95 % de la población emerge entre octubre y febrero, disminuyendo drásticamente a partir de marzo, cesando la actividad de adultos en vuelo en el mes de julio (Figura N° 7). En cambio, en la Región de Valparaíso, el 99 % de la emergencia de adultos se observa entre noviembre y abril, registrando un nivel mínimo hasta junio (Figura N° 8).

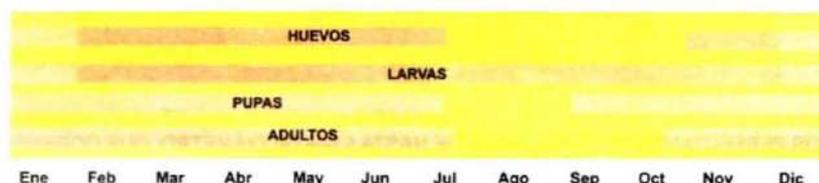


Figura N° 7

CICLO DE VIDA DE *Tremex fuscicornis* FABR. NOVICIADO, REGIÓN METROPOLITANA

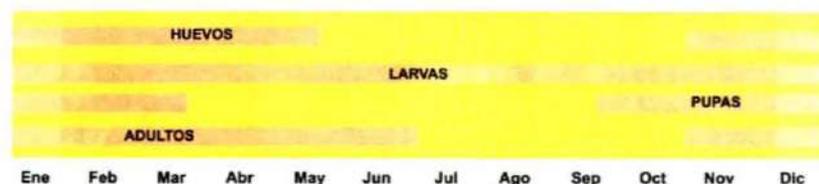


Figura N° 8

CICLO DE VIDA DE *Tremex fuscicornis* FABR. RINCONADA DE LOS ANDES, REGIÓN DE VALPARAÍSO

Por ello, la época más recomendable para realizar la detección de la avispa es entre agosto y abril, que corresponde al período con mayor actividad de vuelo del insecto.

La razón sexual tiende a ser 1:1 (macho:hembra), es decir, un macho por cada hembra en las zonas donde la plaga está establecida, en cambio, cuando la especie se encuentra en etapa de colonización, la cantidad de machos es mayor que el número de hembras. Se presume que el apareamiento se produce en las partes altas de los árboles.

Al momento de la postura de huevos, las hembras insertan el ovipositor en las grietas de la corteza del fuste y de ramas más gruesas de árboles debilitados.

Durante la ovipostura, la hembra inyecta además de un huevo, mucus fitotóxico que debilita al árbol y esporas del hongo simbiote *Cerrena unicolor* (Bull) Murr., cuyo micelio es utilizado como alimento por las larvas y es el que finalmente causa la degradación de la madera por pudrición blanca (Palma *et al.*, 2005). En los ovarios de las hembras se han contabilizado entre 318 y 1.008 huevos.

Determinación de Ciclo de Vida de *Megarhyssa praezellens*

Al igual que *T. fuscicornis*, el parasitoide presenta 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto, algunos de ellos muy difíciles de observar en terreno, como es el caso de los huevos, que tienen una forma particular, similar a un boomerang. En adultos, existe un notable dimorfismo sexual, facilitando el reconocimiento de las hembras por presentar un color más amarillento y un ovipositor prominente, cuyo largo es casi equivalente al largo de su cuerpo. En Figura N° 9 se muestra las características de huevos, larvas y pupas.



Figura N° 9

CARACTERÍSTICAS DE HUEVOS, LARVAS Y PUPAS DE *Megarhyssa praezellens*

Como se indicó anteriormente, existe gran dimorfismo en el estado adulto, lo que facilita la diferenciación entre machos y hembras (Figura N° 10). En Cuadro N°1, se entrega una comparación que facilita su reconocimiento.

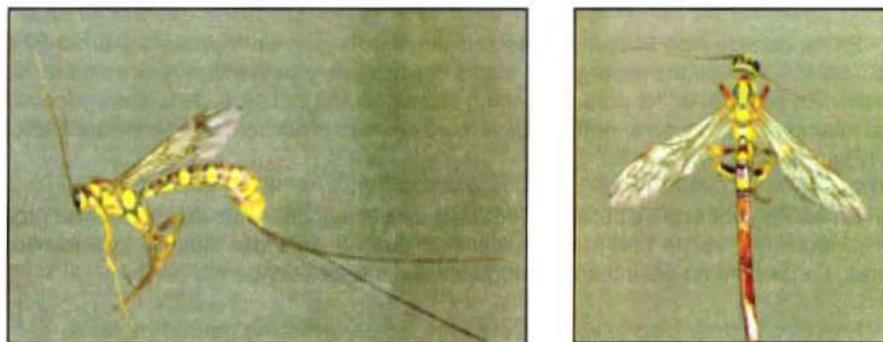


Figura N° 10

ADULTOS DE *M. praezellens*. IZQ.: HEMBRA; DER.: MACHO

Cuadro N° 1
COMPARACIÓN DE *M. praezellens* MACHO Y HEMBRA, PARA FACILITAR RECONOCIMIENTO

Característica	Hembras	Machos
Longitud total del insecto	29-92 mm	10-36 mm
Cabeza	Amarilla, 2-4 mm, ojos compuestos prominentes de color negro.	Amarilla, 1-3 mm, ojos compuestos prominentes de color negro.
Antenas	Filiformes, longitud: 7-23 mm, 35 segmentos.	Longitud: 5-18 mm.
Tórax	Amarillo dividido por líneas negras.	Coloración similar a hembras pero más oscuro.
Alas	Membranosas, con manchas de color miel en la nervadura superior. Longitud: 8-23 mm.	Membranosas. Longitud: 5-21
Patas	Largas y delgadas de coloración amarilla anaranjada.	Largas y delgadas de color amarillo.
Abdómen Ovipositor	Mantiene posición curvo, amarillo entrelazado con bandas café de borde negro.	Delgado, su extremo termina en tres puntas. De color café.
	Más largo que su cuerpo, varía entre 16-55 mm.	-

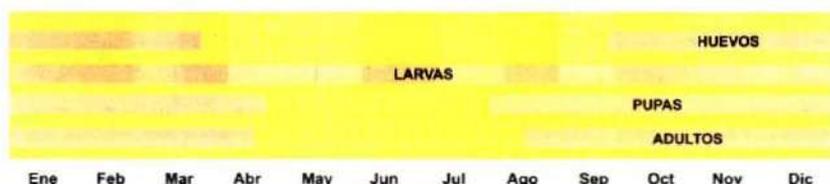


Figura N° 11
CICLO DE VIDA *M. praezellens*, REGIÓN METROPOLITANA

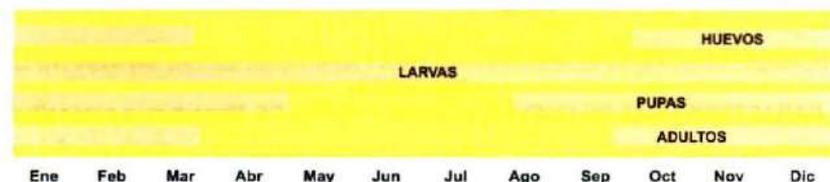


Figura N° 12
CICLO DE VIDA *M. praezellens*, REGIÓN DE VALPARAÍSO

En la localidad de Rinconada de Los Andes, Región de Valparaíso, el 93 % de los adultos de *M. praezellens* emergieron entre septiembre y noviembre y el resto lo hizo en diciembre. En cambio, en Noviciado (Región Metropolitana), el 98 % de la emergencia ocurre para el mismo período y en el período diciembre – enero prácticamente finaliza el período de vuelo (Figuras N°s 11 y 12).

En las Regiones de Valparaíso y Metropolitana se encontró que la razón sexual promedio de *M. praezellens*, es de 0,44, lo que significa que un 44% del total de la población son hembras. La proporción sexual aproximada macho:hembra tiende así a 1:1.

La velocidad de dispersión de este parasitoide en forma natural es lenta, lo que se explica por su gran tamaño (hasta 10 cm de longitud aprox.), a la discontinuidad de las formaciones de árboles hospederos (principalmente cortinas cortaviento) y a la eliminación de árboles que presentaban un grado de parasitismo de *M. praezellens* importante (Parra *et al.*,

2005). Por ello y como una forma de aumentar su distribución en el país y su acción sobre *T. fuscicornis*, se ha elaborado un protocolo para su crianza y posterior liberación.

Protocolo de Crianza y Liberación de *M. praecellens*

El objetivo de la crianza es permitir la finalización del ciclo de vida del parasitoide. Para ello se deben seleccionar árboles infestados con estados inmaduros de *T. fuscicornis* y que además estén parasitados por *M. praecellens*. La presencia del parasitoide puede verificarse por la gran cantidad de machos agrupados esperando la emergencia de alguna hembra, hembras oviponiendo o restos del abdomen de la hembra insertado en el fuste o en ramas. Los árboles identificados deben ser volteados y trozados en secciones de 1 m de largo

La época apropiada para la crianza del parasitoide corresponde a los meses de septiembre a enero, período en que registra la emergencia de los adultos en forma natural en Chile.



Figura N° 13

CRIANZA DEL PARASITOIDE EN TAMBORES ENMALLADOS, LABORATORIO INFOR

Las trozas deben ser colocadas en posición vertical dentro de tambores de cartón rígido (2 a 3 trozas por tambor) de 1 m de alto y 0,6 m de diámetro, con su pared interior blanca, los que deben ser cubiertos en su extremo superior con malla metálica resistente (trama de 1 mm x 1 mm), asegurada con un anillo de metal para evitar la fuga de los insectos; estas condiciones deben mantenerse en forma permanente.

Cada tambor debe estar debidamente identificado, registrando la localidad de origen, fecha de colecta, especie hospedera y otra información de interés. Deben ser mantenidos bajo condiciones ambientales naturales, propias del período de emergencia, lo que permite no alterar la sincronización de los ciclos biológicos del parasitoide y de la plaga.

Se debe mantener una solución de miel al 20% y agua fresca para la alimentación de los adultos que emerjan, mezcla que debe ser renovada al menos 2 veces por semana.

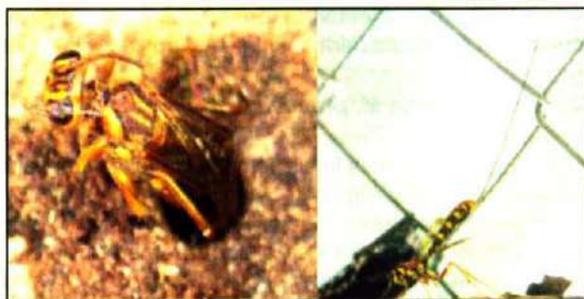


Figura N° 14
EMERGENCIA DEL PARASITOIDE EN CAUTIVERIO

Los adultos que emergen no deben ser retirados inmediatamente de los tambores, de manera de permitir su apareamiento, el que se produce inmediatamente después de la emergencia de la hembra.

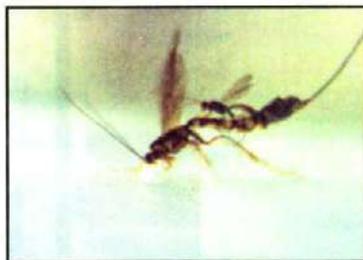


Figura N° 15
APAREAMIENTO DEL PARASITOIDE EN CAUTIVERIO

Cada tambor además debe contar con una ficha de registro diario, donde se debe identificar: fecha de emergencia por especie, número de machos, número de hembras, mortalidad y otras observaciones de interés.

Las hembras fecundadas de *M. praezellens* pueden ser almacenadas bajo condiciones de frío (5°C) en un refrigerador doméstico, ya que se ha observado sobrevivencia y actividad de las hembras incluso hasta 30 días de permanencia en frío, lo que permite optimizar las tareas posteriores de liberación.

Una vez que se cuente con el número suficiente de hembras de *M. praezellens* para su liberación en áreas con presencia de *T. fuscicornis*, se debe considerar varios aspectos:

El período óptimo para la liberación del parasitoide, corresponde al comprendido entre septiembre y enero.

Se debe escoger cortinas o plantaciones de álamos con presencia de la plaga, ya que es necesario recordar que las hembras de *M. praezellens* parasitan las larvas maduras y pupas de *T. fuscicornis* como sustrato para su desarrollo.

Es necesario contar con el compromiso por parte de los propietarios de no eliminar estos árboles, ya que conformarán un reservorio de producción natural del parasitoide.

Para el transporte de las hembras ya fecundadas desde laboratorio se recomienda el uso de contenedores plásticos de sección cuadrada de 14 x 14 cm y 8 cm de altura, perforados, a fin de mantener condiciones apropiadas de temperatura y humedad hasta el momento de su liberación, deben ser transportados en neveras con hielo o *ice-pack*, para mantener una temperatura cercana a los 8°C, para retardar el metabolismo de las hembras.

Una vez en terreno se debe abrir los recipientes para permitir el vuelo del parasitoide, estando lo más cerca posible de los árboles infestados por *T. fuscicornis*, y tratando de abarcar varios lugares dentro de un mismo predio seleccionado, a objeto de favorecer la dispersión del parasitoide en terreno. Se sugiere la liberación de al menos 50 hembras por temporada. Debe realizarse antes del mediodía, en días despejados y sin viento, de manera de evitar un estrés adicional en los individuos y que altere su capacidad de acción.



Figura N° 16

TRANSPORTE DE HEMBRAS DESDE CÁMARAS DE CRIANZA A PUNTOS DE LIBERACIÓN



Figura N° 17

HEMBRA DE *M. praecellens* EN BUSCA DE LARVAS DE *T. fuscicornis*
E INICIANDO LA POSTURA SOBRE LARVAS DE LA PLAGA

En cada punto de liberación, se debe tener registro como mínimo de la siguiente información: Nombre del lugar, Fecha de la actividad, Hora, Número de individuos de *M. praecellens* liberados diferenciando entre machos y hembras. De ser posible incorporar coordenadas geográficas.

Liberación de *M. praecellens* en Chile

Siguiendo el procedimiento definido en los protocolos de crianza y liberación se realizó la liberación de un número importante de adultos de *M. praecellens*. Además, se demostró que la liberación de este parasitoide es fundamental para conseguir su establecimiento a lo largo de la distribución de *T. fuscicornis*, de manera de que coexistan y pueda formar parte del programa de control.

Las liberaciones fueron realizadas bajo condiciones controladas en focos activos de ubicación estratégica, especialmente en zonas de cabecera de la plaga. El detalle de cada uno de los puntos de liberación se entrega en el Cuadro N° 2.

Se observa que la mayor parte de las liberaciones se concentraron en las Regiones de O'Higgins y Metropolitana, lo que se justifica en el primer caso por la cercanía de los focos activos de *T. fuscicornis*, con las plantaciones comerciales establecidas con *Populus* spp. en la Región y, en el segundo caso, la mayor parte de las liberaciones fueron efectuadas en el Cerro San Cristóbal, donde se había detectado la plaga, por constituir un punto estratégico de dispersión natural del parasitoide y un reservorio de éste.

Cuadro N° 2
LIBERACIÓN DE *M. praezellens*

ID	UTMX	UTMY	REG	Lugar	N°		TOTAL
					♀	♂	
1	198150	5927476	VIII	Bulnes	5	1	6
2	276029	6113862	VII	Sagrada Familia	10	2	12
3	285860	6159687	VI	Santa Cruz	6	5	11
4	275459	6179786	VI	Peralillo	3	2	5
5	338363	6229835	VI	Graneros	15	3	18
6	338296	6229688	VI	Graneros	32	3	35
7	338175	6229436	VI	Graneros	34	5	39
8	338259	6229602	VI	Graneros	16	5	21
9	338175	6229442	VI	Graneros	22	4	26
10	349768	6227156	VI	Codegua	2	-	2
11	349803	6227136	VI	Codegua	2	-	2
12	349863	6222126	VI	Codegua	2	1	3
13	349988	6241088	VI	Sn.Fco. Mostazal	3	2	5
14	350059	6241023	VI	Sn.Fco. Mostazal	3	3	6
15	349981	6241151	VI	Sn.Fco. Mostazal	3	-	3
16	308784	6202123	VI	Coltauco	26	5	31
17	309302	6202434	VI	Coltauco	12	3	15
18	349857	6302233	RM	Cerro San Cristóbal	67	41	108
19	350225	6302356	RM	Cerro San Cristóbal	62	52	114
20	317131	6296779	RM	Lo Prado	3	1	4
21	317180	6296767	RM	Lo Prado	4	-	4
22	306210	6295292	RM	María Pinto	4	1	5
23	306091	6294377	RM	María Pinto	4	-	4
24	327104	6277554	RM	Tgte -Hras. Sta. Amalia	6	6	12
25	327256	6277803	RM	Tgte -Hras. Sta. Amalia	4	7	11
26	284319	6296362	RM	Cuesta Zapata	3	3	6
27	*		RM	Quinta Normal	3	19	22
28	*		RM	Rinconada de Maipú	6	13	19
29	*		RM	Stgo. Huechuraba, Cerrillos	9	28	37
30	327815	6433611	V	Chincolco	3	-	3
31	318454	6429964	V	Petorca	3	2	5
32	307762	6366259	V	Ruta Hijuelas-Romerol	2	-	2
33	315198	6371332	V	Catemu	3	-	3
34	340203	6394936	V	El Tartaro	3	2	5
35	336732	6378116	V	San Felipe	3	-	3
36	333197	6335293	V	Santa Matilde	3	-	3
37	351863	6365381	V	Los Andes	10	3	13
TOTAL					401	222	623

(*) Liberaciones realizadas por SAG RM

Determinación del Nivel de Parasitismo

Para lograr el parasitismo la hembra de *M. praecellens* realiza la postura de huevos cerca o sobre la cutícula del hospedero (larva madura o pupa de *T. fuscicornis*), de modo que sus larvas posteriormente se alimenten de éste.

Durante las labores de campo, fue posible observar el mecanismo de acción del parasitoide: cuando la larva madura o pupa de *T. fuscicornis* ha sido localizada por la hembra de *M. praecellens*, ésta posiciona su ovipositor y comienza a taladrar a través de la corteza y madera hasta alcanzar la galería larval o pupal de *T. fuscicornis*. El largo de su ovipositor determina la distancia máxima de penetración en la madera para alcanzar a parasitar las larvas presentes en esa área del árbol; en ocasiones puede penetrar hasta 55 mm. Enseguida pone un huevo junto a la larva y posteriormente el ovipositor es retirado y limpiado cuidadosamente con ayuda de sus patas. Luego, emprende el vuelo o busca en el mismo árbol un nuevo hospedero. El huevo del parasitoide eclosiona y busca la larva del taladrador para su alimentación, consumiéndola lentamente mientras se desarrolla y pasa por los diversos estadios. La larva madura pupa dentro de la galería del taladrador y en la estación siguiente el adulto emerge masticando madera dejando un orificio perfectamente circular en el fuste del árbol, muy semejante en forma y tamaño al de *T. fuscicornis*.

El comportamiento de los insectos previo a la cópula es interesante de observar. Los machos se agrupan sobre la corteza de los árboles, en un punto donde los adultos nuevos están emergiendo. Cuando una hembra emerge de la corteza un macho rápidamente se aparea con ella, el resto de los machos pueden volar alejándose pero normalmente se vuelven a agrupar unos minutos más tarde en el mismo árbol o seleccionando otro lugar donde emergerá una hembra. Un comportamiento similar para otras especies del género *Megarhyssa* lo describen varios reportes (Heatwole, H. & Davis, D., 1965.; Nutall, M. J., 1973.; Matthews, R. W. et al., 1979). Heatwole et al. (1964) sobre *M. nortoni*, determina que la causa de atracción podría ser el ruido que provoca el masticamiento o posiblemente la vibración del sustrato, producido por la hembra cuando construye la galería de emergencia. También es posible que las hembras del parasitoide sean atraídas por los metabolitos de *Cerrena unicolor*, hongo simbiote que alimenta a larvas de *T. fuscicornis*, hipótesis que debe ser estudiada.

Tal como se indicó anteriormente, los datos obtenidos indicaron que en Rinconada de Los Andes, los adultos de *M. praecellens* emergen entre septiembre y diciembre, llegando al máximo durante la segunda semana de noviembre. En cambio, en Noviciado (Región Metropolitana), la emergencia de adultos se produce entre los meses de septiembre y enero, registrándose el máximo durante las últimas semanas de septiembre y primeras semanas de octubre. Posteriormente, en ambas localidades, la emergencia de adultos decrece significativamente observándose esporádicamente en marzo, con la diferencia de que en Noviciado se prolonga hasta abril y en Rinconada de Los Andes sólo se observa hasta marzo. En la Figura N° 18 es posible observar que el período de emergencia está adelantado respecto al de *T. fuscicornis*, lo que confirmaría su acción sobre las larvas de últimos estadios y pupas. Para este caso también se observan dos *peaks*, ambos levemente anteriores a la emergencia de los adultos de *T. fuscicornis*.

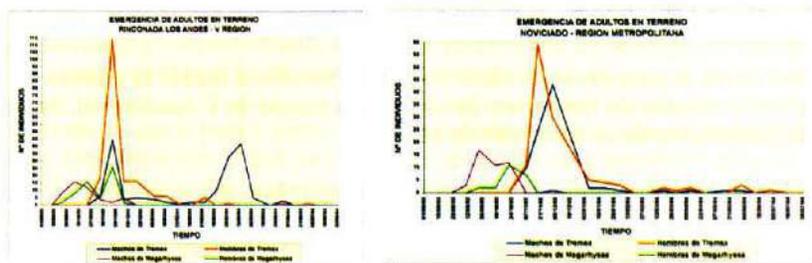


Figura N° 18

**EMERGENCIA DE ADULTOS DE *T. fuscicornis* Y *M. praezellens*
IZQ.: REGIÓN DE VALPARAÍSO DER.: REGIÓN METROPOLITANA**

Esto se explica porque *M. praezellens* posee un período de vuelo y ovipostura más restringido que *T. fuscicornis* y este último tiene un período libre de ser parasitado (abril-agosto), que le permite mayor sobrevivencia.

Por ello es que se recomienda el uso complementario de otras medidas de control durante el período de vuelo de *T. fuscicornis*, por ejemplo se podría aplicar el método de control mediante trozas cebo, alternativo y complementario al control biológico, sin perjudicar la efectividad del parasitismo y favoreciendo un mayor control de la plaga al contribuir a la baja de su nivel poblacional (Parra *et al.*, 2007)

Los resultados también indicaron que esta especie está totalmente establecida en ambas localidades de estudio y que los niveles de parasitismo alcanzados en árboles enmallados son similares, correspondiendo a 31,2% en Rinconada de Los Andes y a 30,2% en Noviciado. En la evaluación de trozas infestadas contenidas en tambores enmallados para la crianza del parasitoide, los niveles de parasitismo aumentan significativamente correspondiendo a 50,0 % en Rinconada de los Andes y 60,2 % en Noviciado. Este resultado se explica porque el sustrato leñoso para crianza del parasitoide en el momento de su colecta se selecciona y verifica que esté infestado con un alto grado de parasitismo.

CONCLUSIONES

La generación de información básica, como es el conocimiento detallado de todos los estados de desarrollo de *T. fuscicornis* y *M. praezellens*, ha permitido fortalecer las actividades de difusión y transferencia de gran utilidad en las actividades de vigilancia, crianza y liberación del parasitoide en puntos estratégicos del área afectada por la plaga.

El estudio del ciclo de vida ha permitido definir los períodos óptimos de liberación de los parasitoides y de otras medidas de control como por ejemplo árboles o trozas cebos y los controles culturales, todos ellos orientados a bajar los niveles poblacionales de la plaga en las áreas de ocurrencia.

Considerando el período de vuelo de *M. praezellens* (septiembre–enero), los niveles de parasitismo observados en Rinconada de Los Andes y en Noviciado alcanzan 31,2% y 30,2% respectivamente. Con la selección de trozas infestadas y parasitadas el nivel de parasitismo aumenta por sobre 50 %, lo cual marca el éxito en un programa de crianza y liberación del parasitoide.

Tal como se ha mencionado, el avance en forma natural de *M. praezellens* es bastante lento debido a su gran tamaño, a la discontinuidad de las formaciones de álamo (árboles aislados y cortinas cortavientos) y a la quema de sustrato infestado con *T. fuscicornis* con un grado de parasitismo importante de *M. praezellens*. Es por ello que se recomienda continuar con el programa de liberaciones en las áreas infestadas con la plaga.

La importancia que ha tenido la implementación del programa de crianza y liberación de *M. praezellens* es que ha permitido elevar su nivel poblacional y dispersión geográfica, apuntando con éxito al control biológico de *T. fuscicornis*. Sin embargo, es necesario continuar con la crianza, liberación y evaluación de la dispersión de este parasitoide, principalmente en áreas de avance de la plaga.

REFERENCIAS

- Heatwole, H. y Davis, D., 1965.** Ecology of three sympatric species of parasitic insects of the genus *Megarhyssa* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ecology* 46: 140 – 150.
- Matthews, R. W., Matthews, J. R. y Crankshaw, O., 1979.** Aggregation in male parasitic wasp of the genus *Megarhyssa*: Sexual discrimination, Tergal Stroking Behavior and Description of Associated anal Structures Behavior. *The Florida Entomologist* 62 (1):3 – 10.
- Nutall, M. J., 1973.** Pre-emergence fertilisation of *Megarhyssa nortoni nortoni* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *New Zealand Entomologist* 5 (2): 112-117.
- Palma, M. A., Valenzuela, E., Parra, P., Gutierrez, M. y Torelli, L., 2005.** *Cerrena unicolor* (BULL.) MURR (BASIDIOMYCOTA) aislado de micangio de *Tremex fuscicornis* Fabr. (Hymenoptero: Siricidae) asociado a decaimiento y pudrición del álamo (*Populus* sp) en Chile. *Boletín Micológico* Vol. 20: 57 – 61.
- Parra, P., González, M., Soto, D. y Salinas, A., 2005.** La avispa taladradora de la madera *Tremex fuscicornis* Fabr. Instituto Forestal. Informativo Sanitario Forestal INFOR N°4. Santiago, Chile. 20p.
- Parra, P., González, M., Soto, D. y Salinas, A., 2007.**—Estrategia de Manejo Integrado de *Tremex fuscicornis*— (Fabr.) en Chile. Instituto Forestal. Informativo Sanitario Forestal INFOR N°5. Santiago, Chile. 16p.

DEVELOPMENT OF MALLEE EUCALYPTS AS A WOODY BIOMASS CROP IN SEMI-ARID AUSTRALIA

Richard Mazanec¹

SUMMARY

Australian agriculture in the 300mm to 600mm mean annual rainfall zone is at a turning point. Known as the "wheatbelt", this region contains the bulk of Australia's arable land. Wide spread replacement of natural vegetation with short lived, winter grown annual crops for agriculture over the last 120 years.

These cultures have a reduced capacity for transpiration and direct interception of rainfall. Gradual accumulation of water in the deep subsoil profile results in rising ground water. The rising groundwater intercepts and mobilises previously stable deposits of salt to the surface resulting in the degradation or loss of arable land. The problem is accentuated by a land profile which is relatively flat and by poor drainage in the soil.

Currently in Australia some 6 million ha of land are mapped to be at risk or affected by dryland salinity. By 2050 it is estimated that the area of regions with high risk may triple. About 75% of the area at risk of dryland salinity in Australia occurs in Western Australia, vast areas of the southwest region have a high potential of developing salinity from shallow water tables and this is predicted to rise to 9 million ha by 2050.

Mitigation of the problem is recognized as requiring extensive change in agricultural practice. Primary management tools will include deep drainage and establishment of deep rooted woody perennials. One interesting alternative is the development of mallee eucalypts as extensive woody crops for biomass production, integrated into crop or pasture systems.

Key words: Eucalyptus, mallee, integrated systems, semiarid zones.

¹ Dept of Environment and Conservation, Perth, Western Australia.
Email: Richard.Mazanec@dec.wa.gov.au

DESARROLLO DE EUCALIPTOS *MALLE* PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA LEÑOSA EN ZONAS SEMIARIDAS DE AUSTRALIA

RESUMEN

La agricultura en las zonas semiáridas de Australia está encontrando crecientes problemas. Grandes extensiones de terrenos entre los 300 y 600 mm de precipitación anual, conocidas como el cinturón de trigo y en las que se encuentra una parte importante de los suelos arables del país, han sufrido durante los últimos 120 años el reemplazo de la vegetación natural por cultivos agrícolas anuales.

Estos cultivos tienen una menor capacidad de transpiración y también de intercepción directa de las precipitaciones. Gran parte del agua de las lluvias escapa en profundidad del alcance de sus raíces y se produce una gradual acumulación de agua en el subsuelo. Las napas freáticas empiezan a subir y movilizan depósitos salinos, antes estables, hacia la superficie. Se degrada o se pierde de este modo tierra arable, situación que se ve agravada por condiciones de topografía plana y pobre drenaje de los suelos.

Actualmente unos 6 millones de hectáreas están afectadas o en riesgo de ser afectadas por esta salinidad en zonas semiáridas y se estima que para el año 2050 el área en serio riesgo puede verse triplicada. Tres cuartas partes del área de riesgo se encuentra en Western Australia, grandes áreas tienen el potencial de desarrollar salinidad desde napas poco profundas y se estima que para el año 2050 unos 9 millones de hectáreas podrían presentar este problema.

La mitigación del problema requiere de importantes cambios en las prácticas agrícolas y las primeras herramientas de manejo de manejo disponibles son el uso de drenajes profundos y el establecimiento de cultivos perennes de raíces profundas. Una interesante alternativa para esto es el desarrollo de cultivos extensivos de eucaliptos *mallee* (especies del género *Eucalyptus* de carácter más bien arbustivo, de múltiple fuste y buena capacidad de retoñación), para la producción de biomasa para diferentes usos, combinados con cultivos agrícolas o praderas.

Palabras claves: Eucaliptos, *mallee*, sistemas integrados, zonas semiáridas

INTRODUCTION

Australian agriculture in the 300mm to 600mm mean annual rainfall zone is at a turning point. Known as the "wheatbelt", this region contains the bulk of Australia's arable land. Projected drying trends as a result of global warming (Hennesy *et al.*, 2007) combined with encroaching dryland salinity have brought unprecedented pressures to bear on traditional agriculture.

Wide spread replacement of natural vegetation with short lived, winter grown annual crops for agriculture over the last 120 years has lead to reduced capacity for transpiration and direct interception of rainfall. Between 1% and 29% of rainfall escapes below the root zone of short rooted annual crops and pastures to deep drainage, depending on annual rainfall, and soil type. By contrast, deep water drainage under native vegetation ranges from less than 0.2% up to 1.6% (Asseng *et al.*, 2001).

Gradual accumulation of water in the deep subsoil profile (known as recharge) results in rising ground water. Eventually the rising groundwater intercepts and mobilises previously stable deposits of salt in the soil profile. Where the water table intersects the surface, saline water is discharged into surface soils, streams and river systems resulting in the degradation or loss of arable land (George *et al.*, 1997). The problem is accentuated by a land profile which is relatively flat with broad shallow valleys and poor drainage. As a result, large areas can be affected.

Currently in Australia some 5.7 million ha of land are mapped to be at risk or affected by dryland salinity. By 2050 it is estimated that the area of regions with high risk may triple. In addition, infrastructure of some 200 towns is threatened and up to 20 000 km of streams could be significantly affected by salinity by 2050 (Australian Dryland Salinity Assessment, 2000). About 75% of the area at risk of dryland salinity in Australia occurs in Western Australia. An estimated 4.3 million ha (16%) of the southwest region have a high potential of developing salinity from shallow water tables and this is predicted to rise to 8.8 million ha (33%) by 2050. Mitigation of the problem is recognized as requiring extensive change in agricultural practice (Clarke *et al.*, 2002). Primary management tools will include deep drainage (Ali *et al.*, 2004) and establishment of deep rooted woody perennials (Pannell *et al.*, 2004).



Figure 1
DRYLAND SALINITY WESTERN AUSTRALIA

The challenge is to develop economically attractive woody biomass crops which can be integrated into existing agricultural systems on a large scale (Bathgate and Pannell, 2002).

At present tagasaste (*Chamaecytisus palmensis* (H.Christ) F.A.Bisby & K.W.Nicholls) is the only woody perennial profitably integrated into farm systems, however its use is restricted to deep infertile soils with poor water holding capacity. New woody perennial crops are needed to make it possible for extensive use of woody crops integrated into crop or pasture systems (Pannell *et al.*, 2004).

Evaluation of prospective tree crops in the early 1990's pointed to mallee eucalypts as having the highest potential for commercial development (Bartle and Shea, 2002). The existence of several well adapted species to the region combined with drought tolerance, vigorous coppicing ability and established history of commercial utilisation for eucalyptus oil suggested good potential for success.

Mallee development commenced in 1992 with the screening of populations of *Eucalyptus polybractea* and *E. kochii* subsp. *borealis* for high leaf cineole content. Resource establishment commenced in 1994 at 6 regional centers selected to represent the full range of wheat belt conditions from the northern wheat belt to the southeast. To date some 12 000 ha of mallee have been established with a view to building a resource for potential industry.

PRODUCTS

It was always recognized that no single product will generate sufficient revenue to drive a mallee industry (Bartle, 2006). Large scale viability of the industry requires the utilization of the entire tree (Bartle and Shea, 2002) to produce diverse products such as panel boards, charcoal, activated carbon, renewable energy and chemical extracts such as eucalyptus oil from the leaves.

The raw chipped biomass consists of wood, leaf, twig and bark fractions. The challenge is to maximize the value of each. Potential products which may be derived from the chipped mallee biomass fractions are outlined in table 1.

TABLE 1
POTENTIAL PRODUCTS DERIVED FROM CHIPPED MALLEE BIOMASS

Biomass Fraction	Potential Products
Large wood fraction	Wood panels
	Activated Carbon
	Charcoal
	Bioenergy including electricity and liquid fuels
Twig and bark fraction	Charcoal
	Bioenergy including electricity and liquid fuels
Leaf Fraction	Chemical extracts e.g. cineole, phloroglucinols
	Charcoal
	Bioenergy including electricity and liquid fuels

Additional product value may be derived from environmental services such as carbon sequestration of below ground biomass, biodiversity protection and stock shelter.

Wu *et al.* (In press) studied the overall balance of mallee biomass production using a model assuming five years until first harvest followed by fifteen coppice cycles of three years. They considered all energy inputs from the nursery through to establishment in the field, harvest and delivery to the factory gate. They found that the ratio of energy outputs and total non-renewable energy inputs was 41.7 with an energy productivity of 206.3 GJ/(ha year). This compared favorably with the energy ratio of 7 and an energy productivity of less than 40 GJ/(ha year) achieved by other energy crops such as canola grown in Australia. This makes mallee an attractive crop for production of biofuels.

PROCESSING

Efficient conversion of raw biomass into useful commodities is most likely to be achieved using integrated processing i.e. the biorefinery concept (Ragauskas, 2006). Integrated processing enables efficient partitioning and direction of the biomass fractions into the most economically viable products. Enecon Pty Ltd. (2001) conducted a commercial feasibility study for the integrated production of activated carbon, eucalyptus oil and electricity from chipped mallee biomass. Based on economic modeling at the time, that study indicated that the concept should be financially viable for the investors in the integrated processing plant as well as providing sufficient economic returns to farmers and others to justify planting, harvesting and transporting the chipped product to the factory.

Following the feasibility study a 20% scale demonstration plant was constructed at Narrogin by the stated owned Verve Energy Pty Ltd in Western Australia and successfully trialed during 2006. The trial demonstrated that integrated processing to produce activated carbon, eucalyptus oil and electricity was a viable process (Verve Energy, 2006). Later economic modeling work by Cooper *et al.* (2005) showed that the potential scale of biomass crops and therefore regional capacity to support an industry such as the integrated mallee processing plant at Narrogin, was highly dependant on biomass prices, water availability and the rate of conversion of water to biomass.



Figure 2
DEMONSTRATION PLANTA AT NARROGIN WESTERN AUSTRALIA

ECONOMICS

In order for mallee plantings to be adopted by farmers at a scale large enough to influence salinity and support an industry, they need to generate an annual return comparable to that of existing agriculture. Using an adaptation of the "Imagine" model of Cooper *et al.* (2005) and incorporating current data on growth, value of biomass fractions and improved estimation of harvesting costs and competition effects with adjacent crops, Huxtable *et al.* (2007) estimated that mallee would return an annual loss of about \$47.60 per effective hectare. The Equivalent Annual Return (EAR) per effective hectare in the target farming zone for agricultural crops was calculated as \$66.80. Further sensitivity analysis indicated that the combined effects of optimization of coppice cycle length, improvement of growth by means of site selection and active harvest of water, a reduction in establishment costs, attainment of environmental service payments such as a carbon sequestration, reduction of harvest costs and achieving a higher price for biomass would all contribute to lifting profitability of mallee to a level competitive with existing agricultural crops.

SILVICULTURE

Effective integration of mallee into existing agricultural regimes requires careful planning with regard to soil types and potential to capture surplus water. The most common layout for mallee crops is in the so called alley system. Mallee's are planted in widely separated belts with conventional annual crops and pasture being grown in the alleys between the belts. The distance between mallee belts may range from 80 to 100 meters and is designed to allow easy access for farm machinery whilst maximizing potential for water runoff which may be captured by mallee belts.



Figure 3
MALLE EUCALYPT ROWS

Current recommended composition of a mallee belt consists of two rows of trees spaced at 2 m apart. Within rows trees should also be established at 2 m spacing. The objective with this configuration is to maximize the large woody component of the trees by maximizing "edge effects". Belts of trees with more than two rows often exhibit strong competition effects with the more vigorous edge trees suppressing those trees located on internal rows.

HARVESTING

Efficiency of harvesting is crucial to the success of the mallee industry. Wu *et al.* (In press) found that some 80% of the energy input in production of mallee biomass was due to harvesting operations. Similarly, economic analysis suggests that the supply chain delivering biomass to the factory gate must be able to harvest, chip and transport mallee biomass up to 100 km at a cost of AUS \$ 15 per tonne or less (Giles and Harris, 2003).

Size of the mallee trees at harvest is important in maximizing efficiency of harvest and economic returns. If the trees are too small then the cost of harvest per tonne of biomass will rise and the proportion of chip derived from the large woody fraction will be diminished relative to the lower value bark and twig fraction. The higher wood component of older and bigger trees is therefore more desirable for both efficiency of harvest and economic return from the chipped biomass

It is anticipated that first harvest will be at about 5 to 7 years depending on water availability. Subsequent coppice cycles may range from 3 – 5 years, again depending on water availability.

A commercially available woody biomass harvester is not yet available and the Department of Environment and Conservation (DEC) has been developing a prototype over the last 10 years. Significant further investment is required to produce a commercially operational unit.

TREE BREEDING

The first mallee progeny trials of *Eucalyptus polybractea* and *Eucalyptus kochii* subsp. *borealis* were established in 1993 using seed from high cineole yielding parent trees. Over the next 8 years the mallee breeding program was expanded to include 4 main species and including two subspecies within the *E. loxophleba* group and three within the *E. kochii* group (Table 2).

Selection is conducted on two traits, leaf cineole concentration and whole tree biomass. Early economic modelling indicated that gains in cineole were more profitable than biomass, hence selection indices are weighted more heavily towards cineole production. Heritability of leaf cineole concentration is usually high and ranges from about $h^2=0.2$ to over 0.6. Currently the program has some 50 trials, many of which have been thinned to form seedling seed orchards. Genetic gain trials were established in 2006 and 2007 to measure realised gain. Clonal seed orchards are being developed to maximise gains from the program and enable greater flexibility in the kind of tree that is produced.

Table 2
SPECIES AND SUBSPECIES
IN THE DEC MALLEE BREEDING PROGRAM

Species and Subspecies
<i>Eucalyptus polybractea</i>
<i>Eucalyptus loxophleba subsp. lissophloia</i>
<i>Eucalyptus loxophleba subsp. gratiae</i>
<i>Eucalyptus kochii subsp. borealis</i>
<i>Eucalyptus kochii subsp. kochii</i>
<i>Eucalyptus kochii subsp. plenissima</i>
<i>Eucalyptus angustissima</i>

CONCLUSIONS

Developing a new industry based on woody perennials presents challenges on many fronts. Nevertheless there is good potential to produce energy from mallee with greater efficiency than other bioenergy crop options. Similarly, development of integrated processing technologies opens up new possibilities for efficient use of biomass fractions, thereby maximising the price which may be attained for biomass. Additionally, mallee plantations confer considerable environmental benefits to the wheatbelt including salinity management, carbon sequestration, biodiversity protection as well as rural sector diversification.

DEC and the Future Farm Industries CRC are actively working towards attaining viable growth rates, development of systems of active water harvest and development of a low cost harvest and supply chain. Further opportunity exists for refinement of biomass processing technologies and exploration of markets for mallee derived products.

REFERENCES

- All, R., Hatton, T., George, R., Byrne, J. and Hodgson, G., 2004. Evaluation of the impacts of deep open drains on groundwater levels in the wheatbelt of Western Australia 55: 1159-1171.
- Asseng, S., fillery, I., Dunin, F., Keating, B., and Meinke, H., 2001. Potential deep drainage under wheat crops in a Mediterranean climate. I. temporal and spatial variability, Australian Journal of Agricultural Research 52, 45-56
- Australian Dryland Salinity Assessment, 2000. Extent, impacts, processes, monitoring and management options. National Land and Water Resources Audit.
- Bartle, J., 2006. New non-food crops and industries for Australian Dryland agriculture. In: proceedings Green processing Conference, Newcastle, NSW, 5-6 June 2006
- Bartle, J. R. and Shea, S., 2002. Development of mallee as a large scale crop for the wheatbelt of WA. Proceedings of the Australian forest Growers national Conference. Private forestry-sustainable, accountable and provitable. 13-16 october 2002 Albany WA. pp 243-250
- Bathgate, A. and Pannell, D.J., 2002. Economics of deep rooted perennials in Western Australia. Agricultural Water Management 53: 117-132.

- Clarke, C. J., George, R. J., Bell, R. W. and Hatton, T. J., 2002.** Dryland salinity in south-western Australia: its origins, remedies and future research directions. *Aust. J. Soil Research*. 40:93-113
- Cooper, D., Olsen, G. and Bartle, J., 2005.** Capture of agricultural surplus water determines the productivity and scale of new low-rainfall woody crop industries. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 45, 1369-1388.
- Enecon Pty Ltd., 2001.** Integrated tree processing of mallee eucalypts. A joint report for the RIRDC/Land & Water Australia/FWRDC Joint Venture Agroforestry Program. RIRDC publication No 01/160
- George, R., McFarlane, D. and Nulsen, B., 1997.** Salinity threatens the viability of agriculture and ecosystems in Western Australia. *Hydrogeology Journal*, 5:6-21.
- Giles, R. C. and Harris, H. D., 2003.** Developing a biomass supply chain for new Australian crops. Paper presented to IEA Bioenergy Task30 (Short rotation crops for bioenergy) Conference, Tauranga, New Zealand, 1-5 December 2003.
- Hennessy, K. B., Fitzharris, B. C., Bates, N. Harvey, S. M. Howden, L. Hughes, J. Salinger and R. Warrick, 2007.** Australia and New Zealand. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 507-540
- Huxtable, D., Bartle, J. and Giles, R., 2007.** Factors affecting the economic performance of mallee production systems. CRC for plant Based management of Dryland Salinity Workshop: Capacity of integrated production systems to use water and mitigate Dryland salinity. May 24-25, 2007.
- Pannell, D. J., Ewing, M. A. and Ridley, A. M., 2004.** Dryland salinity in Australia: Overview and prospects, In: Graham, T., Pannell, D.J. and White, B. (eds) *Dryland Salinity: Economic Issues at Farm, Catchment and Policy Levels*, CRC for Plant-Based Management of Dryland Salinity, Perth
- Raguaskas, A. J., Williams, C. K., Davison, B. H., Britovsek, G., Cairney, J., Eckert, C. A., Frederick, W. J., Hallett, J. P., Leak, D. J., Liotta, C. L., Mielenz, J. R., Murphy, R., Templer, R., Tschaplinski, T., 2006.** The path forward for biofuels and biomaterials. *Science*, 311:484-489.
- Verve Energy, 2006.** <http://www.verveenergy.com.au/mainContent/sustainableEnergyourSustainableEnergyPortfolio/iwp.html> Website accessed 25/10/2007
- Wu, H., Fu, Q., Giles, R. and Bartle, J., (In Press)** Energy balance of Mallee biomass production in Western Australia: Energy balance analysis. *Energy and Fuels*.

UN MODELO DE GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD FORESTAL EN RENOVALES DE ROBLE-RAULÍ-COIGÜE

Yasna Rojas Ponce¹, Fernando García Robredo² y Mauricio Ruiz-Tagle Molina³

RESUMEN

Los bosques naturales son esenciales para la obtención de madera y otros bienes, así como para la provisión de una serie de servicios ecosistémicos, tales como la regulación del régimen hidrológico, la conservación del suelo, el mantenimiento de la biodiversidad, la fijación de carbono atmosférico para la regulación de cambios climáticos a nivel global y las oportunidades para la recreación y el turismo. Los sistemas adecuados de planificación forestal que consideran la capacidad multiuso del bosque permiten compatibilizar la producción maderera con el mantenimiento o incremento de estos servicios ecosistémicos.

En este trabajo se desarrolla un modelo de gestión de renovales de Roble-Raulí-Coigüe que permite valorar económicamente la producción de madera y el mantenimiento de la biodiversidad. El valor de la biodiversidad se obtiene de un modelo apropiado de gestión y asignación de usos, basado en la programación lineal, que incorpora restricciones relativas a la producción de madera y al mantenimiento de la biodiversidad.

El área de estudio comprende los bosques de renovales de Roble-Raulí-Coigüe de la comuna de Lanco (Región de Lagos, Chile). Para el desarrollo del modelo se ha utilizado la información generada en un proyecto de inventario forestal ejecutado por INFOR en el año 2001 que incluyó variables ambientales.

La metodología considera el cálculo de indicadores de biodiversidad forestal que se calculan para las especies arbóreas (Índice de Shannon – Wiener e Índice de Estructura horizontal que se basa en la desviación típica y asimetría del DAP). El horizonte de planificación es de 100 años, dividido en períodos de 5 años. El modelo incluye diversas opciones de manejo, tanto sin intervención hasta la cosecha, como con distintos esquemas de manejo, con raleos que consideran varios niveles de extracción del área basal, siempre de acuerdo a las normas de manejo para renovales de este tipo forestal.

Finalmente, los resultados obtenidos apuntan a las estrategias óptimas de gestión en estas masas cuando se plantea como objetivo la consecución de un determinado nivel de biodiversidad.

Palabras claves: Manejo de renovales, conservación de biodiversidad, programación lineal

¹ Departamento Economía y Gestión Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España. (Estudiante Doctorado), Investigadora INFOR Chile. yrojas@infor.cl

² Departamento Economía y Gestión Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España. fernando.garcia.robredo@upm.es

³ Instituto de Informática, Universidad Austral de Chile. mruiztag@uach.cl

A MANAGEMENT MODEL FOR FOREST BIODIVERSITY CONSERVATION IN SECOND GROWTH ROBLE – RAULÍ - COIGÜE FORESTS

SUMMARY

Natural forests are of the utmost importance for the production of timber and other goods, as well as for the provision of a number of different environmental services such as water flow regulation, soil conservation, biodiversity maintenance, atmospheric CO₂ sequestration for climate regulation at the global level, and opportunities for recreation and tourism. An adequate multiple-use forest planning system allows harmonizing timber production and ecosystem service maintenance and improvement.

This paper deals with the development of a multiple-use forest management model for second-growth natural forests of Roble-Raulí-Coigüe to be used in the valuation of timber production and biodiversity maintenance. The value of biodiversity is derived from a land use allocation and management model based on a linear programming approach which incorporates constraints regarding timber production and biodiversity levels.

Forests of the case study are located in the Commune of Lanco (Los Lagos Region, Chile), and the basic information used in the development of the model was generated in a forest inventory project executed by INFOR in 2001 that included environmental information.

The methodology involves the calculation of biodiversity indicators (Shannon – Wiener index and a horizontal structure index based on DBH standard deviation and asymmetry). Planning horizon is 100 years divided into 5-year periods. Stand growth has been modelled with the functions and projections calculated in the forest inventory of the commune. The model considers several forest management options like a non-intervention regime, and a number of thinning-based management schemes, with different intensity levels. Thinnings considered in this work conform to the management rules in force for this kind of forest.

Finally, the results obtained point to the optimal management strategies for these stands when a given level of biodiversity is to be obtained.

Keywords: Second growth forest management, biodiversity maintenance, lineal programation.

INTRODUCCION

En Chile, los recursos forestales constituyen un importante capital, desde el punto de vista económico, ambiental y social. Aun cuando la economía forestal del país se sustenta en las plantaciones forestales, que ocupan 2,1 millones de hectáreas y aportan el 95 % de la materia prima utilizada en la industria forestal, los bosques naturales abarcan 13,43 millones de hectáreas, de las cuales 5,13 millones no tienen restricciones para la producción, y desempeñan un papel fundamental en la obtención de madera y otros bienes, así como en la provisión de servicios ecosistémicos.

Dentro de estos servicios ecosistémicos la conservación de la diversidad biológica de los bosques ocupa un lugar central, no solo como imprescindible para la conservación de la naturaleza, sino como uno de los componentes esenciales para la gestión forestal sostenible.

Una parte importante de los bosques naturales sin restricciones de producción corresponde a renovales, que son bosques de segundo crecimiento, de edades entre 40 y 80 años, con un gran potencial de crecimiento y dominados por las especies del género *Nothofagus*. Estos bosques son muy puros, con relativamente baja diversidad de especies debido a su estado sucesional juvenil y a la alta competencia existente entre los árboles, que limita el desarrollo de doseles inferiores. Este recurso es de gran importancia, puesto que son bosques naturales que responden bien al manejo forestal y cuyas especies *Nothofagus* son de gran importancia económica, por lo cual se convierten en un atractivo recurso para gestionar.

En Chile no se ha realizado estudios acerca de la biodiversidad forestal y su relación con la gestión forestal, sin embargo existe amplia información sobre el comportamiento de las masas forestales naturales. Se ha desarrollado importantes proyectos que han permitido tener una adecuada caracterización de los bosques naturales y establecer una base cuantificable de bienes y servicios del bosque, destacándose los proyectos FDI-CORFO Desarrollo y Aplicación de Alternativas de Manejo para el Abastecimiento Continuo de Bienes y Servicios (INFOR, 2003), Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF y CONAMA, 1999) y Caracterización Productiva de los Recursos Forestales Nativos de las Regiones IX y X de Chile (INFOR, 2004).

Desde el punto de vista metodológico, una de las herramientas utilizadas para el desarrollo de modelos adecuados de gestión, es la programación matemática, en particular, la programación lineal. En Chile, durante los últimos años, se ha desarrollado diversos modelos de programación lineal, principalmente para la gestión privada de las plantaciones forestales y para los estudios de proyección de disponibilidad nacional de madera proveniente de plantaciones.

La diversidad de los ecosistemas forestales ha concitado gran atención, especialmente en los ecosistemas que son objeto de aprovechamiento, y uno de los desafíos que debe enfrentar la gestión forestal es cómo se puede traducir la idea de biodiversidad a nivel de ecosistema en medidas concretas que propicien una mejor ordenación de los ecosistemas forestales (Kapos y Iremonger, 1998; McNeely, 2002).



OBJETIVOS

A partir de los antecedentes de los renovales de Roble-Raulí-Coigüe de la Comuna de Lanco, el trabajo tiene como objetivo general analizar la factibilidad de desarrollar un modelo de gestión basado en programación lineal, analizando el comportamiento de la diversidad forestal en el horizonte de planificación y considerando las actuales pautas de manejo que dicta la normativa para este tipo de bosques.

Los objetivos específicos son:

Caracterizar la biodiversidad en renovales de Roble-Raulí-Coigüe.

Definir los objetivos de manejo y ordenamiento de los renovales en estudio. Recopilar, armonizar y procesar los datos necesarios para la construcción del modelo de gestión.

Formular un modelo de programación lineal, identificando variables de decisión y restricciones básicas para un manejo sustentable.

Analizar las implicaciones de considerar las restricciones de mantenimiento de biodiversidad en la gestión de los renovales de Roble-Raulí-Coigüe.

ANTECEDENTES GENERALES

Los bosques de *Nothofagus* que incluyen las especies raulí (*Nothofagus alpina*) y roble (*Nothofagus obliqua*), se distribuyen aproximadamente entre los 34° LS y 41° LS, ocupando amplias áreas en las Cordilleras de los Andes y de la Costa. La especie coigüe (*Nothofagus dombeyi*) se distribuye desde los 35° LS hasta la zona austral del país (INFOR, 1996). Estas tres especies del género *Nothofagus* tienen la característica pionera de ocupar el estrato superior por su rápido crecimiento inicial en altura. En consecuencia, los bosques de segundo crecimiento están dominados actualmente en su estrato superior por raulí, roble y coigüe. Árboles de mayor tolerancia a la sombra, que pertenecen al mismo tipo forestal, ocupan estratos intermedios y suprimidos de los rodales. De acuerdo al Reglamento Técnico del Decreto Ley 701 (Decreto Supremo N° 259 de 1980), el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe se define como tal si se encuentra representado por la presencia de cualquiera de las 3 especies (roble, raulí, coigüe) o una combinación de ellas, constituyendo la asociación, o cualquiera de estas especies por sí sola, más del 50 % de los individuos por hectárea con un diámetro no inferior a 10 cm, medidos a 1,30 m de altura.

Los renovales presentan una composición y estructura mucho más simple que el bosque adulto, es decir, presentan menor variabilidad en la cantidad de especies y las clases diamétricas tienden a concentrarse en un rango definido. En el caso del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, los renovales jóvenes que están en proceso de establecimiento y alta competencia no tienen regeneración de *Nothofagus*. Presentan, además, la etapa de más rápido crecimiento en la formación de un bosque (Donoso, 1993; Donoso *et al.*, 1993). Aun cuando los renovales presentan una apariencia más homogénea que el bosque adulto, la

distribución y densidad del bosque son variables. La distribución puede presentarse al azar y/o agrupada, afectando entonces la densidad local, sin embargo, esta variabilidad es mínima si se compara con la de un bosque adulto maduro, donde además, aparecen muchas más especies, diferentes edades y una estructura más compleja con gran variabilidad en los diámetros (Martínez, 1999).

La dinámica de regeneración de los renovales de *Nothofagus* estaría determinada por perturbaciones naturales de gran escala como deslizamientos por sismos o caídas masiva por efectos del viento. En ausencia de factores exógenos, tales como terremotos y volcanismos, movimientos de glaciares, viento, incendios y acción de herbívoros, prevalecerían los cambios autogénicos, dando paso a un proceso sucesional que favorecería a las especies tolerantes (Veblen y Ashton, 1978 y Veblen *et al.*, 1980, 1981 y 1996 citados por Grosse y Quiroz, 1999; Uebelhör, 1984 citado por Grosse y Quiroz, 1999).

Métodos de Silvicultura para Bosques Secundarios de *Nothofagus*

Existen diversas experiencias prácticas documentadas que han sido desarrolladas en bosques de segundo crecimiento y en plantaciones con roble, raulí y coigüe, las que han permitido definir posibles acciones silviculturales, destacándose el Criterio del Árbol Futuro y el Raleo Selectivo con criterio biológico. El primero considera según grado de importancia: vitalidad, calidad fustal y espaciamento en el manejo del rodal como criterios fundamentales del raleo (Grosse y Quiroz, 1999) y, el segundo, define como una mezcla de raleo por lo alto, medio y por lo bajo, con parámetros de selección que responden a una evaluación individual árbol a árbol, en función de la especie, calidad (forma y sanidad), competencia de copas (intra e interespecífica), competencia fustal, grado de tolerancia a la sombra y de presencia de huecos o claros en el bosque (Martínez, 1999).

Actualmente se encuentran en vigencia las Normas de Manejo para Raleo de Renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe y son pautas silviculturales de manejo aplicable a los renovales de este tipo. Pueden ser acogidos a esta norma rodales de hasta 20 hectáreas, cuya sumatoria total de rodales debe ser menor o igual a 500 hectáreas por predio, de los siguientes Subtipos Forestales: Renovales de Roble-Raulí, Renovales puros de Coigüe, Renovales de Roble-Raulí que incluyen Coigüe, Renovales de Roble-Raulí con especies tolerantes y Renovales de Coigüe con especies tolerantes. Para que a los Renovales de Roble-Raulí-Coigüe pueda ser aplicada esta norma, estos deben presentar una altura media total mayor o igual a 1,3 metros y un diámetro medio cuadrático (DMC) menor o igual a 35 cm.

Es importante considerar que prácticamente todos los renovales están siendo intervenidos tardíamente, lo cual implica tomar todas las precauciones para no desestabilizar los rodales a través de raleos muy fuertes. También existen situaciones de bosques de segundo crecimiento empobrecidos respecto a su composición de especies y calidad por la acción antropogénica (Grosse *et al.*, 1996).



Diversidad Biológica

La diversidad biológica significa la variabilidad entre organismos vivientes de todas las fuentes, incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (CBD, 1992). Este concepto es de gran complejidad, principalmente en lo que respecta a su cuantificación, actualmente en la práctica sólo componentes limitados de biodiversidad pueden ser medidos.

Es importante reconocer que la biodiversidad no es sólo riqueza de especies, aun cuando la mayor parte de las definiciones se enfocan en esto. El objetivo del mantenimiento de la biodiversidad se relaciona estrechamente con algunos otros objetivos, tales como el mantenimiento de ecosistemas o la integridad biótica, o asegurando la sustentabilidad del manejo de recursos naturales (Roman *et al.*, 2001; Hunter, 2004). Analizando la biodiversidad en un enfoque ecosistémico, Crow *et al.* (1994) identificaron un modelo que denominaron diversidad ecológica, el cual interrelaciona tres subgrupos de diversidad: diversidad composicional, diversidad estructural y diversidad funcional. La diversidad composicional se refiere a los elementos fundamentales de la diversidad, las especies, así como la genética y las comunidades y ecosistemas que proveen su contexto. La diversidad estructural se refiere a cómo los elementos de la diversidad se ordenan en relación a cada uno de los otros en el tiempo y el espacio; así la diversidad estructural incluye el tamaño, forma y distribución de especies, hábitat y comunidades a través del paisaje y patrones de cambio sucesional. La diversidad funcional es caracterizada por procesos ecológicos, tales como ciclo de nutrientes, descomposición, flujo de energía y reflexiones a nivel trófico. La diversidad funcional también incluye la variación temporal y las intensidades de perturbaciones naturales que muchas especies y comunidades requieren para persistir.

Cada uno de los tipos y niveles de biodiversidad puede ser expresado a una escala espacial y temporal. A escala espacial, es particularmente relevante el manejo, porque las estrategias que favorecen la diversidad local pueden resultar en una disminución en la diversidad regional (Crow, 1990 citado por Roberts y Gilliam, 1995). En el caso de la escala temporal, también se pueden evaluar cambios en la biodiversidad. Por ejemplo, la diversidad composicional puede mostrar patrones distintivos durante los diferentes estados serales de la sucesión de acuerdo a cambios en las interacciones competitivas, que pueden ser muy complejos (Oliver y Larson, 1990). Un rodal forestal experimentará varios de estos diferentes procesos que afectan a la diversidad al mismo tiempo (Roberts y Gilliam, 1995). El tipo de diversidad, nivel de organización biológica y escalas espaciales y temporales debe ser claramente especificado antes de intentar realizar cualquier valoración de la biodiversidad.

Los índices de diversidad han sido usados a menudo en investigación ecológica, para caracterizar la diversidad de especies, en relación a la conservación de la naturaleza y el monitoreo ambiental (Magurran, 1989; Spellerberg, 1991). En los últimos años estos índices han atraído la atención en investigación de manejo forestal y han sido aplicados para expresar la diversidad en la distribución espacial, características de los árboles y competencia en los rodales (Heusèrr, 1998). Crow *et al.* (1994) señalan que el manejo forestal es a una escala de paisaje, lo cual involucra el tamaño, la distribución y configuración de las unidades biológicas y de los vínculos entre ellas. Desde la perspectiva de manejo forestal las preguntas y conceptos de diversidad biológica son dirigidos primero como diversidad de especies y segundo como diversidad de hábitat (Kuusela, 1998; Davis *et al.*, 2001).

Gestión de Bosques y Modelos de Optimización

Tradicionalmente, al evaluar el recurso bosque, se lo valora desde el punto de vista de la producción de madera, lo cual se hace a través de inventarios de crecimiento, generando funciones, y estableciendo los posibles productos entre los cuales se destaca madera pulpable, aserrable y debobinable. Esta información por sí misma no es adecuada para la evaluación y predicción de resultados ecológicos. Se requiere información adicional que permita evaluar y predecir cambios en hábitat, biomasa, infiltración del agua, procesamiento de carbono, características visuales y otros resultados ecológicos (Davis *et al.*, 2001).

El enfoque de mantener la sustentabilidad en los ecosistemas forestales se ha desarrollado bastante en los modelos de gestión y planificación considerando restricciones que incorporan la regulación del inventario final, la regulación del flujo de madera durante el horizonte de planificación, la regulación del flujo de caja y la regulación del inventario por clases de edades. Un buen resumen de situaciones tipo se puede encontrar en Davis *et al.* (2001) y Buongiorno y Gilles (2003). El modelamiento del recurso, desde el punto de vista productivo maderero y otros usos múltiples, ha sido abordado por distintos autores, Paredes y Brodie (1988), incorporan restricciones ambientales en un modelo de programación lineal; Bertomeu y Romero (2001) proponen el desarrollo de un modelo que incorpore la biodiversidad con estructura de programación por metas mixta entera y Nalle *et al.* (2004) desarrollan un método que combina un modelo económico y ecológico, este último desde el punto de vista de la conservación de especies.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de estudio se localiza en la comuna de Lanco (X Región de Chile) en la superficie cubierta por renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe. La información base del presente trabajo proviene del inventario forestal realizado por el Proyecto FDI-CORFO Desarrollo y Aplicación de Alternativas de Manejo para el Abastecimiento Continuo de Bienes y Servicios (INFOR, 2003) y del Catastro de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAF y CONAMA, 1999). La superficie total de renovales de Roble-Raulí-Coigüe de la comuna de Lanco es de 7.976,6 ha (Cuadro N° 1). La superficie factible de manejar son 6.867 hectáreas y se obtuvo descontando un buffer de 30 metros a los cursos de agua y la superficie con pendiente superior a 45 %. Esta información se unió con la información de propiedad predial para obtener las unidades de manejo, que totalizaron 729 unidades. El tamaño medio del rodal es de 9,42 hectáreas, existen 107 rodales con una superficie menor a 0,5 ha y solo 94 rodales con superficies mayores a 20 ha.

Cuadro N° 1

EXISTENCIAS DE RENOVALES DE ROBLE-RAULÍ-COIGÜE DE LA COMUNA DE LANCO SEGÚN TIPO DE COBERTURA

Tipo Cobertura	Volumen Bruto Medio (m ³ ssc)	Área Basal Promedio (m ² /ha)	Densidad Promedio (arb/ha)	Superficie (ha)	Error Volumen (%)
Renoval abierto	210,26	26,57	683	732,7	S/I
Renoval semidenso	214,66	27,21	798	5.223,7	18,2
Renoval denso	280,69	35,79	1.050	2.020,2	24,5
A nivel comunal	232,16	29,48	864	7.976,6	10,4

Análisis de la Biodiversidad

El análisis de la biodiversidad se realiza de acuerdo a un enfoque de ecosistema según Crow *et al.* (1994), considerando un análisis de la biodiversidad composicional y estructural. Para este estudio de caso se considera solamente las especies del estrato arbóreo. Se estableció dos etapas en el análisis de la biodiversidad, en la primera etapa este análisis fue desarrollado con la información de las parcelas de inventario del recurso, en una segunda etapa se seleccionó algunos de los índices descritos en la primera para ser calculados en los rodales del modelo.

En la primera etapa se calculó para la diversidad composicional los siguientes índices: Riqueza Específica, Índice de Diversidad de Margaleff, Índice de Diversidad de Menhinick, Índice de Diversidad de Berger – Parker e Índice de Shannon-Wiener. Para la biodiversidad estructural se consideró la estructura horizontal y vertical. En una segunda etapa se seleccionó dos índices, los más representativos y más usados para ser evaluados en el modelo, el Índice de Shannon-Wiener y el Índice de estructura horizontal (Cuadro N° 2). El primero expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Peet, 1974; Magurran, 1989), a mayor valor mayor biodiversidad. El segundo es determinado de acuerdo a la desviación típica del DAP, a mayor desviación típica mayor biodiversidad.

Cuadro N° 2
ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD

Índice	Fórmula	Variables
Índice de Shannon-Wiener (ISW)	$ISW_i = - \sum_{(i=1)}^{N_s} P_i \ln(P_i)$	P_i : Abundancia relativa de una especie en la unidad muestral $i = n_i/N$ N_s : Número de especies presentes n_i : Número de individuos de la especie "s" N : Número total de individuos
Índice de estructura horizontal (IDH)	$IDH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$	n : número total de árboles en la parcela d_i : diámetro de cada árbol en la parcela \bar{d} : diámetro medio de la parcela

Proyecciones de Crecimiento

Para poder hacer la planificación del recurso asociado a los renovales de Roble-Raulí-Coigüe, es necesario proyectar el crecimiento, para la primera rotación se utilizaron funciones de crecimiento desarrolladas en el marco del proyecto INFOR tales como función de sitio, edad, proyección de área basal, número de árboles por hectárea (mortalidad natural), proyección de altura dominante y proyección de volumen total. Los datos de crecimiento fueron obtenidos de tarugos de crecimiento que se extendieron hasta por 6 años (los últimos 6 años de crecimiento), por lo tanto, las proyecciones obtenidas asumen que las condiciones que generaron el crecimiento de los últimos años, se mantendrán constantes en los próximos años (INFOR, 2003). Esto determina que la información debe ser usada con precaución, no obstante, la información es la más adecuada para el sitio en estudio. Ante la imposibilidad de

proyectar las mismas funciones de crecimiento en la segunda rotación, se consideró la utilización de incrementos medios para las principales variables de crecimiento según la bibliografía con el fin de modelar la biodiversidad en la gestión del rodal. Una vez proyectados los crecimientos de los rodales en el tiempo, fue necesario aplicar el método de recuperación de parámetros, que permitiera reconstruir la tabla de rodal desde los parámetros agregados del rodal y así conectar el raleo por porcentaje de área basal con el número de árboles remanentes, este procedimiento se realizó de acuerdo a lo desarrollado por INFOR (2003).

Opciones de Manejo

El objetivo de manejo definido para el recurso es la producción maderera. La definición de las opciones de manejo factibles de realizar en los bosques de renovales se efectuó tomando en cuenta las disposiciones legales. De esta manera se define tres alternativas de manejo: manejo intensivo, manejo extensivo y sin manejo, las dos opciones que consideran manejo se basan en las normas de manejo para el raleo de renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe. El manejo intensivo extrae 40 % del área basal y el extensivo 20 % del área basal, en ambos casos los raleos son proporcionales al número de individuos de cada clase diamétrica. El momento de la cosecha se define en función del último raleo posible y se considera tres momentos de cosecha 5, 10 y 15 años después del último raleo, quedando así tres secuencias de manejo. Posterior a la cosecha la regeneración se realizará por plantación, con una densidad de plantación de 2.200 plantas por hectárea, densidad que se ajusta a la mayoría de los estudios en este tipo forestal (Donoso *et al.*, 1999). La opción sin manejo no considera raleos y la tala rasa se realiza a una edad mínima de 60 años y una máxima de 80. Estas edades de cosecha se basan en la situación actual de los renovales en Chile, cuyas edades varían entre los 40 y 80 años. La regeneración se define de manera similar a las opciones con manejo. Para la evaluación económica se consideró una tasa de interés del 10 % y tres tipos de productos: pulpable, aserrable y debobinable, con sus respectivos destinos.

Información de Biodiversidad a Rodales

Para el cálculo de cada uno de los índices de biodiversidad, el paso de la información de las parcelas a los rodales se realizó de la siguiente forma:

- Índice de Shannon-Wiener: En una primera etapa se determinó el número de especies presentes en los rodales a partir de los datos del Catastro de Recursos Vegetacionales, que describe hasta 6 especies dominantes. Esta información fue comparada con los resultados obtenidos en las parcelas de inventario, teniendo características muy similares. En una segunda etapa, a partir de la información del inventario se clasificó las parcelas por número de especies y categorías de densidad (1: < a 350, 2: 350 – 550, 3: 550 – 800, 4: 800n– 1200, 5: 1200 – 1850 y 6: > 1850), calculándose valores promedio para cada categoría, se asumió que el número de especies no variará en el tiempo y que la proporción de individuos por especie cambiará de acuerdo al cambio de número de árboles por hectárea. Para el caso de rodales sin manejo se asimilarán las mismas proporciones obtenidas en las parcelas y para el caso de los rodales con manejo se considerará la proporción de individuos por especie de acuerdo a lo señalado por las normas de manejo (Cuadro

Nº 3), de tal manera que la proporción de árboles de selección corresponde a los *Nothofagus* y la proporción de árboles secundarios a las especies tolerantes acompañantes. Así, si un rodal tiene un número de especies igual a cuatro, una especie será *Nothofagus* y las otras tres se dividirán en partes iguales para la proporción de árboles secundarios.

- Índice de Estructura Horizontal, se calculará en cada período a partir de la tabla de rodal

Cuadro Nº 3

NÚMERO DE PIES A DEJAR EN LOS RODALES PARA SUBTIPOS ROBLE-RAULÍ, ROBLE-RAULÍ QUE INCLUYEN COIGÜE Y ROBLE-RAULÍ CON ESPECIES TOLERANTES CON CÁLCULO DE PROPORCIÓN DE INDIVIDUOS

DMC (cm)	Densidad mínima (Nº pies/ha)	Cantidad mínima a dejar (Nº pies/ha)			Proporción de árboles a dejar (%)	
		Total	Árboles de selección	Árboles secundarios	Árboles de selección	Árboles secundarios
5 – 9,9	2.820	1.842	602	1.240	0,327	0,673
10 – 14,9	1.842	1.203	483	720	0,401	0,599
15 – 19,9	1.203	786	387	399	0,492	0,508
20 – 24,9	786	513	310	203	0,604	0,396
25 – 29,9	513	332	249	83	0,750	0,250
30 – 35,0	332	250	200	50	0,800	0,200

Formulación del Modelo de Optimización

Para la formulación del modelo de programación lineal se definió un horizonte de planificación de 100 años y períodos de 5 años. Para el modelo base se consideró el Modelo I de Johnson & Scheurman (1977) que permite mantener la identidad de los rodales durante el horizonte de planificación, lo que es útil para modelar comportamientos locales (de un rodal o de un grupo de rodales) en el tiempo, de los distintos índices de biodiversidad a utilizar. La función objetivo maximiza el valor actual neto, teniendo en cuenta restricciones de flujo de volumen y de mantenimiento de la biodiversidad. La formulación del modelo considera la siguiente función objetivo:

Max.
$$\sum_{i=1}^{732} \sum_{q=1}^{R_i} d_{iq} * X_{iq}$$

Donde:

d_{iq} :	Valor actual (VNP) [\$/ha] de una hectárea del rodal "i" asignada a la secuencia de manejo "q".
X_{iq} :	Superficie del rodal "i" asignada a la secuencia de manejo "q".

-Sujeto a las restricciones de superficie del rodal:

$$\sum_{q=1}^{R_i} X_{iq} = AREA_i \quad i = 1, \dots, 732$$

Donde:

$AREA_i$:	Superficie total del rodal "i".
------------	---------------------------------

Además, se incorpora restricciones que permiten la cuantificación de las actividades (o productos) que se desea regular en el tiempo

- Cuantificación del volumen de madera

$$\sum_{i=1}^{732} \sum_{q=1}^R \text{rend}_{iqkj} * X_{iq} - V_{kj} = 0 \quad k = 1, \dots, 3; \quad j = 0, \dots, 20$$

Donde:

rend_{iqkj}	Rendimiento en volumen [m ³ /ha] de producto tipo "k" obtenido del rodal "i" en el período "j" por raleo o tala rasa, al ser asignado a la secuencia de manejo "q".
V_{kj}	Volumen (m ³) del producto tipo "k" obtenido en el período "j".

- Cuantificación de la superficie con niveles mínimos de un índice de biodiversidad específico

$$\sum_{i=1}^{732} \sum_{q=1}^R \text{bdr}_{niqj} * X_{iq} \sum_{x=1}^n I_{nxj} = 0$$

n = nivel mínimo a cuantificar para índice x
x = código del índice de biodiversidad
j = 0, ..., 20

Donde:

bdr_{niqj}	1:	Si el rodal "i" con secuencia de manejo "q", tiene en el período "j" un índice "x" igual o superior al valor "n".
	0:	En caso contrario
I_{nxj}		Superficie (ha) que en el período "j" presenta un valor igual o superior a "n" para el índice de biodiversidad X

De este modo, se configuró restricciones adicionales que utilizan las variables de cuantificación de volumen de madera y de superficie con niveles mínimos de índices de biodiversidad, para la regulación de los respectivos niveles en el tiempo. Los umbrales de los índices de biodiversidad se fijaron de acuerdo a los valores medios obtenidos en las parcelas de inventario.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos a partir del modelo, en ocho escenarios distintos, son resumidos en el Cuadro N° 4. El escenario 1 es un escenario base sin regulación donde se alcanza un valor total de la función objetivo de 4.007 miles US\$. El escenario 2 incorpora la restricción de volumen total no decreciente y la función objetivo tiene una disminución del 7 %.

Al analizar los escenarios con restricciones de biodiversidad (Escenario 3, 5 y 7), la función objetivo disminuye en mayor porcentaje, siendo la mayor disminución en el escenario 5 que considera la restricción de mantener una superficie no decreciente que tenga un valor de índice de Shannon-Wiener (ISW) mayor o igual a 1,0 provocando una disminución de un 20 % del valor de la función objetivo en un escenario sin restricciones.

En el escenario 4 se considera una restricción en que se pide una superficie no decreciente con ISW mayor o igual a 1,2 obteniéndose una solución infactible. Al relajar esta exigencia a una categoría de ISW mayor o igual a 1,0, el modelo encuentra una solución

factible (escenario 5). Sin embargo, al combinar esta última restricción con la de volumen no decreciente (escenario 8) o con la superficie no decreciente con índice de estructura horizontal (IDH) mayor o igual a 8 (escenario 6), la solución se presenta infactible, lo que permite suponer el alto nivel de exigencia que da al modelo la restricción de mantener superficie no decreciente con un ISW mayor o igual a 1,0.

Cuadro N° 4
VALOR DE LA FUNCIÓN OBJETIVO PARA DISTINTAS RESTRICCIONES

Escenario	Volumen total no decreciente	Superficie IDH \geq 8, no decreciente	Superficie ISW \geq 1.2, no decreciente	Superficie ISW \geq 1.0, no decreciente	Valor Función Objetivo [miles US\$]
1					4.007
2	X				3.740
3		X			3.400
4			X		infactible
5				X	3.186
6		X		X	infactible
7	X	X			3.206
8	X			X	infactible

En la comparación entre el escenario 2 (volumen no decreciente) y el escenario 7 (volumen no decreciente y superficie no decreciente con IDH mayor o igual a 8) (Figura N°1), se observa cómo afecta a la solución óptima (volumen, superficie por categoría IDH, superficie por categoría ISW) el grupo de restricciones de biodiversidad de estructura horizontal incorporadas en el modelo. En particular, al observar el efecto en el volumen, el escenario 7 extrae menor cantidad de volumen en los primeros periodos del horizonte temporal y luego aumenta esta cantidad a un nivel mayor que el flujo de volumen del escenario 2. Por otra parte, al ver el efecto en el volumen de los distintos tipos de productos, la distribución temporal del volumen pulpable (procedente en su mayoría de raleos) se ve alterada, con una disminución drástica en los periodos 1, 2 y 16, probablemente debida a la reducción de los raleos con el fin de mantener el nivel de biodiversidad horizontal requerido.

La Figura N° 2 muestra la evolución de la superficie por categoría de IDH en los escenarios 1, 3 y 5 y pone de manifiesto que la restricción sobre el valor mínimo del índice de Shannon tiene una influencia mayor que la restricción sobre el valor mínimo de IDH en los resultados del modelo. Este resultado se da también para la evolución del volumen y de la superficie de ISW. El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y no alcanza valores muy altos en este tipo de bosques. Por tanto, la imposición de un umbral mínimo de ISW = 1,0 fuerza al modelo a reducir el número de raleos, que tienden a homogeneizar la masa, y elegir la opción sin manejo, que conduce a una distribución de especies más equilibrada. Cabe plantearse si los umbrales impuestos al valor de ISW son demasiado altos o si el índice de Shannon es una medida de biodiversidad forestal útil en la gestión de este tipo de bosques.

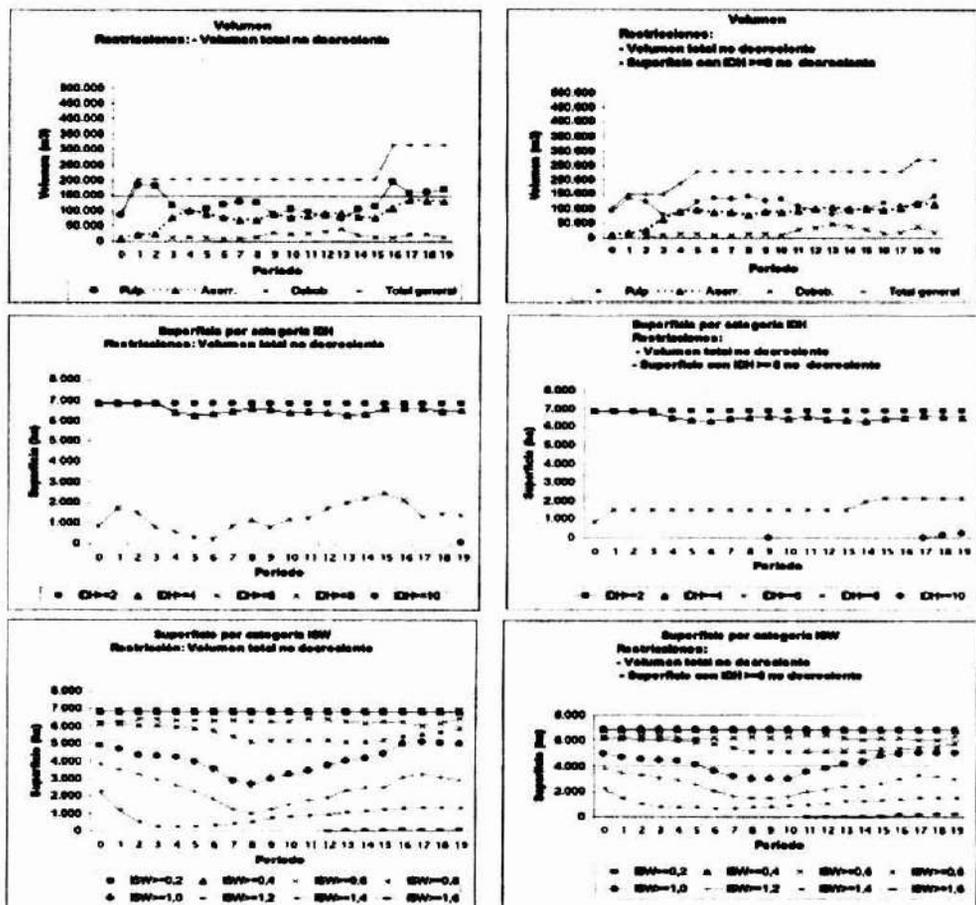


Figura N° 1
COMPARACIÓN DE LOS ESCENARIOS 2 Y 7

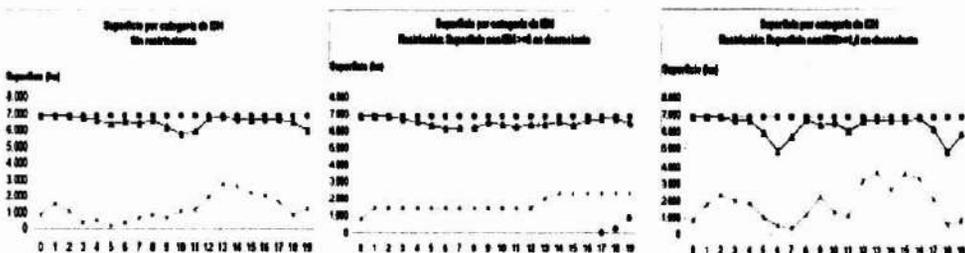


Figura N° 2
EVOLUCIÓN DE SUPERFICIE POR CATEGORÍA DE IDH EN ESCENARIOS 1, 3 Y 5

CONCLUSIONES

Los valores de los índices de diversidad composicional y estructural muestran un recurso relativamente homogéneo, que se correspondería con su estado de desarrollo. En el caso de la composición, la diversidad de especies se concentra en valores de 1 a 4 especies de riqueza específica. A pesar de la homogeneidad aparente en los valores de los índices de biodiversidad, las especies tolerantes que acompañan al roble se distribuyen heterogéneamente en el territorio. La diversidad estructural horizontal y vertical es relativamente homogénea, concentrándose en ciertos valores que también serían característicos de bosques jóvenes.

Es factible formular un modelo de gestión en renovales de Roble-Raulí-Coigüe utilizando la programación lineal, que incorpore restricciones asociadas al mantenimiento de la biodiversidad forestal. El modelo desarrollado captura las relaciones entre la evolución de este tipo de bosques, la gestión, la producción y los índices de biodiversidad.

La imposición de umbrales mínimos a los índices de biodiversidad considerados trae consigo una disminución en el valor óptimo de la función objetivo, expresada en términos de valor neto presente, y esta disminución es superior a la que se produce en un escenario de volumen total no decreciente.

Los dos índices de biodiversidad utilizados, IDH e ISW, influyen de manera muy diferente en los resultados del modelo y en particular la restricción del índice de Shannon da lugar a cambios más drásticos que el resto de las restricciones. Existe la necesidad de estudiar en mayor detalle la fijación de umbrales al valor de ISW y la conveniencia de utilizar este índice como referencia en la gestión de este tipo de bosques.

REFERENCIAS

Bertomeu, M. y C. Romero, 2001. Managing Forest Biodiversity: A Zero-one Goal Programming Approach. *Agricultural Systems* 68: 197 – 213.

Buongiorno, J. y J. K. Pilles, 2003. Decision Methods for Forest Resource Management. Academic Press, United States of America. 439 p.

CBD (Convention on Biological Diversity), 1992. Texto del Convenio sobre la Biodiversidad biológica. P: 226 – 247. Naciones Unidas. <http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-un-es.pdf>

CONAF-CONAMA, 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile: Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. 89 p.

Crow, T., Haney, A. y D. Waller, 1994. Report on the Scientific Roundtable on Biological Diversity Convened by the Chequamegon and Nicolet National Forests. General Technical Report NC-166. USDA Forest Service. North Central Forest Experiment Station, Saint Paul, Minnesota, USA. 55 p.

Davis, L., Johnson, K. N., Bettinger, P. y T. Howard, 2001. Forest Management: to Sustain Ecological, Economic and Social Values. Fourth Edition. McGraw-Hill. 804 p.

Donoso, C., 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 479 p.

- Donoso, P., Donoso, C. y V. Sandoval, 1993.** Caracterización y Crecimiento de Renovales de Roble y Raulí en su Distribución Latitudinal en Chile. *Bosque* 14 (2): 35 – 56.
- Donoso, P., González, M., Escobar, B., Basso, I. y L. Otero, 1999.** Viverización y Plantación de Raulí, Roble y Coigüe en Chile. En *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile* Ed. A. Lara y C. Donoso.
- Grosse, H. Pincheira, M. e I. Quiroz, 1996.** Evaluación de Tratamientos Silviculturales en Renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*). Fundación Chile-INFOR. 53 p.
- Grosse, H. e I. Quiroz, 1999.** Silvicultura de los Bosques de Segundo Crecimiento de Roble, Raulí y Coigüe en la Región Centro-Sur de Chile. P: 95 – 128. En: *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile* Ed. A. Lara y C. Donoso.
- Heusèr, M., 1998.** Putting Diversity Indices into Practice. p: 171 – 180. In: *Assesment of Biodiversity for Improved Forest Planning*. Ed. P. Bachmann, M. Köhl y R. Päivinen. Kluwer Academic Publishers. 421 p.
- Hunter, M., 2004.** Biological Diversity. p: 3 – 21. En: *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Ed: M. Hunter. 698 p.
- INFOR, 1996.** Actualización Bosque Nativo VIII a X Región, extracto de resultados del Informe Final. Santiago, Chile. CORFO – INFOR, 20 p.
- INFOR, 2003.** Desarrollo y Aplicación de Alternativas de Manejo para el Abastecimiento Continuo de Bienes y Servicios en la Comuna de Lanco. Proyecto FDI-CORFO. 57 p.
- INFOR, 2004.** Caracterización Productiva de los Recursos Forestales Nativos de las Regiones IX y X. Informe Final. Proyecto FDI-CORFO.
- Jonhson, N. y L. Sheurman, 1977.** Techniques for Prescribing Optimal Timber Harvest and Investment under Different Objectives – Discussion an Synthesis. *Forest Science*. Mongraph 18. 32 p.
- Kapos, V. y S. Iremonger, 1998.** Achieving Global and Regional Perspectives on Forest Biodiversity and Conservation. P: 3-13. In: *Assesment of Biodiversity for Improved Forest Planning*. Ed. P. Bachmann, M. Köhl y R. Päivinen. Kluwer Academic Publishers. 421 p.
- Kuusela, K., 1998.** A Proposal to Combine Wood Production and Biodiversity Management by a Landscape Ecological Approach in Boreal Europe. p: 367– 380. In: *Assesment of Biodiversity for Improved Forest Planning*. Ed. P. Bachmann, M. Köhl y R. Päivinen. Kluwer Academic Publishers. 421 p.
- Magurran, A., 1989.** *Diversidad Ecológica y su Medición*. Ediciones Védra. 200 p.
- Martínez, A., 1999.** Silvicultura Práctica en Renovales Puros y Mixtos y Bosques Remanentes Originales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe. P: 145 – 175. En: *Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile* Ed. A. Lara y C. Donoso.
- McNeely, J. A., 2002.** La Biodiversidad Forestal a Nivel de Ecosistema: ¿cuál es el lugar de la población?. *Unasylva*. 209 (53):10 – 15.
- Nalle, D., Montgomery, C., Arthur, J., Polasky, S. and N. Schumaker, 2004.** Modeling Joint Production of Wildlife and Timber. *J. of Environmental Economics and Management* 48: 997 – 1017.
- Oliver, C. y B. Larson, 1990.** *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill, New York, USA. 467 p.
- Paredes, G. y J. Brodie, 1988.** Activity Analysis in Forest Planning. *Forest Science* 34 (1): 3 – 18.

Peet, R. K., 1974. Relative Diversity Indices. Ecology 56. 496 – 498.

Roberts, M. y F. William, 1995. Patterns and Mechanisms of Plant Diversity in Forested Ecosystems: Implications for Forest Management. Ecological Applications. 5 (4): 969 – 977.

Roman, G., Emerson, L. y K. Faiweather, 2001.

Forest Fragmentation and Biodiversity Conservation: Case Study of Costa Rica and Vancouver Island. ENVR 400. 122 p.

Spellerberg, I., 1991. Monitoring Ecological Change. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom.

BARRERAS Y OPORTUNIDADES PARA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE EN LA AMAZONIA

RESULTADOS DE UN ESTUDIO EN BRASIL, BOLIVIA Y PERÚ

César Sabogal¹, Laura Snook², Marco Boscolo³, Benno Pokorny⁴,
Marco Lentini⁵, Lincoln Quevedo⁶ y Violeta Colán⁷

RESUMEN

A pesar de las cuantiosas inversiones en investigación, asistencia técnica y capacitación, la adopción de prácticas de manejo forestal sostenible (MFS) en los trópicos permanece todavía en niveles muy bajos. En la Amazonia, se conoce mucho más de lo que actualmente es aplicado acerca del manejo de los bosques para la producción de madera. En el año 2001, se inició un proyecto de investigación para analizar el nivel de adopción de un conjunto de prácticas claves de MFS por parte de empresas madereras en Bolivia, Brasil y Perú. Dicho proyecto buscaba también determinar los factores que influyen en la adopción de esas prácticas. Con base en los resultados y lecciones obtenidas, el proyecto se propuso derivar estrategias para aumentar la adopción del buen manejo forestal en escala empresarial. Para este fin se empleó varias metodologías; una revisión del marco regulatorio para el manejo forestal en cada país; entrevistas a gerentes o propietarios de empresas y sus profesionales forestales (94 empresas en Brasil, 23 concesionarios en Bolivia, 66 productores en Perú), evaluaciones de campo sobre la aplicación de las prácticas seleccionadas (27 proyectos de manejo forestal en Brasil, 11 en Bolivia y 13 en Perú) y talleres con diversos actores del sector forestal.

Se encontró que en los tres países, las tasas de adopción de las prácticas de manejo son muy variables. En Brasil, se obtuvo una tasa promedio de adopción de 56%, 57% para Bolivia y 41% para Perú, aunque algunas prácticas son adoptadas más ampliamente en Brasil que en Bolivia o Perú. Estas prácticas, relacionadas principalmente con la planificación, incluyen el respeto a las áreas de reserva o de protección permanente, el control de la caza, el censo comercial, la protección del área de manejo, la planificación de caminos, la protección de los árboles de futura cosecha, el corte de lianas pre-aprovechamiento y los tratamientos silviculturales para promover el crecimiento y la regeneración. Las prácticas relacionadas con el aprovechamiento son adoptadas con mayor frecuencia en Bolivia que en Brasil o Perú; entre ellas, la protección de los árboles semilleros, la tala direccional, el monitoreo del crecimiento del bosque, la planificación de las viales de arrastre y el arrastre controlado. Los análisis revelaron que, generalmente, la regulación juega un papel crítico en promover la adopción de mejores prácticas de manejo forestal.

¹ Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR), Oficina Regional para América Latina. Belém, Brasil. Email: c.sabogal@cgiar.org

² Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IPGRI), Roma, Italia. Email: l.snook@cgiar.org

³ Consultor independiente, Massachusetts, USA. Email: Marco_Boscolo@harvard.edu

⁴ Instituto de Silvicultura, Universidad de Freiburg, Freiburg, Alemania. Email: benno.pokorny@waldbau.uni-freiburg.de

⁵ Instituto do Homem e o Meio Ambiente da Amazônia. Belém, Brasil. Email: lentini@amazon.org.br

⁶ Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), Santa Cruz, Bolivia. Email: lquevedo@scbbs.com.bo

⁷ CIFOR, Oficina de Coordinación en Perú. Pucallpa, Perú. Email: cifor-peru@cgiar.org

En Bolivia, el nivel promedio de adopción aumenta también con una mayor simplicidad (y menores costos de aplicación) de los elementos. En el Perú, la adopción disminuye cuando los beneficios económicos de las prácticas son a largo plazo, su aplicación requiere de altos costos de inversión y las normas no son exigentes. De otro lado, el análisis de la variabilidad en la adopción de prácticas entre las empresas en Brasil mostró que las localizadas en las llamadas fronteras forestales antiguas (con más de 20 años de actividad maderera industrial) están adoptando más las buenas prácticas de manejo que sus similares de fronteras recientes. Al parecer, esta mayor tasa de adopción en las fronteras antiguas no se debe tanto a la mayor experiencia de la empresa en el negocio forestal sino a otros factores, como mejor acceso a información, mayor percepción de la escasez del recurso forestal y mayor presión por cumplir las regulaciones. Además, se encontró que la superficie del área aprovechada anualmente, las inversiones realizadas, el número de trabajadores especializados y bien entrenados y la certificación contribuyen a una mayor adopción. En Bolivia, las inversiones en la concesión (en particular las conducentes a la certificación) influyen en los mayores niveles de adopción. La capacitación periódica a los trabajadores forestales y la asistencia técnica se asocian con una mayor adopción de ciertas prácticas de manejo. En el caso peruano, se encontró una alta variabilidad en la adopción de las prácticas entre pequeños extractores y empresas. Aparte de la obligatoriedad legal, otros factores que afectan la adopción son el desconocimiento de la rentabilidad del manejo, la débil administración de los recursos por el Estado (escasa supervisión y control) y la competencia desleal por madera extraída informal o ilegalmente.

En cada país se identificó estrategias específicas para mejorar la adopción del MFS en escala empresarial. Entre las estrategias en común destacan una revisión de la normativa forestal (para simplificar y hacer más claras las normas existentes y describir explícitamente cuáles prácticas importantes deben ser implementadas); mayor capacitación técnica a los diferentes actores involucrados en el manejo (desde gerentes hasta trabajadores); incentivos específicos para el manejo forestal (mayor acceso a información, asistencia técnica de calidad, créditos más flexibles); mejora de los sistemas de monitoreo y control; fortalecimiento de la administración forestal y de las instituciones de investigación y extensión forestal.

Palabras claves: Criterios e indicadores; empresas forestales; marco legal.

CONSTRAINTS AND OPPORTUNITIES TO THE ADOPTION OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT PRACTICES IN AMAZONIA RESEARCH RESULTS FROM BRAZIL, BOLIVIA, AND PERU

SUMMARY

In spite of the huge investments in research, technical assistance, and training, there is still little adoption of sustainable forest management practices (SFM) in the tropics. In Amazonia, far more knowledge has been generated than is currently applied in forest management for timber production. In 2001, a research project was initiated in Bolivia, Brazil and Peru aiming to analyze the adoption of a set of key practices for SFM by timber enterprises. The project was seeking to determine the factors influencing the adoption of such practices. Based on the results and lessons learned, the project defined strategies to increase the adoption of industrial-scale sound management practices. Several methodologies were employed to pursue this goal: a review of the legal framework for forest management in each country; interviews to managers and owners of enterprises and forest professionals working with them (94 enterprises in Brazil, 23 concession-holders in Bolivia, 66 timber producers in Peru), field visits to evaluate the application of the selected key practices (Brazil: 27, Bolivia: 11, Peru: 13), and workshops to discuss the results with a diverse stakeholders of the forest sector.

We found that the rates of adoption of the management practices among the three countries vary considerably. In Brazil, the mean rate of adoption was 56%, 57% in Bolivia, and 41% in Peru. Practices related to planning are more widely adopted in Brazil than in Bolivia or Peru, though. These practices include the respect of ecological reserves or permanent protection areas, hunting control, timber stock survey, protection of the management area, road planning, protection of future harvest trees, vine cutting, and silvicultural treatments to promote growth and regeneration. Other practices (mainly those related to harvesting) are more frequently adopted in Bolivia than in Brazil or Peru; among them, protection of seed trees, directional felling, monitoring of forest growth, skid trail planning, and controlled skidding. The analysis revealed that, in general, regulation plays a critical role in promoting the adoption of improved forest management practices. In Bolivia, simpler and cheaper to implement practices are better accepted. In Peru, adoption decreases if benefits are long-term, investment costs are high, and regulations are non-mandatory. In Brazil, on the other hand, enterprises located on the 'old forest frontiers' (with more than 20 years of industrial-scale timber activity) are more likely adopters of good forest management practices than their counterparts located in 'new forest frontier' areas. Apparently, this wider adoption rate in old frontiers does not have to do with the larger experience of enterprises, but with other factors, such as better access to information, increased perception of forest resource scarcity, and more effective law enforcement.

Other aspects that contribute to a larger adoption of the selected practices are the size of the annual harvesting area, the resources invested, the number of skilled and well trained forest workers, and certification. In Bolivia, investment in concessions (particularly those certification-oriented) influences on higher levels of adoption. Periodical training to workers and technical assistance are also related to a higher adoption of some management practices. In Peru, a high variability between small-scale loggers and timber enterprises adopting management practices was found. Besides legal enforcement, other issues affecting adoption

are: little knowledge on management profitability, governance failures (lack of supervision and control), and unfair competition from illegal loggers. In each one of the countries evaluated, specific strategies to improve industrial-scale SFM adoption were identified. Some of them, nonetheless, are common to the three countries. Among them, a review of forest regulations (seeking simplification and clarification of existing laws, and explicitly stating the practices to be implemented); more opportunities for training to all stakeholders involved in forest management (from managers to field workers); specific incentives for forest management (e.g. better access to information, quality technical assistance, more flexible access to credit); improved monitoring and control systems; strengthening of the forest administration and of research and outreach agencies.

Key words: Criteria and indicators; forest enterprises; legal framework.

INTRODUCCIÓN

Un buen manejo forestal puede aumentar los rendimientos de productos y servicios de un área determinada de bosque y reducir los impactos negativos de la extracción de madera (Bruijnzeel y Critchley, 1994, Fimbel *et al.*, 2001, Putz *et al.*, 2002, Applegate *et al.*, 2004). A pesar de ello, se ha estimado que apenas una mínima proporción de los bosques tropicales destinados a fines de producción son manejados con el objetivo de sostener los rendimientos de madera en escala comercial/industrial junto con otros valores y servicios (Poore *et al.*, 1989, FAO, 2005, ITTO, 2006)¹, lo que confirma que la vasta experiencia en manejo de bosques tropicales aún no es aplicada (p.ej., Poore *et al.*, 1989, Higman *et al.*, 1999, Putz *et al.*, 2000).

Aún aquellas prácticas de manejo que son conocidas y han demostrado ser efectivas para reducir el daño causado por el aprovechamiento comercial de madera y para sostener los rendimientos de madera y otros recursos bióticos, se aplican en apenas una pequeña minoría de unidades de aprovechamiento en los bosques tropicales (FAO, 1998, 2001; Richards, 2000, ITTO, 2006).

Dado el interés y las inversiones hechas para promover mejores prácticas en los trópicos, resulta sorprendente lo poco que se conoce actualmente acerca de las limitaciones para la adopción del *manejo forestal sostenible* (MFS). Hasta la fecha, los debates se han enfocado en percepciones sobre la desventaja financiera asociada con el buen manejo forestal, comparada con la explotación maderera (p.ej., Barreto *et al.*, 1998, Pearce *et al.*, 2001, Rice *et al.*, 2001, Holmes *et al.*, 2002), pero sólo unos cuantos trabajos han analizado los comportamientos y razonamientos de los que manejan los bosques en situaciones específicas (Putz *et al.*, 2000, Karsenty, 2001, Blate *et al.*, 2001).

A fin de entender mejor el grado en el cual las prácticas de MFS son aplicadas en bosques tropicales y los factores que impiden o favorecen su implementación, el Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) llevó a cabo un proyecto de investigación entre los años 2001 y 2004 para analizar el nivel de adopción de un conjunto de prácticas claves de MFS por empresas madereras en tres países amazónicos. Uno de los objetivos era evaluar los impactos de la reforma forestal en Bolivia, iniciada en 1996 con una nueva ley forestal (p.ej. Contreras y Vargas, 2001) que produjo cambios significativos en el contexto institucional para el manejo de sus bosques. Como parte de esta evaluación, se hizo una comparación semejante en Brasil y Perú.

¹ Según un estudio de la FAO (Loyche-Wilkie 2001), la superficie boscosa bajo planes de manejo llega apenas a un 6% de la cobertura boscosa mundial. En un reciente informe de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) sobre sus países miembros productores, se estima que al menos 25,2 millones de hectáreas de hectáreas del área permanente de bosque natural para producción (de madera) – o sea 7,1% de un total de 353 millones de hectáreas – son manejadas sosteniblemente. Este porcentaje baja a un 3,5% (6,47 millones de hectáreas de un total de 185 millones) en el caso de países productores en América Latina y el Caribe (ITTO 2006).

² Para Bolivia: Snook *et al.* (en prensa); para Brasil: Sabogal *et al.* (2006) y Sabogal *et al.* (en prensa); para Perú: Smith *et al.* (2003, 2006), Colán *et al.* (en prensa).



La investigación fue diseñada para responder a las siguientes dos preguntas principales:
 (1) ¿En qué grado empresas que manejan áreas boscosas en estos tres países aplican buenas prácticas de manejo para sostener la productividad y los servicios ambientales del bosque?; y
 (2) ¿Cuáles son los factores que influyen (restringen o fomentan) la adopción de estas prácticas? Uno de los propósitos del estudio fue usar los resultados para proponer estrategias y recomendaciones específicas para aumentar la adopción de buenas prácticas de manejo por empresas forestales en la Amazonia.

ANTECEDENTES

Recurso Forestal y Marco Legal para el Manejo del Bosque Amazónico en los Países de Estudio

El Cuadro N° 1 son presentadas varias estadísticas sobre cobertura forestal y producción de madera para los tres países. El recurso forestal cubre más de la mitad de la superficie en cada país, localizado mayormente en la porción amazónica. Según un reciente informe de la OIMT (ITTO, 2006), los bosques naturales con fines de producción representan, en términos de cobertura forestal total, alrededor de 29% en Bolivia, 21% en Brasil y 36% en Perú. Además, los tres países presentan superficies comparativamente similares (entre 5,0 y 5,47 millones ha) de bosques naturales con planes de manejo. En términos relativos, sin embargo, Brasil tiene solamente 5,4% de su área forestal permanente de producción natural bajo planes de manejo, en comparación con 20% en el Perú y 32% en Bolivia. De otro lado, con 2,21 millones ha, este último país tiene la superficie más grande de bosque natural certificado en América Latina, habiendo conseguido un alto estándar de manejo forestal.

Cuadro N° 1
ÁREAS FORESTALES Y PRODUCCIÓN DE MADERA EN LOS BOSQUES AMAZÓNICOS DE BOLIVIA, BRASIL Y PERÚ

Estadísticas	Bolivia	Brasil	Perú
1. Área forestal total, en 1000 ha (en paréntesis el porcentaje de la superficie total del país)	58 740 (54.2%)	477 698 (57.2%)	68 742 (53.7%)
2. Tasa anual de deforestación para el periodo 2000-2005, en ha/año (en paréntesis el porcentaje del cambio anual total)	- 135 200 (-0.5%)	- 3 466 000 (-0.6%)	- 224 600 (- 0.1%)
3. Área Forestal Permanente (AFP), en 1000 ha			
Total	31 760	372 810	41 150
Producción natural	17 000	98 100	24 600
Adjudicado a concesiones/bajo licencia	5 470	n.a.	8 000
Con planes de manejo	5 470	5 250	5 000
Certificado	2 210	1 160	58.5 **
Manejado sosteniblemente	2 210	1 360	560
4. Producción nacional de madera industrial en 2003, en m ³			
Madera redonda (trozas)	650 000	29 700 000	1 290 000
Madera aserrada (maderas tropicales)	347 000	15 900 000	528 000
Madera compensada (maderas tropicales)	--	1 200 000	101 000
5. Número de empresas madereras	84*	2146 ^b	584 ^c

Fuentes de información para los ítems 1 y 2: FAO (2005); para los ítems 3 y 4: ITTO (2006).

* Número de concesiones al año 2003. Fuente: Superintendencia Forestal (2004).

^b Número de empresas madereras en la Amazonia Legal en el 2004, sin contar los micro-aserraderos (con consumo de 1500 m³ de trozas/año). Fuente: Lentini et al., 2005.

^c Número de contratos en las concesiones forestales con fines maderables, sobre una superficie total de 7,38 mill. ha. Fuente: INRENA, 2006. En comparación, hasta mediados del 2001 se tenían 1,85 mill. ha de bosques en explotación bajo el régimen forestal anterior a través de más de 1500 contratos de aprovechamiento, la mayoría en áreas por debajo de 1000 ha, con un volumen total autorizado de madera bajo esos contratos de unos 3 millones m³ (INRENA, 2001).

Con respecto al marco legal, en Bolivia el manejo forestal es regulado por la Ley Forestal 1700 de Julio de 1996 y su reglamento aprobado en diciembre de 1996 y una serie de normas técnicas aprobadas en 1997. La mayoría de los bosques naturales pertenecen al Gobierno. El acceso a los recursos forestales se basa en permisos de aprovechamiento de madera que pueden ser adquiridos legalmente por: a) Empresas madereras por medio de concesiones en terrenos nacionales; b) Asociaciones Locales del Lugar, por medio de concesiones sobre terrenos municipales; c) Permisos de manejo forestal en terrenos indígenas (Tierras Comunitarias de Origen); o d) Permisos de aprovechamiento en terrenos privados.

Todos estos requieren de la aprobación por parte de la Superintendencia Forestal de un plan de manejo forestal y planes operativos anuales forestales y todos requieren el pago anual de una patente forestal de US\$1/ha (Contreras y Vargas, 2002, Pacheco, 2003)¹. La Superintendencia Forestal ha gozado de independencia y cierta autonomía económica y administrativa del gobierno central (Cámara Forestal de Bolivia, 2006).

El sector forestal del Brasil es fuertemente regulado, si bien las regulaciones han evolucionado parcialmente reflejando esfuerzos del gobierno para incorporar el creciente conocimiento ecológico y social acerca de sus bosques tropicales (Lele *et al.*, 2000). La ley forestal enmendada de 1965 (*Código Florestal, Lei 4.771/65*) es el principal instrumento de política forestal en el país, estableciendo la necesidad de planes de manejo para el aprovechamiento de recursos forestales en la Amazonia. Pero fue sólo en 1994 que el gobierno definió el MFS en términos prácticos (Hummel, 2000) a través de instrucciones normativas que disciplinaban su aplicación para la elaboración y presentación de planes de manejo forestal. Está en vigor la norma MMA 04/2002 (*IN-04*), que establece las normas técnicas para el manejo forestal en la Amazonia. Por ley, el uso de los recursos naturales forestales en tierras privadas requiere la presentación de un plan de manejo forestal. También puede aprovecharse madera cuando la tierra es convertida a otros usos tales como la agricultura. Casi todo el manejo para producción es conducido por empresas privadas en bosques bajo propiedad privada (ITTO, 2006)².

¹ Debido a la crisis económica del sector forestal, en 2003 se cambió el sistema de pago de patente a uno mucho más favorable a las empresas concesionarias, de la siguiente manera: US\$1/ha efectivamente aprovechada (es decir, por el área de aprovechamiento anual), más aproximadamente US\$4/ha por concepto de patente de regulación (en beneficio de la Superintendencia Forestal). El monto total a pagar es entonces de aproximadamente US\$5/ha efectivamente aprovechada (Camacho, 2003).

² El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) viene conduciendo desde el 2003 un proceso de reformulación de los reglamentos que interfieren en el manejo forestal en la Amazonia, en dos líneas o ejes. El primero y más importante ha sido la formulación y aprobación (en marzo del 2006) de una ley para la gestión de los bosques públicos que, entre otros, establece reglas para el manejo forestal en áreas públicas por medio de tres modalidades (PNF). El segundo eje es la revisión de las normas para el manejo forestal: en la actual normativa la diferenciación de las categorías de planes de manejo forestal está fuertemente influenciada por el perfil del ejecutor (razón social, organización social), pero que poco se relaciona a exigencias técnicas compatibles con su real capacidad técnica de ejecutar el manejo forestal (Freitas y Hummel, en prensa).

³ Como parte de dicha ley, el aprovechamiento de maderas en el país se venía realizando a través de tres modalidades: permisos, autorizaciones y contratos. Habían dos tipos de contratos: aquellos para superficies mayores de 1000 ha y hasta 100,000 ha por 40 años renovables cada 10 años, que exigían la presentación de estudios de factibilidad técnico-económica. El otro tipo eran contratos de corta duración (de dos hasta máximo 10 años) sobre superficies menores a 1000 ha, que fueron diseñados como respuesta social para los pequeños extractores que empleaban prácticas de extracción no mecanizada; entre otras facilidades, en este tipo de contrato no se exigían planes de manejo o estudios específicos. Esta opción constituyó la fórmula ideal que emplearon muchos industriales y acopiadores de madera para burlar las exigencias de planes de manejo, pues resultaba más fácil capitalizar a los pequeños extractores o contratarlos como mano de obra para manejar varios contratos de menos de 1000 ha que la autorización para extraer y producir en varios miles de hectáreas, lo cual requería de estudios específicos (Hidalgo 2003).

En el caso del Perú, el principal instrumento legal es la Ley Forestal y de Fauna Silvestre 27308 del 2000 y su reglamento aprobado en 2001. Esta nueva ley reemplazó a la anterior de 1975 (Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Decreto Ley N° 21147), que creó un virtual caos en la explotación de los recursos forestales más accesibles en la Amazonia y un sistema con extensos impactos sociales (p.ej., Smith *et al.* 2003, Galarza y La Serna 2005)³. Sin embargo, durante el periodo del estudio estaba vigente todavía la ley anterior, que daba acceso a los bosques. Con la promulgación de la Ley 27308 se inició un nuevo régimen forestal que promueve el uso integral del recurso forestal y compromete la elaboración e implementación de planes de manejo para todas las modalidades de acceso al recurso.

MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre los años de 2001 y 2004 a través de tres fases, cada una aplicando metodologías específicas: 1) Entrevistas con empresarios (fase 1); 2) Evaluaciones de campo (fase 2), y 3) Talleres de discusión con diferentes actores (fase 3). El foco del estudio se centró en las principales áreas productoras de madera en las zonas tropicales de Bolivia (Departamentos de Santa Cruz, Beni, Pando y La Paz), Brasil (Estados de Pará, Mato Grosso y Rondônia) y Perú (Departamentos de Ucayali y Loreto).

Para preparar el estudio se recopiló información secundaria y se estableció contactos con diversos actores claves en los tres países. Además, se realizó una calificación preliminar de los factores macro que afectan la adopción del manejo forestal y se diseñó el marco conceptual. También se llevó a cabo un análisis comparativo del sector forestal empresarial y del marco legal/regulador para el manejo forestal en los tres países. Finalmente, se seleccionó las prácticas de MFS a ser evaluadas durante el estudio y las empresas forestales a ser entrevistadas.

Definición de Prácticas de Buen Manejo

Se evaluó hasta qué grado se estaba aplicando un conjunto de prácticas "claves", que contribuyen a la sostenibilidad del recurso forestal. Se seleccionó un conjunto de 14 prácticas de buen manejo forestal (Cuadro N° 2) con base en consultas a varias fuentes, principalmente los requerimientos de los principios y criterios del FSC y los lineamientos de la OIMT, así como Dykstra y Heinrich (1996), Higman *et al.* (1999), Blakeney *et al.* (1998), Hammond *et al.* (2000) y Sabogal *et al.* (2000). Cada una de estas prácticas de MFS contribuye a sostener o incrementar la productividad maderable del bosque; al mismo tiempo, la mayor parte rinde otro(s) beneficio(s) socioeconómicos al productor, entre ellos: aumento de la eficiencia de las operaciones y reducción de sus costos o aumento de la seguridad física de los trabajadores. Los beneficios derivados de las diferentes prácticas se logran en diferentes momentos del tiempo (por ejemplo, durante la extracción actual, en el siguiente ciclo, o más allá del siguiente ciclo). Algunas prácticas rinden beneficios a la sociedad, los cuales no son captados por el productor (por ejemplo, el control de la cacería y la protección de áreas de reserva, que mantienen poblaciones de plantas y animales que contribuyen a la polinización y dispersión de semillas y a otros procesos ecológicos).

Cuadro N° 2

PRÁCTICAS DE BUEN MANEJO FORESTAL, SUS BENEFICIOS Y EL PLAZO DEL BENEFICIO

Prácticas de MFS	Contribución a la Sostenibilidad	Otro Beneficio	Plazo del Beneficio
1 Censo y mapeo de árboles comerciales	Herramienta para la planificación de brechas/ pistas de extracción para reducir daños y aumentar eficiencia	Información útil para la planificación y el mercado	Aprovechamiento actual (y subsecuente, si se incluyen árboles de futura cosecha)
2 Corta de lianas en árboles a extraer (6 meses antes de la zafra)	Reducción de daños al árbol a cortar y a árboles vecinos	Reducción de riesgos al cortador	Aprovechamiento actual
3 Planificación, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial	Reducción de daños a suelos y ríos; aumento en la eficiencia de la extracción y el manejo	Reducción de tiempo y costo de transporte; reducción en costo de reparación de vehículos	Aprovechamiento actual
4 Planificación del arrastre	Reducción de daños a suelos, ríos y árboles de futura cosecha	Aumento en eficiencia; reducción en costos de extracción	Aprovechamiento actual
5 Corte direccional*	Reducción de daños al árbol a cortar; protección de árboles vecinos	Mayor eficiencia en la extracción	Aprovechamiento actual y futuros
6 Protección de árboles de futura cosecha (incluyendo el corte direccional y la corta de lianas)*	Protección de la producción; aumento del crecimiento (por la corta de lianas)	Aumento en volumen aprovechable	Próximo aprovechamiento
7 Protección de árboles semilleros (incluyendo el corte direccional)*	Favorecimiento de la regeneración de especies deseadas	Árboles semilleros dejados proveen volumen para el próximo aprovechamiento	Próximo aprovechamiento y más allá
8 Arrastre de bajo impacto	Reducción de daños a suelos, ríos y vegetación	Aumento en eficiencia de extracción reduce costos	Aprovechamiento actual y futuros
9 Establecimiento y respeto de zonas de protección (dentro del área de manejo; p.ej. riberas de ríos, áreas empinadas)	Protección de la biodiversidad y los servicios ecológicos que mantienen la productividad	Sostenibilidad de la producción; mayores opciones futuras	Más allá del próximo aprovechamiento
10 Protección del área de manejo (contra incendios, invasiones, etc.)	Mantenimiento del recurso forestal	Mantenimiento de la producción a largo plazo	Corto, mediano y largo
11 Control de la caza	Protección de la biodiversidad y los servicios ecológicos que mantienen la regeneración y la productividad	Sostenibilidad de la producción; mayores opciones futuras	Más allá del próximo aprovechamiento
12 Monitoreo del crecimiento del bosque	Herramienta para mantener rendimientos al asegurar el reemplazo de volúmenes aprovechados	Mantenimiento de volúmenes de aprovechamiento	Próximo aprovechamiento y más allá
13 Prácticas de silvicultura para favorecer el crecimiento (incluyendo corta de lianas en árboles de futura cosecha)**	Aumento en la tasa de producción y su calidad	Mayores volúmenes/ tamaños de especies e individuos deseados	Próximo aprovechamiento
14 Prácticas de silvicultura post-aprovechamiento para asegurar la regeneración**	Asegura la regeneración de especies deseadas	Mayores volúmenes de especies deseadas	Más allá del próximo aprovechamiento

+, ++ En la primera etapa del estudio, las prácticas con los mismos símbolos fueron combinadas en una sola.



Entrevistas con Empresarios (Fase 1)

Entre el 2001 y el 2002 se realizó entrevistas al propietario o gerente de la empresa y al encargado técnico (generalmente un profesional o técnico forestal) de las operaciones forestales, con el fin de caracterizar la empresa y conocer las percepciones de ambos actores sobre las prácticas de manejo y sobre los principales factores económicos, legales e institucionales que facilitaban o limitaban su adopción por la empresa. Para ello se aplicaron dos cuestionarios: (1) del empresario se colectó información a nivel de la empresa y sus percepciones sobre la deseabilidad de las prácticas individuales, mientras que (2) del encargado técnico se colectó información sobre cuáles prácticas eran adoptadas y cómo eran implementadas en el campo¹.

Las empresas fueron seleccionadas al azar a través de un muestreo estratificado por departamento/estado y, dentro de estos, por región o zona maderera. En Bolivia, la estratificación dentro de los departamentos se hizo por región (Choré, Chiquitania, Guarayos, Bajo Paragua y Amazonia), entrevistándose al 30% de los concesionarios en cada departamento, resultando en un total de 23 concesiones controladas por 20 empresas (mayores detalles en Snook *et al.*, en prensa). En Brasil, la estratificación para el muestreo se basó en las llamadas "micro-regiones" pertenecientes a diferentes zonas de frontera maderera², llegándose a entrevistar 94 empresas localizadas en—áreas de frontera forestal vieja, intermedia y nueva en los tres estados (para mayores detalles, ver Sabogal *et al.*, 2005, 2006). En el caso del Perú, se entrevistó a 10% de los extractores con contratos pequeños (superficies <1000 ha) y a todas las empresas con contratos grandes (8), totalizando 66 entrevistas en los dos departamentos. Los contratistas evaluados consistieron de 34 pequeños extractores que seguían prácticas manuales de extracción y 32 empresas madereras que usaban predominantemente la extracción mecanizada (mayores detalles en Smith *et al.*, 2003, Colán *et al.*, en prensa).

Evaluaciones de Campo (Fase 2)

Durante las épocas de zafra en el 2002 y el 2003 se llevó a cabo visitas de campo a las zonas de extracción de una sub-muestra de empresas que habían sido parte de las entrevistas en la primera fase del estudio. Esta fase tenía dos objetivos: evaluar hasta qué grado las respuestas a las entrevistas reflejaban la forma de trabajo en el bosque, y permitir un análisis más a fondo de los incentivos y las limitantes a la adopción de las prácticas de MFS, tomando en cuenta las perspectivas de los trabajadores que las aplican. Se realizó entrevistas con las

¹ Se tuvieron algunas diferencias en la metodología seguida entre los países en función a las distintas situaciones e intereses. En Bolivia, la entrevista se complementó con información respecto al tratamiento de la práctica por la ley y con una evaluación categórica si la práctica, en caso que sea obligatoria por ley, era fácil de hacerse cumplir. En Brasil, el cuestionario al forestal se aplicó solamente en el estado de Pará, no continuándose en los otros dos estados debido a que resultó evidente que las informaciones que estos proporcionaron sobre la aplicación de las prácticas de buen manejo no correspondían con la realidad conocida. En Perú no se incluyó dicho cuestionario porque la mayor parte de productores no contaba con un profesional o técnico forestal.

² El concepto de fronteras forestales lleva en consideración los diferentes tipos de bosque (abierto y denso), el tiempo desde la apertura de la frontera y las condiciones de acceso a los recursos forestales y la infraestructura (caminos, ríos) (Verissimo *et al.* 2002).

personas a cargo de las operaciones de aprovechamiento y se colectó las percepciones de los operadores (motosierristas, tractoristas) acerca de las prácticas de manejo forestal. La evaluación incluyó la verificación de documentos tales como planes de manejo forestal y planes operacionales anuales, mapas, libretas de campo y formatos de registro de informaciones, además del levantamiento de observaciones y datos en el bosque. En Bolivia se evaluó 11 concesiones de las 23 entrevistadas, en Brasil fueron 27 empresas (un 29% de las inicialmente entrevistado) y en Perú 13 contratistas que tenían área de extracción autorizada bajo el anterior régimen forestal (Smith *et al.*, 2006)¹.

Para poder evaluar el grado de adopción de cada una de las prácticas de buen manejo seleccionadas, cada práctica fue subdividida en *elementos*, concebidos como indicadores o componentes que eran posibles de evaluar a través de preguntas u observaciones². Cada práctica consistía de entre uno a ocho elementos, para un total de 77 elementos que sirvieron para el análisis comparativo posterior³. Para reducir el alto número de elementos y facilitar así los análisis posteriores, se introdujo el concepto de elemento "crítico", entendido como aquel que, siendo bien aplicado, podría lograr la mayoría de beneficios de la práctica⁴. Se analizó el cumplimiento de 52 elementos considerados críticos (con valor 1).

Para cada uno de los elementos el estudio intentó determinar las siguientes preguntas: (i) ¿cuáles elementos de las prácticas son adoptados?. (ii) ¿por qué están siendo adoptados algunos elementos y otros no?; y (iii) ¿por qué algunas empresas están adoptando buenas prácticas (el conjunto o la mayoría de los elementos de la misma) y otras no?.

La primera pregunta se contestó en base a las entrevistas y observaciones de campo. El grado de adopción de una práctica de manejo se determinó sumando las observaciones sobre el cumplimiento o no de los diferentes elementos de la práctica. Para cumplir en un 100% una práctica, había que llevar a cabo todos los elementos de esta práctica; en caso de cumplir con una proporción de elementos, se calculó que una práctica se estaba llevando a cabo a un nivel porcentual correspondiente a la proporción de elementos de la práctica que se llevaron a cabo.

Para responder a la segunda pregunta, se planteó como hipótesis que varios atributos estarían afectando la probabilidad de adopción: (a) si los beneficios privados se realizaban a corto, mediano o largo plazo, o no habían beneficios privados (*H1.a Beneficio económico*); (b)

¹ En esta fase se buscó identificar las prácticas empleadas con cada método de extracción (manual y mecanizado) y las posibles diferencias entre productores, así como conocer mejor el contexto y las razones de su aplicación o no. Las categorías de productores forestales fueron (Smith *et al* 2003): los pequeños extractores que administran uno o pocos contratos menores a 1,000 ha; las empresas grandes que administran varios contratos pequeños; y los productores con contratos grandes.

² La definición de elementos indicadores de prácticas bien realizadas se basó en la metodología utilizada por el Proyecto EMBRAPA/CIFOR/ITTO (Pokorny *et al.*, 2005).

³ El número de elementos por país varió ligeramente en función a las condiciones locales. Una lista completa de los elementos evaluados en cada país se puede ver en Snook *et al.* en prensa para Bolivia, Sabogal *et al.*, 2005, 2006 para Brasil y Colán *et al.*, en prensa para Perú.

⁴ Por ejemplo, en el caso de la práctica Corta de lianas antes del aprovechamiento, se identificaron tres elementos: (1) Las lianas son cortadas, cuando fuese necesario, en los árboles a aprovechar y en los árboles vecinos cuando hubiese entrelazamiento con éstos; (2) Se lleva a cabo la corta de lianas con por lo menos seis meses de anticipación al aprovechamiento; y (3) El corte de lianas es realizado correctamente.

si el elemento era fácil o difícil de adoptar (*H1 b Facilidad de aplicación*); y (c) el grado de obligatoriedad de aplicar el elemento, según la legislación vigente (*H1.c Legislación*). Para cada atributo se empleó una escala de diferenciación variando entre 1 y 3 o 1 y 4 (Cuadro N° 3). Para cada elemento, un equipo de expertos forestales definió el valor en la escala para cada uno de estos tres atributos.

Cuadro N° 3

NIVELES DE LOS TRES ATRIBUTOS HIPOTETIZADOS DE TENER INFLUENCIA SOBRE LA DECISIÓN DE APLICAR UN ELEMENTO DADO DE UNA PRÁCTICA DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE.

<i>H1.a Beneficio económico</i>	<i>H1. b Facilidad de aplicación</i>	<i>H1. c Legislación</i>
1 = da beneficios a la empresa al corto plazo (en la zafra actual)	1 = de costo o inversión baja (p.ej., requiere sólo ajustar una actividad y no así hacer inversiones o tener personal profesional/técnico calificado)	1 = es obligatorio en los reglamentos
2 = da beneficios a la empresa en el segundo ciclo de corta (p.ej. proteger los árboles de futura cosecha)	2 = de costo o inversión moderada	2 = es implícito en los reglamentos, pero no está bien definido o sólo está recomendado
3 = da beneficios a la empresa después de la segunda cosecha (p.ej. proteger los árboles semilleros, aplicar tratamientos para la regeneración)	3 = de costo o inversión alta (p.ej. requiere de inversiones importantes en equipos, personal, mano de obra adicional, mayor entrenamiento)	3 = no se encuentra ninguna referencia en los reglamentos
4 = beneficia la sostenibilidad al largo plazo y para otras partes interesadas (p.ej. control de la caza, protección de cursos de agua)		

Para contestar la pregunta (iii), se efectuó dos tipos de análisis estadísticos. Primero, se usó pruebas 't' para evaluar si la tasa de adopción de elementos variaba cuando el valor de la variable independiente aumentaba de 1 a 2 o de 2 a 3. Se suponía que la tasa de adopción aumentaría si el beneficio económico a corto plazo era mayor, o si el elemento era fácil de adoptar, o era obligatorio ante la ley. Luego, se hizo un análisis de regresión usando todos los datos. Para mayores detalles sobre la forma de análisis puede consultarse Snook *et al.* (en prensa).

Consultas con Actores del Área Forestal (Fase 3)

Finalmente, durante el año 2004 se realizó talleres en cada país con una variedad de representantes del sector forestal. Los objetivos fueron: 1) presentar y discutir los resultados del estudio y sus implicaciones para promover la adopción de prácticas de MFS; 2) escuchar y discutir resultados de otros estudios, casos y actores relacionados al MFS del país y 3) recoger aportes para mejorar el marco de las políticas que promuevan el MFS.

En los ocho talleres realizados en los tres países llegaron a participar cerca de 300 personas, entre profesionales independientes actuando en el área forestal, empresarios, técnicos y gestores gubernamentales y de órganos de desarrollo regional y ONGs.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasas de Adopción de las Prácticas de Manejo

El Cuadro N° 4 y Figura N° 1 se resume las tasas de adopción del conjunto de prácticas claves en Brasil, Bolivia y Perú. Como se indicó en la metodología, los elementos evaluados

en los tres países difirieron ligeramente. A fin de mostrar comparaciones que sean consistentes, dicho cuadro presenta las tasas de adopción de prácticas calculadas usando elementos considerados "críticos" en al menos un país y que habían sido evaluadas en al menos dos países (Brasil y Bolivia). Esto significa que elementos que habían sido evaluados sólo en Brasil, por ejemplo, no fueron usados para computar las evaluaciones del mencionado cuadro.

En el Cuadro N° 4 se incluye también las evaluaciones llevadas a cabo en Perú, aún si, como se indicó en Colán *et al.* (en prensa), los elementos y operadores evaluados diferían significativamente de los otros dos países.

Cuadro N° 4
TASAS DE ADOPCIÓN (%) DE PRÁCTICAS CLAVES EN LOS PAÍSES DE ESTUDIO

Práctica	N° Elementos	Brasil	Bolivia	Perú
1. Censo y mapeo de árboles comerciales	8	86.7	81.8	51.7*
2. Corta de lianas en árboles a extraer	3	32.7	12.1	50.0*
3. Planificación, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial	17	72.8	67.5	54.9*
4. Planificación del arrastre	7	28.6	59.7	65.0*
5. Corte direccional	13	49.1	58.0	8.6*
6. Protección de árboles de futura cosecha	2	68.5	31.8	-
7. Protección de árboles semilleros	3	51.8	81.8	0.0*
8. Arrastre de bajo impacto	7	25.7	71.9	58.0*
9. Establecimiento y respeto de zonas de protección	5	82.2	78.2	53.3*
10. Protección del área de manejo	3	95.1	80.3	0.0
11. Control de la caza	1	88.9	72.7	60.0
12. Monitoreo del crecimiento del bosque	4	44.9	60.2	0.0
13. Prácticas de silvicultura para favorecer el crecimiento	1	25.9	9.1	-
14. Prácticas de silvicultura para asegurar la regeneración	3	14.8	3.0	-

* Estos elementos para Perú no son consistentes con los de Brasil y Bolivia.

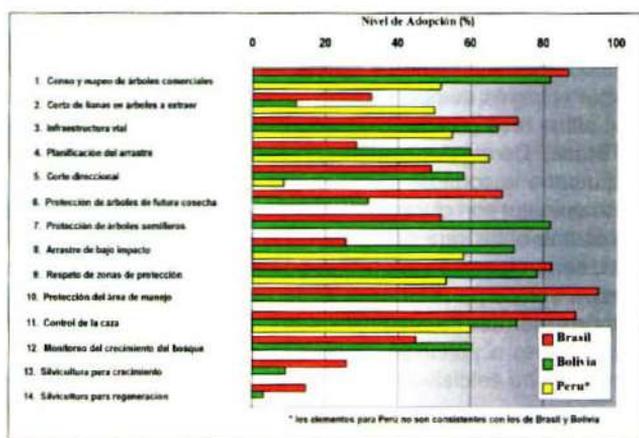


Figura N° 1
TASAS DE ADOPCIÓN (%) DE PRÁCTICAS CLAVES EN LOS PAÍSES DE ESTUDIO

Mientras que en los tres países las tasas de adopción difieren marcadamente entre las prácticas, existen también claras diferencias entre los países. Por ejemplo, algunas prácticas son adoptadas más ampliamente en Brasil que en Bolivia. El análisis reveló que estas prácticas estaban mayormente relacionadas con la planificación, incluyendo prácticas como: protección de reservas, control de la caza, inventario comercial al 100%, protección del área de manejo, planificación de caminos, protección de árboles de futura cosecha, corta de lianas, tratamientos silviculturales para promover el crecimiento y tratamientos silviculturales para promover la regeneración. Otras prácticas, mayormente relacionadas al aprovechamiento, fueron más adoptadas en Bolivia que en Brasil, incluyendo: protección de árboles semilleros, tala dirigida, monitoreo del crecimiento del bosque, planificación del arrastre y arrastre controlado. Con todo, nueve prácticas fueron adoptadas más frecuentemente en Brasil que en Bolivia y cinco fueron adoptadas más frecuentemente en Bolivia que en Brasil. Algo preocupante con estas cifras son las tasas extremadamente bajas de adopción de prácticas silviculturales en Bolivia (9,1% y 3%)¹. Al calcular un promedio simple entre las 14 prácticas, sin embargo, se encuentra que los dos países tienen una tasa de adopción global muy similar de alrededor de 55%.

¿Qué podría ayudar a explicar esta variabilidad? ¿Por qué algunas prácticas son más adoptadas más frecuentemente en un país y viceversa? A pesar de que no se contó con suficiente información para investigar rigurosamente las razones para estas diferencias, se pudo calcular la correlación entre la diferencia en las tasas de adopción entre Bolivia y Brasil y la diferencia en la claridad de las regulaciones y en el costo de la adopción (medido por la simplicidad de aplicación de la práctica). Estos análisis se complementaron con algunas hipótesis basadas en observaciones anecdóticas:

Los costos (percibidos) de adopción de las prácticas difieren en los dos países. Donde se percibe que los costos de adopción/inversión son más bajos (para la misma práctica), las tasas de adopción para esa práctica tienden a ser más altas. Esta hipótesis se apoya por lo que fue observado en Bolivia, donde las prácticas que requieren de mayores inversiones fueron adoptadas menos. Como se esperaba, parecería que la adopción es influenciada por el costo de la mano de obra y el equipo.

Las regulaciones difieren en los dos países. Por ejemplo, el monitoreo del crecimiento del bosque a través de parcelas permanentes es obligatorio en Bolivia, pero no en Brasil, y allí la tasa promedio de adopción de esta práctica es de 60% (15% más que en Brasil). De otro lado, algunos elementos de la práctica corta de lianas (p.ej. se lleva a cabo la corta de lianas con por lo menos seis meses de anticipación al aprovechamiento) son claramente obligatorios en Brasil, pero no en Bolivia. También es interesante notar que prácticas tales como la protección de árboles de futura cosecha, tienen tasas de adopción más altas en Brasil, mientras que la protección de árboles semilleros tiene tasas de adopción mayores en Bolivia. Estas dos prácticas reciben un tratamiento diferente en la legislación, esto es, en Brasil se

¹ Estas preocupaciones han sido expresadas por otros investigadores (p.ej., Fredericksen *et al.*, 2003).

hace la referencia a "árboles residuales", que incluyen ambas categorías (árboles de futura cosecha y árboles semilleros), y en la legislación no hay una clara definición de lo que es un árbol semillero. Con todo, sin embargo, las diferencias en cuanto a claridad de las regulaciones no se correlacionaron fuertemente con la diferencia en la tasa de adopción entre los dos países.

Cumplimiento de la ley. Por una variedad de razones, las agencias reguladoras hacen cumplir ciertas prácticas más que otras. En Bolivia, por ejemplo, prácticas tales como la protección de reservas, el inventario comercial al 100% y la protección de árboles semilleros, han sido enfatizadas por la SF, que considera como muy severas las violaciones a estas regulaciones. En dicho país estas prácticas están siendo adoptadas con tasas mayores a 80%. Similarmente en Brasil, ciertas prácticas, tales como la protección de reservas (conocidas como áreas de protección permanente), son auditadas por IBAMA muy cuidadosamente en sus inspecciones de campo.

Las características del bosque y las prácticas prevalecientes (p.ej., intensidad de aprovechamiento) difieren entre países, de manera que la importancia de una práctica dada (tanto desde el punto de vista del manejo como del punto de vista de hacer cumplir la ley) también difiere.

Los profesionales forestales juegan papeles diferentes en el manejo forestal en los dos países. En Brasil, por ejemplo, los profesionales forestales son contratados principalmente por empresas para preparar y someter planes de manejo y realmente no participan (al menos como debiera ser) en su implementación. En Bolivia, de otro lado, los forestales están involucrados en todo el proceso y tienen responsabilidad civil y penal por sus actos profesionales e información que presenten a la Superintendencia Forestal. Como resultado, las diferencias en los niveles de adopción son bastante pequeñas con respecto a los procesos de planificación (p.ej., en el inventario comercial al 100% y la planificación de caminos), pero son mayores para las operaciones de aprovechamiento tales como la planificación del arrastre y el arrastre controlado.

Variabilidad Entre Elementos Indicadores de Prácticas Bien Realizadas

Los análisis a nivel de país empezaron atendiendo a la pregunta: *¿Se están adoptando las prácticas con la misma probabilidad? Si no, ¿por qué es más probable que se adopten algunas prácticas más que otras?* Los análisis revelaron que generalmente la regulación juega un papel crítico en promover la adopción de mejores prácticas de manejo forestal. Esto es ilustrado en la Figura N° 2, donde se observa que la claridad de las regulaciones se relaciona con las tasas de adopción. En otras palabras, las tasas de adopción fueron mayores para prácticas que fueron claramente obligadas por ley. La diferencia en las tasas de adopción entre prácticas claramente obligatorias y no obligatorias varió entre países (la diferencia fue de 36% en Brasil, 12% en Bolivia y 18% en Perú), pero el patrón es consistente (siendo la única excepción en el Perú, donde las prácticas implícitas o recomendadas fueron más adoptadas debido a que los beneficios económicos son visibles en el corto plazo).



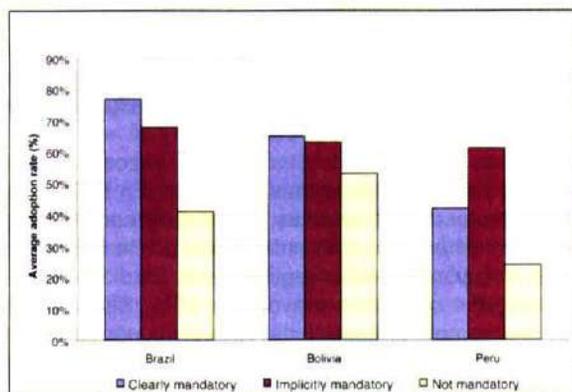


Figura N° 2
CLARIDAD DE LAS REGULACIONES Y TASAS DE ADOPCIÓN

En Bolivia, el nivel promedio de adopción aumenta también con una mayor simplicidad (y menores costos de aplicación) de los elementos. Al aumentar los costos de inversión, las tasas promedio de adopción disminuyen de 60% a 52%. En el Perú, la adopción disminuye cuando los beneficios económicos de las prácticas son a largo plazo, su aplicación requiere de altos costos de inversión y las normas no son exigentes.

En los tres países sólo una baja porción de la variabilidad en las tasas de adopción pudo ser explicada por estos factores (claridad regulatoria, plazo de los beneficios económicos, costos de inversión). En total, los valores ajustados de R^2 de los análisis de regresión variaron entre 0,07 en Perú a 0,2 en Brasil. Estos valores bajos sugieren, ya sea que hay otros factores que juegan un papel o que las variables independientes no fueron medidas con suficiente precisión.

Variabilidad en la Adopción de las Prácticas Entre Empresas

Un segundo análisis se dirigió a responder la pregunta: ¿Por qué es más probable que ciertas empresas adopten una práctica más que otras y qué factores parecen estar asociados con esta probabilidad? El análisis de la variabilidad en la adopción de prácticas entre las empresas en Brasil mostró que las que estaban localizadas en las llamadas fronteras forestales antiguas (con más de 20 años de actividad maderera industrial) están adoptando más las buenas prácticas de manejo que sus similares de fronteras recientes¹. Al parecer, esta mayor tasa de adopción en las fronteras antiguas no se debe tanto a la mayor experiencia de la empresa en el negocio forestal, sino a otras características de estas fronteras, como: mejor acceso a información, mayor percepción de escasez del recurso forestal y mayor presión por cumplir las regulaciones. Además, se encontró que el tamaño del área aprovechada anualmente, el entrenamiento de trabajadores forestales, las inversiones realizadas, el número de trabajadores especializados y la certificación contribuyen a una mayor adopción.

¹ Por ejemplo, la práctica Corte direccional tuvo una tasa promedio de adopción del 42% en empresas localizadas en la frontera antigua, 13% en la frontera intermedia y 26% en la frontera reciente.

Para Bolivia, las inversiones en la concesión (en particular las conducentes a la certificación) se relacionan a mayores niveles de adopción. Además, el entrenamiento periódico de los trabajadores forestales y la asistencia técnica se asocian más fuertemente con una mayor adopción de ciertas prácticas de manejo. En el caso peruano, se encontró una alta variabilidad en la adopción de las prácticas entre pequeños extractores y empresas². Aparte de la obligatoriedad legal, otros factores que afectan la adopción son el desconocimiento de la rentabilidad del manejo, la débil administración de los recursos por el Estado (escasa supervisión y control) y la competencia desleal por madera extraída informal o ilegalmente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Barreras para la Adopción

Existen varias barreras importantes a la adopción del manejo forestal empresarial en los tres países, varias de las cuales son comunes. En el Cuadro N° 5 son resumidas las principales barreras encontradas de acuerdo a las encuestas realizadas y los aportes de varios grupos de actores durante los talleres de diseminación. Diversos factores externos contribuyen fuertemente a la resistencia del sector en adoptar el buen manejo.

La crisis económica de Bolivia en la época del estudio y la percepción por parte de los empresarios de la falta de seguridad física y jurídica de sus concesiones forestales podría estar afectando su interés en invertir en el manejo forestal.

En Brasil, como factores externos importantes están la burocracia de los órganos reguladores, la facilidad de la extracción ilegal (competencia con empresas madereras clandestinas cuyos costos de producción son menores) y la falta de seguridad en la tenencia.

En Perú, destacan el desconocimiento de la rentabilidad del manejo por parte de los productores forestales, la débil administración de los recursos por parte del Estado (escasa supervisión y control) y la competencia desleal por madera extraída de manera informal o ilegalmente.

Cuadro N° 5

PRINCIPALES BARRERAS A LA ADOPCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO FORESTAL

Barreras Principales	BOL	BRA	PER*
Inseguridad jurídica y física en tenencia de la tierra y la protección de las áreas de manejo	++	+++	+++
Competencia desleal con empresas clandestinas / sector informal	+	+++	+++
Pocas informaciones y conocimientos en las empresas sobre lo que es manejo forestal, su rentabilidad y los costos y beneficios de las buenas prácticas	+	++	+++
Marco legal poco claro y complejo, con procedimientos excesivamente burocráticos para hacer manejo forestal (altos costos de transacción)	+	+++	++
Escasez de personal calificado. Bajo nivel entrenamiento de quienes se dedican a la actividad	+	++	+++
Capacidad acceso mercado. Dificultad introducir nuevas especies al mercado, bajos precios	+	+	+++
Falta de incentivos económico-financieros para el manejo forestal	+	++	++

* Refleja la situación en la época del estudio, antes de implementarse efectivamente la nueva ley forestal.
[Importancia relativa: +++ muy alta; ++ alta; + medianamente alta]

² En sólo tres prácticas se detectó una tendencia a mayores tasas de adopción conforme aumenta el tamaño del productor (p.ej., el censo comercial era aplicado por 47% de las empresas, pero apenas por 28% de los pequeños extractores).

Factores que Promueven la Adopción

Los análisis para Bolivia y Brasil permitieron destacar algunos factores que influyen positivamente la adopción de prácticas de MFS con base a las asociaciones positivas entre estas y ciertas variables independientes (Cuadro N° 6). Como factor más importante resultaron el contenido de la ley y sus regulaciones, al igual que las formas de trabajo del ente regulador.

La adopción de las prácticas de manejo refleja los requisitos definidos en la ley y los reglamentos forestales, así como la capacidad de hacerlos cumplir por el Gobierno.

En el caso de Bolivia, esta conclusión confirma el valor e importancia de la reforma en las políticas forestales hace 10 años, como mecanismo e incentivo para el desarrollo de este sector y el mejor uso de los recursos forestales, protegiendo su capacidad productiva hacia el futuro.

Los resultados obtenidos en este país confirmaron las observaciones de Blate *et al.* (2001), quienes mencionaron la importancia de la productividad y consideraciones de costos, las leyes y sus regulaciones, la presión externa y la certificación, la asistencia técnica y un suministro oscilante de especies de alto valor.

Este estudio también apoyó algunas de las conclusiones de Putz *et al.* (2000) y Karsenty (2001), que señalaron como obstáculos a la adopción del MFS una insuficiente presión del ente regulador y del mercado, incentivos económicos inadecuados (ya sea proporcionados por el mercado o por los gobiernos), inestabilidad institucional, falta de capital y personal entrenado, equipo inapropiado, fluctuaciones en los mercados de madera, ignorancia y resistencia al cambio.

En Brasil, la adopción de las prácticas aparenta haber seguido un patrón debido al grado de monitoreo ejercido por el gobierno. Un diagnóstico realizado en 1995 (Silva, 1997) en la región de Paragominas (la principal región productora de madera del Estado de Pará) reveló que los planes de manejo aprobados por IBAMA no estaban siendo implementados plenamente en el campo, siendo uno de los principales problemas identificados la falla en el control gubernamental en inspeccionar y hacer cumplir esos planes.

Ese informe contribuyó para que en 1996 IBAMA iniciase inspecciones para evaluar la calidad de los planes de manejo en la Amazonía Legal. De 866 planes de manejo aprobados en 1998 sobre un área total declarada de 1.8 millones de hectáreas, para el 2000 habían apenas 389 planes aptos, cuya área total sumaba 185 mil hectáreas de bosques (Lentini *et al.*, 2003).

¹ Hay una mayor adopción en empresas localizadas en las fronteras antiguas de la Amazonia brasilera por la mayor escasez de materia prima y una mayor seguridad en la tenencia; además, los empresarios poseen una percepción más clara de los beneficios ambientales (menores impactos), sociales (disminución de accidentes) y económicos (reducción de costos) de las prácticas de manejo.

En el caso peruano, la ley anterior, vigente en el periodo del estudio, tuvo un rol importante como factor de adopción, ya que contemplaba obligaciones de manejo forestal para los contratos por superficies mayores a 1000 ha por un plazo de 40 años renovables; de otro lado, la legislación forestal se convirtió también en un factor de no adopción debido a que se estableció una nueva modalidad de acceso al bosque, más sencilla, a través de contratos de corta duración que no incluían obligaciones en cuanto a mantener la productividad del bosque a largo plazo, lo que tuvo como resultado una extracción descontrolada y una industria forestal obsoleta (Hidalgo, 2003, Colán *et al.*, en prensa).

Cuadro N° 6
PRINCIPALES FACTORES QUE EJERCEN UNA INFLUENCIA POSITIVA EN LA ADOPCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO FORESTAL EN BOLIVIA Y BRASIL.

Factores de Mayor Influencia Positiva en la Adopción*	BOL	BRA
Legislación – Obligatoriedad en las regulaciones	++	++
Área y volumen aprovechado anualmente - En Brasil, el tamaño del área aprovechada anualmente	++	++
Nivel de inversiones realizadas - En Bolivia, la obtención de créditos bancarios para hacer inversiones y la inversión en entrenar los trabajadores. En Brasil, inversiones en entrenamiento de los trabajadores forestales, mejoras en seguridad laboral y reforestación	++	++
Contratación de trabajadores permanentes / En Bolivia referido a la proporción de trabajadores permanentes; en Brasil el énfasis es en el equipo técnico)	++	++
Número de años en la actividad forestal	++	+
Empresa en proceso de certificación	++	+
Existencia de asistencia técnica	++	
Mayor respeto del responsable de la concesión por la opinión del forestal en la toma de decisiones de manejo	++	
Localización de la empresa, referida a la edad de la frontera forestal		++
Porcentaje de producción exportado		+

* En el caso del Perú, no se realizó el análisis sobre los factores de influencia.

[Influencia del factor en la adopción: muy positiva (++) o positiva (+); en blanco: no importante].

Estrategias y Recomendaciones Principales para Aumentar la Adopción

Basados en los resultados del análisis presentado en las secciones anteriores, en cada país se identificó estrategias específicas y recomendaciones específicas para mejorar la adopción del MFS en escala empresarial. Entre las estrategias en común destacan:

Mayor capacitación técnica a los diferentes actores involucrados en el manejo forestal, desde gerentes, profesionales y técnicos hasta trabajadores.

En el caso de Brasil y Perú, se hace necesario revisar la normativa forestal a fin de simplificar y hacer más claras las normas existentes y describir explícitamente cuáles prácticas de manejo importantes deben ser implementadas.

Crear incentivos específicos para el manejo forestal, como: mayor acceso a información, asistencia técnica de calidad, créditos más flexibles, etc.

Mejorar los sistemas de monitoreo y control por las propias empresas forestales.

Fortalecer la administración forestal y las instituciones de investigación y extensión forestal.

De otro lado, como parte de los talleres y reuniones de presentación de resultados preliminares del estudio en cada país se recogió algunas recomendaciones que complementan los puntos anteriores, pudiéndose destacar las siguientes:

Mejorar la seguridad jurídica de las áreas de manejo.

Difundir más ampliamente la legislación forestal y sus regulaciones.

Fortalecer la capacidad institucional de las agencias reguladoras (p.ej. personal técnico capacitado, equipamiento logístico y presencia en las áreas rurales) de manera de asegurar el control de la aplicación de las prácticas de MFS consideradas en la legislación forestal y sus regulaciones.

Promover y desarrollar al interior de las empresas la implementación de sistemas de evaluación de las respuestas del bosque a las intervenciones y de control de calidad (monitoreo) de las prácticas de manejo forestal que se adoptan en las operaciones forestales.

Fomentar el concepto de manejo "adaptativo" que incluya tanto la evaluación permanente de resultados y la efectividad de las prácticas, como la capacitación del personal y la mejora progresiva de las prácticas de manejo.

Desarrollar programas de asistencia en mercadeo y comercialización de nuevas especies e incentivos para la inversión en la industria forestal, de manera de dar mayor valor económico al bosque y generar mayores beneficios del manejo forestal para hacerlo más atractivo.

Establecer incentivos ligados a la adopción progresiva de buenas prácticas de manejo.

Generar y diseminar informaciones técnicas confiables en apoyo al manejo forestal (p.ej., resultados de investigaciones, manuales prácticos etc.).

Difundir entre los responsables del manejo forestal (en todos los niveles) los resultados de investigaciones realizadas, a fin de promover la adopción de nuevas prácticas y/o la mejora de las ya existentes que ayuden a implementar un buen manejo forestal; en particular, llevar a cabo más estudios económicos del costo/beneficio de adoptar diferentes prácticas de manejo forestal.

Continuar con los esfuerzos de promoción de la certificación forestal como una

herramienta clave para asegurar la adopción de prácticas de manejo forestal de manera progresiva y segura.

Incluir en los planes de manejo la aplicación de prácticas de silvicultura post-aprovechamiento para garantizar la supervivencia y el desarrollo de la regeneración natural.

Identificar y promover incentivos para el aprovechamiento sostenible de los diferentes productos no maderables y apoyar su comercialización a efectos de obtener los mayores beneficios y rentabilidad del bosque.

Mejorar la calidad de la formación profesional y técnica en el área forestal, apoyando a las carreras o cursos de especialización forestales.

Responsabilizar a los ingenieros forestales en el proceso de planificación e implementación del manejo forestal, así como el monitoreo de aplicación efectiva de las prácticas de manejo.

Aumentar el apoyo internacional para invertir en estrategias y políticas que promuevan la adopción de prácticas de MFS en bosques tropicales.

RECONOCIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por Agencia Norteamericana para el Desarrollo Internacional (USAID/EGAT). Se agradece también en cada uno de los países a las empresas forestales muestreadas y su personal.

REFERENCIAS

Applegate, G., F. E. Putz, L.K. Snook, 2004. Who Pays for and Who Benefits from Improved Timber Harvesting Practices in the Tropics? Lessons learned and information gaps. CIFOR, Bogor, Indonesia. 43 p.

Barreto, P., P. Amaral, E. Vidal, C. Uhl, 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 108: 9-26.

Blakeney, J., R. Z., Donovan, S., Higman, R. and Nussbaum, 1998. Certifier evaluation and field test of the CIFOR C&I. CIFOR, Bogor, Indonesia. (Unpubl. Report.).

Blate, M. G., F. E., Putz, J. C. and Zweede, 2001. Progress towards RIL adoption in Brazil and Bolivia: Driving forces and implementation successes. In: *International Conference on Application of Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management: Constraints, Challenges and Opportunities*. 26 Feb - 1 March 2001, Kuching, Sarawak, Malaysia.

Bruijnzeel, L. A. and W. R. S. Critchley, 1994. Environmental impacts of logging moist tropical forests. *International Hydrological Programme / IHP Humid Tropics Programme Series No. 7*. UNESCO - IHP - MAB. Paris, France. 48 p.

Camacho, O., 2003. Directriz técnica sobre tarifa de regulación forestal para áreas con plan de manejo forestal. *La Gaceta Forestal*, Año 1, Número 1. Santa Cruz, Bolivia. 2 p.

Cámara Forestal de Bolivia, 2006. Nota de Prensa CFB/27/2006, Santa Cruz, 12 de julio, 2006.

Colán, V., C., Sabogal and L. Snook, (en prensa). Diagnóstico de prácticas de manejo forestal en la Amazonía baja e implicaciones para promover el buen manejo forestal. (Monografía).

Colán, V., C. Sabogal, M. Boscolo, J. Smith L. Snook, y O. Galván, (en prensa). La extracción maderera en la Amazonía peruana: Diagnóstico de prácticas e implicaciones para promover el manejo forestal. Revista Recursos Naturales y Ambiente (CATIE).

Contreras A., y M. T. Vargas, 2001. Dimensiones Sociales, Ambientales y Económicas de las Reformas en la Política Forestal de Bolivia. Washington DC: Forest Trends, Center for International Forestry Research.

Dykstra, D. and R. Heinrich, 1996. FAO – Model code of forest harvesting practice. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO, Rome, Italy. 85 p.

FAO, 1998. Guidelines for the Management of Tropical Forests – 1. The production of wood. FAO Forestry Paper 135. Rome, Italy. 293 p.

FAO, 2001. State of the world's forests. Rome, Italy.

FAO, 2005. Global Forest Resources Assessment. FAO Forestry Paper 147. Rome, Italy. 348 p.

Fimbel, R., A. Grajal, J. Robinson (eds.), 2001. Conserving Wildlife in Managed Tropical Forests. Columbia University Press, New York.

Fredericksen, T.S., and F. E. Putz. 2003. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. *Biodiversity and Conservation* 12:1445-1453.

Freitas, J. V. y A.C. Hummel, (en prensa). Situación del manejo forestal sostenible en la Amazonía brasileña. Revista Recursos Naturales y Ambiente (CATIE).

Galarza, E. y K. La Serna, 2005. Las concesiones forestales en el Perú: ¿Cómo hacerlas sostenibles? *In: Barrantes, R., et al. (eds.). La política forestal en la Amazonia andina. Estudios de caso: Bolivia, Ecuador y Perú.* Lima, Perú, Centro de Investigación, Universidad del Pacífico.

Hammond, D. S.; P. van der Hout, R. J. Zagt, G. Marshall, J. Evans, and D.S. Cassells, 2000. Benefits, bottlenecks and uncertainties in the pantropical implementation of reduced impact logging techniques. *International Forestry Review* 2(1):45-53.

Hidalgo, J., 2003. Estado de la situación forestal en el Perú. *In: SEPIA (Seminario Permanente de Investigación Agraria).* Perú: El problema agrario en debate, Sepia X, Mesa especial. Lima, Perú. 51 p.

Higman, S., S. Bass, S. N. Judd, J. Mayers and R. Nussbaum, 1999. The sustainable forestry handbook. London, UK, Earthscan. 289 p.

Holmes, T. P., G.M. Blate, J. C. Zweede, R. Pereira Jr., P. Barreto, F. Boltz and R. Bauch, 2002. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management* 163: 93-110.

Hummel, A. C., 2000. Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia brasileira: O caso do manejo florestal madeireiro. Dissertação de Mestrado, Universidade do Amazonas (UA) e Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). Manaus – AM, Brasil.

INRENA, 2001. Perú Forestal en Números: Año 2000. Lima, PE, Ministerio de Agricultura. 89 p.

INRENA, 2006. Boletín Semestral Enero - Junio 2005. Documento de Trabajo. Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables - Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre - Centro de Información Forestal (CIF). Lima, Perú. 40 p.

ITTO, 2006. Status of Tropical Forest Management 2005. International Tropical Timber Organization. ITTO Technical Series No. 24. Yokohama, Japan. 305 p.

Karsenty, A., 2001. Economic instruments for tropical forests: the Congo basin case. London, UK, IIED-CIFOR-CIRAD. (Monograph) iv. 98 p.

Lele, U., V.M. Viana, A. Verissimo, S. Vosti, K. Perkins and S.A. Husain, 2000. Forests in the Balance: Challenges of Conservation with Development. An Evaluation of Brazil's Forest Development and World Bank Assistance. World Bank, Brasília.

Lentini, M., A. Verissimo, e L. Sobral, 2003. *Fatos florestais da Amazônia 2003*. Imazon. Belém, Brasil. 110 p.

Lentini, M., D. Pereira, D. Celentano, e R. Pereira, 2005. *Fatos florestais da Amazônia 2005*. Belém: Imazon. 4 p.

Løyché Wilkie, M., 2001. Status and Trends in Forest Management Worldwide. 1980-2000. Forest Management Working Papers, Working Paper 6. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome. November 2001. <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2701E/y2701e00.htm#Contents>

Pacheco, P., 2003. Municipalidades y participación local en la gestión forestal en Bolivia en Farroukhi, Lyes (ed.), *La Gestión Forestal Municipal en América Latina*, CIFOR/CIID. 236 p. (disponible en www.IDRC.ca).

Pearce, D., F. E. Putz and J. K. Vanclay, 2001. Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly? *Forest Ecology and Management* 5839: 1-19.

Pokorny, B., C. Sabogal, J. N. M. Silva, P. Bernardo, J. Souza and J. Zweede. 2005. Compliance with reduced-impact harvesting guidelines by timber enterprises in *terra firme* forests of the Brazilian Amazon. *International Forestry Review* 7(1):9-20

Poore, D., P. Burgess, J. Palmer, S. Rietbergen and T. Synnott, 1989. No timber without trees: Sustainability in the tropical forest. A Study for ITTO. London, UK, Earthscan Publications.

Putz, F. E., D. P. Dykstra and R. Heinnch, 2000. Why poor logging practices persist in the tropics? *Conservation Biology* 14: 951-956.

Putz, F. E., K. H. Redford, J. G. Robinson, R. Fimbel and G. M. Biate, 2002. Biodiversity Conservation in the Context of Tropical Forest Management. The World Bank, Environment Department Papers, Paper No. 75. Washington DC, USA. 80 p.

Rice, R. E., C. A. Sugal, S. M. Ratay and G. A. B. da Fonseca, 2001. Sustainable forest management: A review of conventional wisdom. Washington DC, US. Center for Applied Biodiversity Science / Conservation International. *Advances in Biodiversity Science* No. 3. 28 p.

Richards, M., 2000. Can sustainable tropical forestry be made profitable? The potential and limitations of innovative incentive mechanisms. *World Development* 28(6):1001-1016.

Sabogal, C., J. N. M. Silva, J. Zweede, R. P. Júnior, P. Barreto e C. A. Guerreiro, 2000. Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia brasileira. Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 64. 52 p.

Sabogal, C., M. Lentini, B. Pokorny, P. Bernardo, F. Massih, L. Sobral, J.N.M. Silva, J. Zweede, M. Boscolo e A. Verissimo, 2005. Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades para a Adoção de Boas Práticas de Manejo. Relatório Final. Belém: Cifor-Imazon-Embrapa-FFT. 107 p. Disponível nos sites: <http://www.cifor.cgiar.org/brazil> e www.mma.gov.br/pnf.

Sabogal, C., M. Lentini, B. Pokorny, J. N. M. Silva, J. Zweede, A. Verissimo e M. Boscolo, 2006. Manejo Florestal Empresarial na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades - Relatório Síntese. CIFOR – Embrapa – Imazon – IFT. Belém – Pará, Brasil. 71 p.

Sabogal, C., M. Lentini, B. Pokorny, J. N. M. Silva, J. Zweede, A. Verissimo y M. Boscolo, (en prensa). Manejo forestal empresarial en la Amazonía brasileña: Restricciones y oportunidades para la adopción de buenas prácticas de manejo. . Revista Recursos Naturales y Ambiente (CATIE).

Silva, J. N. M., 1997. Avaliação de planos de manejo florestal sustentável na região de Paragominas, Pará. In: Seminário sobre o Diagnóstico dos Projetos de Manejo Florestal no Estado do Pará – Fase Paragominas, 1996, Paragominas, PA. Anais. Belém – Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 106. 1997. 133 p.

Smith, J., V. Colán, C. Sabogal y O. Galván, 2003. De la extracción migratoria hacia la intensificación: Implicaciones para un mejor manejo forestal en la Amazonia peruana. Bosques Amazónicos (Perú), 33: 1-13.

Smith, J., V. Colan, C. Sabogal and L. Snook, 2006. Why policy reforms fail to improve logging practices: The role of governance and norms in Perú. Forest Policy and Economics 8: 458-469.

Snook, L., L. Quevedo, M. Boscolo, C. Sabogal y R. Medina, (en prensa). Avances y limitantes en la adopción del manejo forestal sostenible en Bolivia. Revista Recursos Naturales y Ambiente (CATIE).

Superintendencia Forestal, 2004. Informe anual 2003. Imprenta Sirena, Santa Cruz., Bolivia.

Verissimo, A., E. Lima e M. Lentini, 2002. Pólos Madeireiros do Estado do Pará. Belém: Imazon. 75 p.

ANÁLISIS DE UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.) EN LA XI REGIÓN DE CHILE

Alvaro Sotomayor Garretón¹, Ivan Moya Navarro² y Osvaldo Teuber Winkler³

RESUMEN

En el año 2003 se estableció una investigación para evaluar la potencialidad de los sistemas silvopastorales con *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud), en la zona intermedia de la Provincia de Coyhaique, XI Región de Chile, en la Patagonia Chilena. Para su evaluación se compara dos diseños silvopastorales con *Pinus contorta*, uno con manejo y el otro sin manejo, versus usos tradicionales de la tierra en la Región de Aysén, como es el manejo ganadero con bovinos sobre una pradera naturalizada.

Los sistemas silvopastorales fueron establecidos sobre una plantación de *Pinus contorta* de 12 años sin manejo, bajándose a una densidad de 400 árboles por hectárea, y podados al 40% de la altura, bajo dos ordenamientos: Sistema tradicional silvopastoral, dejándose los 400 árboles uniformemente distribuidos en la superficie (T1), y un sistema silvopastoral en faja, dejando tres hileras de árboles en contorno, espaciadas a 21 metros una faja de la otra (T2). Ambos sistemas fueron combinados con pradera natural fertilizada, utilizándose bovinos criollos de la zona. El sistema ganadero (T3) es el tradicional de la zona, con una pradera natural fertilizada y sin protección de árboles. El sistema forestal puro (T4) contaba con una densidad inicial de 1.514 arb/ha y se raleó a 800 arb/ha, con una poda al 40% de la altura.

Los resultados del estudio arrojan que los sistemas silvopastorales mostraron ser una interesante alternativa para los productores de la Patagonia, dado que les permite obtener ingresos intermedios por la venta de carne y madera proveniente de raleos, mientras que obtendrán un ingreso final por la venta de madera por el componente forestal. La producción de carne en peso vivo, indicó que estos sistemas son apropiados para la zona, ya que la producción fue similar a la del sistema ganadero en los primeros dos años de evaluación, aunque el área efectiva de pastoreo se redujo, mostrando la influencia beneficiosa de los árboles al variar positivamente los factores climáticos como viento y temperatura.

Palabras claves: Sistema silvopastorales, *Pinus contorta*, Patagonia.

¹ Ingeniero Forestal, Master of Science, Investigador, Instituto Forestal Sede Bio Bio, Chile, asotomay@infor.cl

² Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal Sede Patagonia, Chile, imoya@infor.cl.

³ Ingeniero Agrónomo, Investigador, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tameil Aike, oteuber@inia.cl

ANALYSIS OF A SILVOPASTORAL SYSTEM WITH *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.) IN THE XI REGION OF CHILE

SUMMARY

In 2003 a study was established in the XI Region of Chile (Aysén Region) to evaluate the potentiality of a silvopastoral system with *Pinus contorta* (Dougl. ex Loud.). This research considered the comparison of the traditional way of livestock system in this region with a forest production system, and with two different arrangements of silvopastoral system.

This research considered four treatments to compare among them: T1, a traditional silvopastoral system with 400 stems ha^{-1} , pruned to 40% height, sparse in the land; T2, with 400 stems ha^{-1} , arranged in 3 rows, 21 m apart between the 3 rows, to stimulate prairie development, and pruned to 40% height; T3, a traditional livestock production system in a natural fertilized prairie; T4, a thinned forest system from 1514 to 800 stems ha^{-1} , pruned to 40% height.

The results indicated that the silvopastoral systems are an important alternative for the farmers in the patagonian region, because they can get in the first period of growth (4 to 35 years), forage, meat, poles and small logs from thinning, and at the end of the rotation (40 to 45 years), pruned wood at better prices, and raw wood for the local market. In the first two years of evaluation, the production of live meat was similar than the production of the traditional way, and indicated that these systems are appropriated for the region.

Key words: Silvopastoral systems, *Pinus contorta*, Patagonia.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los pequeños y medianos propietarios silvoagropecuarios ubicados en la Región de Aysén, Chile, destinan gran parte de sus suelos a la actividad ganadera extensiva, sin resguardo de la capacidad de uso de los suelos, encontrándose vastas extensiones de suelos de aptitud VI y VII (forestal-ganadera) cubiertas con praderas naturales de regular a mala calidad, con una baja productividad para la producción de carne y lana y con suelos erosionados producto de un sobretalajeo y de una baja protección con vegetación perenne sobre estos. Lo anterior debido a que es el único rubro que les permite ingresos anuales, tanto para la generación de bienes para el autoconsumo como para la venta y generación de recursos para la compra de productos de primera necesidad para su grupo familiar.

El mejoramiento de la rentabilidad de los predios de la Región Aysén, o al menos de un importante segmento de ellos, pasa por innovar e incorporar tecnologías adecuadas, que permitan mejorar la eficiencia de producción de sus rubros tradicionales y que considere la sustentabilidad del sistema utilizado. Dentro de esta innovación e incorporación de tecnología, es posible la integración del rubro forestal y ganadero, o Sistema Silvopastoral, dentro de un mismo espacio físico, potrero, o bajo un ordenamiento predial, que permita generar una simbiosis positiva, en la cual se vean beneficiados ambos rubros.

Desde el punto de vista técnico, con la incorporación de árboles en las unidades prediales destinadas a la ganadería, ordenados de acuerdo a algún diseño silvopastoral o de cortinas cortavientos, se puede ayudar a incrementar la productividad de los recursos agropecuarios, principalmente forraje y ganado bovino u ovino, por el mejoramiento de las condiciones ambientales dentro de su área de influencia, gracias a la protección brindada por los árboles a los vegetales y animales (disminución de la velocidad del viento, aumento la temperatura ambiental y de suelo, disminución del déficit hídrico, protección del ganado contra nieve y lluvias, entre otros) (Sotomayor *et al.*, 2004; Sotomayor, 1990a; Red Agroforestal, 2006; Quam y Johnson, 1999). Al mismo tiempo, los recursos forestales introducidos se verán beneficiados por la incorporación del ganado en el sistema, a través del control de malezas que afectan el establecimiento y crecimiento de las plantas, en especial en los primeros años de crecimiento (disminuyendo a su vez la posibilidad de incendios forestales), del reciclaje de nutrientes en el suelo, así como también estarán beneficiados por las fertilizaciones que reciban las praderas y cultivos forrajeros asociados a las plantaciones, y por el mayor espacio dejado para el crecimiento de los árboles, producto de un ordenamiento agroforestal. Otro aspecto ambiental importante que pueden otorgar los árboles, es la protección de los suelos frente al viento y las gotas de lluvia, por lo que se espera una disminución de la erosión.

Desde el punto de vista económico, los productores locales que incorporen estas tecnologías mixtas y las integren dentro de sus predios, podrán mantener un flujo de caja anual, dado por la venta de animales (carne y lana), que permitirá solventar los gastos propios del grupo familiar, como también del manejo de los bosques mientras estos maduran y entreguen productos (Sotomayor, 1990c), y así mejorar su calidad de vida (Leslie, *et al.*, 1998; Polla, 1998). Podrán obtener recursos madereros intermedios, como madera para postes o leña, al momento de efectuar las labores de raleos y poda y, finalmente, podrán obtener productos

maderables de alta calidad (madera libre de nudos) al final de la rotación de la plantación forestal al haber manejado sus bosques. Además, se puede señalar que los predios se valorizarán, al momento de establecer una masa forestal dentro de ellos.

Todo este sistema integrado de producción silvopastoral, se caracterizará por su sustentabilidad, ya que permitirá recuperar terrenos degradados, controlando los procesos de erosión, permitiendo la protección de los cursos de agua y mejoramiento de la calidad del agua, aumentando la capacidad de captura del CO₂ atmosférico (Red Agroforestal, 2006) y, al mismo tiempo, cumplirá con generar un paisaje estéticamente más agradable y con la preservación y aumento de la vida silvestre.

OBJETIVOS

Objetivo General

Incrementar la productividad de los predios de la Región de Aysén, mediante la innovación en el uso de los suelos y de las plantaciones con sistemas de manejo silvopastoral.

Objetivos Específicos

Analizar el comportamiento de las variables dasométricas en *Pinus contorta*, bajo diferentes densidades y manejos forestales y silvopastorales.

Comparar la productividad de una pradera natural, bajo la influencia de diferentes densidades forestales con la especie *Pinus contorta* versus una situación ganadera tradicional sin árboles.

Comparar la productividad y comportamiento animal con vacunos de raza criolla, bajo la influencia de diferentes densidades forestales con la especie *Pinus contorta* versus una situación ganadera sin árboles.

MATERIAL Y MÉTODO

Ubicación del Ensayo

El estudio está siendo desarrollado en el predio San Gabriel, ubicado en la Comuna de Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

Unidad Experimental San Gabriel
Sector Mano Negra, 28 km al norte de la ciudad de Coyhaique.
Especie forestal utilizada: *Pinus contorta*
Tipo de Pradera: Pradera Natural
Especies Animales Utilizados: Vacunos de razas tradicionales e híbridos

Caracterización de la Unidad Experimental

El área del ensayo está ubicada en una zona agroclimática intermedia (Cuadro N° 1), en una ladera con exposición oeste.

Las condiciones climáticas de la Región de Aysén tienen como característica un volumen de precipitaciones y potencia de los vientos de gran intensidad. Sin embargo, esta intensidad dependerá de la ubicación geográfica, existiendo una marcada gradiente geográfica transversal. De acuerdo a esta gradiente, la Región de Aysén puede dividirse básicamente en tres zonas agroecológicas (IREN -CORFO, 1979):

Húmeda: Conformada por el sector de canales y fiordos, mientras que en su porción continental corresponde a la vertiente occidental de la Cordillera Patagónica.

Estepa Fría: Ocupa los sectores adyacentes a la frontera con Argentina y está caracterizada por sus cuencas y amplias mesetas.

Intermedia: Se extiende en sentido longitudinal entre Cisnes Medio y la cuenca del lago Cochran y desde la vertiente occidental de la Cordillera Andino Patagónica hacia el este, hasta confundirse gradualmente con la Zona de Estepa.

Las principales variables climáticas aparecen resumidas en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

PARÁMETROS CLIMÁTICOS DE LAS ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA REGIÓN DE AYSÉN

Parámetros	Zona Agroclimática		
	Húmeda ^a	Intermedia ^b	Estepa ^c
T° media (°C)	9.0	7.7	6.5
T° media mínima (°C)	5.7	3.9	2.2
Período libre heladas (días)	187	117	39
Viento fuerte (días)	20 nudos <	6	57
	30 nudos <	0	10
Precipitaciones (mm año ⁻¹)	2.000 - 4.000	500 - 1.500	400 - 700
Régimen hídrico	Superávit todo el año	Déficit estacional +	Déficit estacional ++
Suelo	Delgados Medianamente ácidos a ácidos Textura gruesa	Profundos Medianamente ácidos Livianos	Delgados Medianamente ácidos a neutro Textura gruesa

IREN-CORFO (1979a) e IREN-CORFO (1979b).

^a Localidad de referencia Pto. Aysén. ^b Localidad de referencia Coyhaique. ^c Localidad de referencia Balmaceda.

+ Prolongación.

Dentro de los fenómenos climáticos regionales, el viento es el que reviste mayor importancia. Según un estudio desarrollado por Mejías *et al* (2001), en que analiza el efecto del viento en labores de labranza realizadas en primavera, se ha registrado una pérdida de suelo superior a las 15 t/ha, por acción eólica. Es importante señalar que el 20% de esta pérdida correspondería a la porción más fértil del suelo, incluyendo nutrientes (N, P, K y S) y materia orgánica (Mejías, 2001).

Además, se debe agregar que la incidencia de vientos fuertes en la Zona Intermedia se produce principalmente entre los meses de diciembre y febrero. En la Zona de Estepa esta situación es aún más adversa, produciéndose los vientos fuertes en más del 90% del año y

concentrando su mayor intensidad entre los meses de diciembre y febrero.

Otra consecuencia relevante de la presencia de este tipo de viento, es la demanda de humedad del suelo. Al respecto, se debe precisar que en las zonas Intermedia y de Estepa sólo el 15% de las precipitaciones se producen entre los meses de diciembre y febrero, coincidiendo con la alta incidencia de vientos señalada anteriormente. Esto permitiría explicar la información entregada en el cuadro anterior, respecto del déficit estacional en los regímenes hídricos producidos en ambas zonas.

Método

- Tratamientos

Para evaluar la factibilidad de la combinación silvopastoral en la Región de Aysén y dado que no se podía instalar un ensayo desde el establecimiento del componente forestal, por la larga espera de maduración de las plantaciones de *Pinus contorta*, este estudio consideró la implementación de módulos forestales y silvopastorales sobre plantaciones existentes y no manejadas de *Pinus contorta* de 12 años de edad, con el objeto de evaluar y validar bajo las condiciones regionales, algunas alternativas de ordenamiento de las plantaciones y su manejo silvopastoral, con el objeto final de mejorar la productividad general del predio.

Se instaló unidades de investigación que permitieran estudiar el comportamiento de esta especie bajo diferentes densidades y manejo y su influencia en la productividad de una pradera naturalizada y sobre la producción ganadera.

Los tratamientos incluidos en el ensayo son descritos en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
TRATAMIENTOS EVALUADOS

Tratamientos a Probar:	Especie Forestal: <i>Pinus contorta</i>	
No. Tratamiento	Descripción de Tratamientos	Superficie (ha)
T1:	Forestal Manejado	0,5
T2:	Silvopastoral Tradicional con pradera natural	5
T3:	Silvopastoral en Fajas con pradera natural	5
T4:	Ganadería Tradicional con pradera natural	5

T1. Sistema Forestal Manejado: A través de esta propuesta de esquema de manejo forestal, se pretende demostrar una alternativa de manejo para estos bosques, para la obtención de productos de mejor calidad, al obtener trozos manejados, sin nudos o con nudos pequeños y firmes (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3
SITUACIÓN INICIAL SISTEMA FORESTAL MANEJADO Y PROPUESTA DE MANEJO

Situación Plantación <i>P. contorta</i> (T 1) año 2003			
Año plantación		1991	
Densidad		1514 arb/ha	
H total		6,66 metros	
Propuesta Manejo			
Altura (H)(m)	H poda (m)	Raleo hasta (arb/ha)	DSM (cm)
6,6 (año 2004)	2,6 m (40%)	800	< 18
10	4,0 m	600	< 18
14	5,5 m	400	< 18
22	5,5 m	Cosecha 400	< 18

H poda: altura a la cual se poda en la oportunidad correspondiente.

Raleo hasta: número de árboles a obtener después del raleo.

DSM (diámetro sobre muñón): diámetro del sector podado, después de la poda.

T4. Manejo Ganadero Tradicional: En este tratamiento, se realizan las actividades tradicionales de un manejo ganadero en la zona de Aysén, con mejoramiento de pradera natural, a través de fertilización con nitrógeno y azufre, y la utilización de bovinos, como producción animal. La superficie está cubierta íntegramente con una pradera natural, sin la presencia de árboles en ella.

Diseño Experimental

- Evaluación Forestal

Los parámetros a evaluar en los tratamientos con presencia de árboles son: Diámetro a la altura del pecho (DAP cm), Área Basal (AB m²/ha), Altura Total (H m), Diámetro Sobre Muñón (DSM cm). Tres parcela por tratamiento, distribuidas al azar.

T1. Forestal Manejado: Parcelas circulares de 200 m², distribuidas al azar dentro del área del tratamiento, para la evaluación de las variables forestales.

T2. Silvopastoral Tradicional: Parcelas rectangulares, de 1.008 m² (24 x 42 m), distribuidas al azar dentro de las 5 ha del tratamiento, para la evaluación de las variables forestales.

T3. Silvopastoral en Fajas: Parcelas rectangulares, de 1.008 m² (24 x 42 m), distribuidas al azar dentro de las 5 ha del tratamiento. Las parcelas están orientadas en el sentido de la pendiente de forma que puedan incluir en estas dos fajas (hileras de 3 líneas plantación) de árboles y un área completa de pradera entre estas fajas, para la evaluación de las variables forestales.

-Evaluación Ganadera y Pratense

T4. Ganadero Tradicional:

Productividad de la Pradera: Para la medición de la productividad de la pradera dentro del tratamiento T4, en materia seca/ha, se mide las variables de la pradera utilizando jaulas metálicas de exclusión, de una medida de 50 cm de ancho x 100 cm de largo x 50 cm de alto. Se utilizan 7 jaulas de exclusión para cada tratamiento donde se evalúa además de la productividad de la pradera del tratamiento T4, su productividad en T2 y T3, para así comparar entre tratamientos.

Evaluación Productividad Animal: Para la evaluación de la productividad animal, incremento en peso vivo (kg), dentro de los tratamiento T2, T3 Y T4, se usa una masa animal constituida por 8 animales bovinos, de aproximadamente 300 kg de peso vivo al inicio de cada temporada.



Exposición de Resultados y Análisis

Los resultados del estudio son expuestos en cuadros y figuras y comparados entre sí con análisis de varianza y pruebas de hipótesis específicas (LSD) cuando corresponde.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productividad y Evolución de la Pradera

Los resultados de la productividad de la pradera, en materia seca por hectárea, en base a la productividad de jaulas de exclusión proyectada a la hectárea, son presentados en el Cuadro N° 6, y Figuras N° 3 y 4.

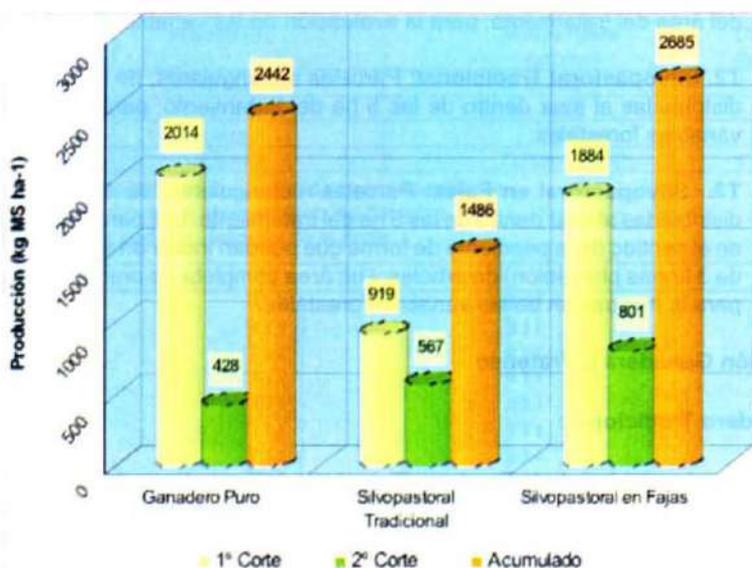


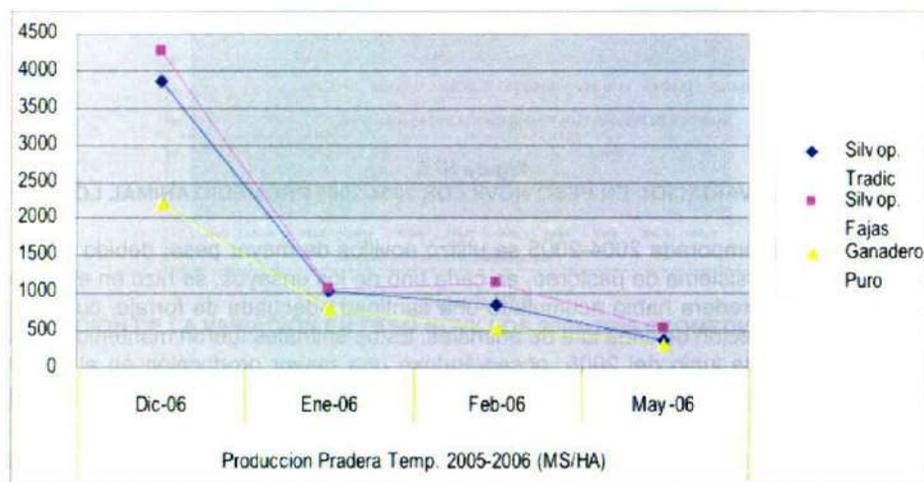
Figura N° 3
PRODUCCIÓN PRADERA TEMPORADA 2004-2005

Cuadro N° 6
PRODUCCIÓN PRADERA TEMPORADA 2005-2006

	Producción Pradera Temp. 2005-2006 (MS/HA)					Significancia
	Dic-06	Ene-06	Feb-06	May-06	Total Temp	
Silvop. Tradic	3877,5	1022,6	835,8	373,9	6109,8	a
Silvop. Fajas	4262,8	1048,3	1130	540,5	6981,6	a
Ganadero Puro	2193,1	785,4	539,4	314,1	3832,0	b

Materia Seca: MS (kg/ha)

Se destaca que para todas las fechas evaluadas y en las dos temporadas de evaluación, la pradera en el Sistema Silvopastoral en Fajas ha sido la que alcanzó las mayores producciones. El Silvopastoral Tradicional ha evolucionado positivamente en la segunda temporada, por sobre el sistema ganadero, debido a un mayor tiempo para el desarrollo de la pradera después de la apertura del dosel superior. Finalmente, el Sistema Ganadero Tradicional ha sido el de menor desarrollo, probablemente por el mal manejo anterior dado por el propietario. Estos resultados comienzan a mostrar una tendencia positiva en el desarrollo de la pradera al comparar los sistemas silvopastorales sobre los ganaderos puros.



Materia Seca MS (kg/ha)

Figura N° 4
EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN MATERIA SECA PRADERA TEMPORADA 2006

Productividad Animal y su Evolución

- Temporada 2004-2005

Cuadro N° 7
VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2004-2005 (kg PROMEDIO ANIMAL LOTE)

	VARIACION EN PESO NOVILLOS TEMPORADA 2004-2005 (kg promedio lote)						
	01-03-2005	17-03-2005	31-03-2005	15-04-2005	30-04-2005	15-05-2005	01-06-2005
Silvopastoral Tradicional	376,9	400,0	423,9	426,5	433,6	421,1	399,8
Silvopastoral Fajas	380,0	401,5	424,3	429,5	439,6	435,4	414,6
Ganadero Tradicional	378,8	398,4	414,3	423,5	430,3	436,3	405,0

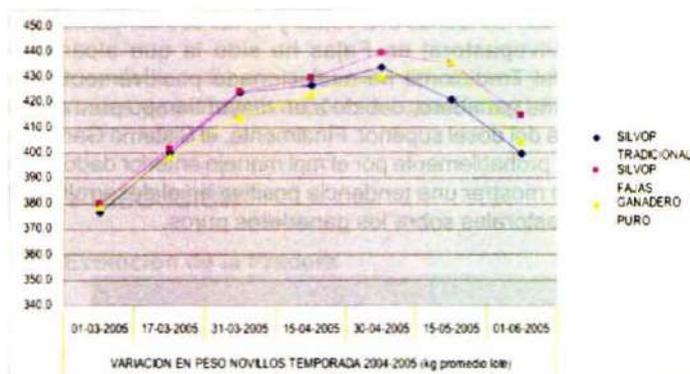


Figura N° 5

EVOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2004-2005 PROMEDIO ANIMAL LOTE (Kg.)

Durante la temporada 2004-2005 se utilizó novillos de mayor peso, debido a que la entrada de estos al sistema de pastoreo, en cada uno de los ensayos, se hizo en el mes de marzo, cuando la pradera había acumulado una cantidad adecuada de forraje, como para sustentar la alimentación de cada lote de animales. Estos animales fueron mantenidos hasta los primeros días de junio del 2005, observándose una mayor producción en el sistema Silvopastoral en Fajas, seguido del Ganadero Tradicional y finalmente el Silvopastoral Tradicional, aunque la tendencia general fue relativamente homogénea.

- Temporada 2005-2006

Cuadro N° 8

VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2005-2006 (kg PROMEDIO ANIMAL LOTE)

	VARIACION EN PESO NOVILLOS TEMPORADA 2005-2006 (kg promedio lote)										
	15-Dic-05	31-Dic-05	16-Ene-06	31-Ene-06	15-Feb-06	01-Mar-06	15-Mar-06	30-Mar-06	17-Abr-06	02-May-06	24-May-06
Silvopastoral Tradicional	305,6	318,9	341,0	359,4	370,9	382,5	386,6	402,6	419,1	424,6	413,4
Silvopastoral Fajas	305,4	323,1	347,0	363,8	380,8	395,4	410,0	436,5	436,4	443,8	440,1
Ganadero Tradicional	305,9	317,3	341,4	360,6	385,0	402,4	401,8	426,0	437,5	428,4	

Los animales del sistema Silvopastoral en Fajas en la última temporada, acumularon ganancias de peso hasta el 2 de mayo, pasando de 305,4 kg/cabeza en promedio a 443,8 kg/cabeza, lo que representó una ganancia total de 138,4 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En el siguiente pesaje realizado el día 24 de mayo, los animales del Sistema Silvopastoral en fajas comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 443,8 kg/cabeza a 440,1 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 24 de mayo.

Finalmente, los animales del sistema Silvopastoral Tradicional, acumularon ganancias de peso hasta el 2 de mayo, pasando de 305,6 kg/cabeza en promedio a 424,6 kg/cabeza, lo que representó una ganancia total de 119 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En

el siguiente pesaje realizado el día 24 de mayo, los animales del sistema Silvopastoral Tradicional comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 424,6 kg/cabeza a 413,4 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 24 de mayo.

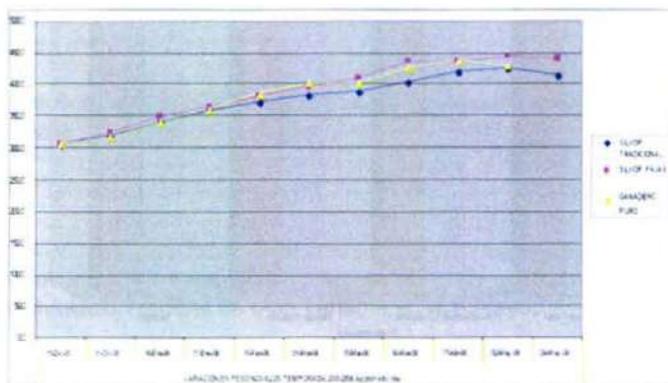


Figura N° 6

EVOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN EN PESO NOVILLOS 2005-2006 PROMEDIO ANIMAL LOTE (kg)

Los animales mantenidos en el sistema Ganadero Tradicional lograron acumular peso desde 305,9 kg/cabeza de promedio a 428,4 kg/cabeza de promedio a 2 de mayo, lo que representó una ganancia total de 122,5 kg/cabeza, para todo el período de pastoreo. En el pesaje realizado el día 02 de mayo, los animales del sistema Ganadero Tradicional comenzaron a perder peso, ya que pasaron de 437,5 kg/cabeza a 428,4 kg/cabeza, por lo que se decidió sacar a estos animales del sistema y terminar su evaluación con fecha 2 de mayo.

Esta baja de peso que comenzaron a manifestar los animales se debió a la falta de alimento, debido a que ya se había consumido prácticamente toda la pradera existente en cada uno de los sistemas, y además, a la tasa de crecimiento de la pradera, que hacia esta época del año, es cercana a cero, debido a las condiciones climáticas frías que comienzan a predominar desde mediados de mayo en adelante. Por lo anterior, después del último pesaje de los animales (24 de mayo), se decidió dar fin a las evaluaciones de la temporada.

Productividad y Evolución de los Parámetros Forestales

- Diámetro Altura del Pecho (DAP)

La evolución del diámetro en los tratamientos con presencia de árboles se puede apreciar en la Figura N° 7 y se puede observar claramente la diferencia de diámetros, entre los distintos sistemas forestales ensayados en este proyecto. Al inicio del ensayo los tratamientos quedaron con un DAP medio en torno a los 12 cm, en forma pareja, pero luego de dos temporadas de crecimiento se evidencia la diferencia por efecto de la densidad entre los sistemas, lo que repercute en aumento de los diámetros en los sistemas con menos árboles por hectárea, es decir los sistemas silvopastorales, con una leve superioridad en el sistema Silvopastoral Tradicional por tener una menor competencia individual.

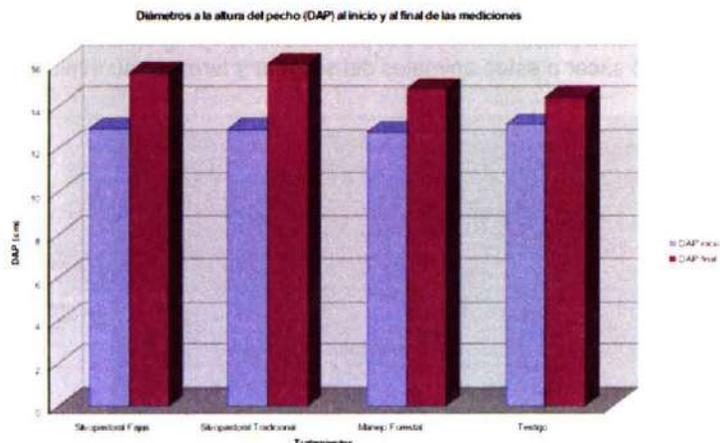


Figura N° 7

DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) DE LOS ÁRBOLES EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, AL INICIO DEL ENSAYO (2004) Y EN LA MEDICIÓN 2006

- Área Basal (AB)

En la Figura N° 8 se puede observar la evolución del área basal como indicador de ocupación del sitio en los diferentes tratamientos. Se observa el efecto de la densidad en este parámetro, dado que estos tratamientos fueron raleados desde una densidad de 1514 arb/ha (testigo) a las densidades silvopastorales (400 arb/ha) y 800 arb/ha en el tratamiento con manejo forestal.

Áreas Basales en los distintos tratamientos

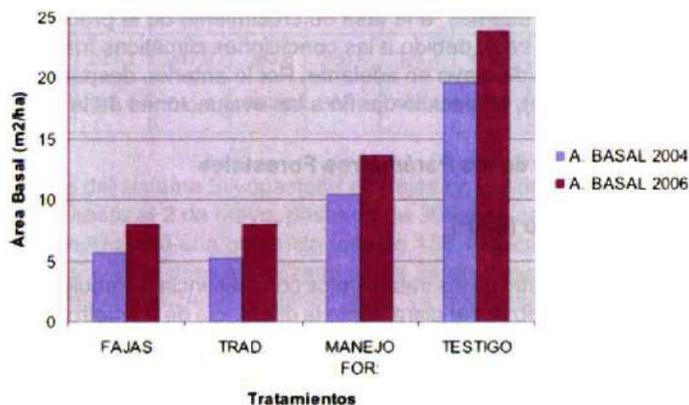


Figura N° 8

EVOLUCIÓN DEL ÁREA BASAL DE LOS DISTINTOS ENSAYOS FORESTALES ESTABLECIDOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, EVALUADOS EN EL AÑO 2004 Y EN EL 2006

Pese a que cada tratamiento tiene un número distinto de individuos por hectárea, este parámetro se ha ido incrementando en forma similar en los distintos tratamientos. Esto indica que en todos los tratamientos o densidades arbóreas existe aún un potencial de crecimiento y que la competencia entre los individuos aún no es muy alta. Con los años se debería esperar que el testigo forestal, con más árboles por hectárea, sea el primero en disminuir su crecimiento, por y la competencia entre los árboles.

En el otro sentido los dos tratamientos silvopastorales, por tener una baja densidad de árboles en la hectárea (400 app.) debieran tener un incremento más sostenido del área basal.

- Altura Total (H)

La altura es un índice de calidad del sitio y dado que los ensayos han sido instalados en un sitio similar, no se observa diferencias significativas de la altura entre los tratamientos, mostrándose una evolución natural de esta variable en el ensayo.

Alturas al inicio y al final del ensayo

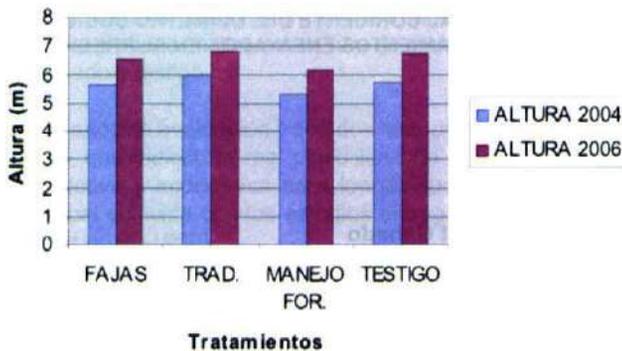


Figura N° 9

ALTURA DE LOS ÁRBOLES EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL, AL INICIO DEL ENSAYO Y EN LA MEDICIÓN DE 2006

- Diámetro Sobre Muñón (DSM)

Por último en la Figura N° 10, se aprecia la respuesta del DSM en los distintos tratamientos donde se realizó poda, por efecto de la cicatrización del área de corte, el DSM inicialmente obtenido fue de 15,1 cm promedio en los tratamientos. Se puede observar en el incremento anual del DSM, que la respuesta a la poda y raleo es mejor en el sistema Silvopastoral Tradicional, relacionado con la respuesta en diámetro por un mayor espacio de crecimiento, seguido por el sistema Silvopastoral en Fajas, ambos con cerca de 400 individuos por hectárea, y disminuye en el sistema donde se realizó el manejo forestal con fines madereros por efecto de una mayor densidad arbórea. Lo anterior está indicando que los sistemas silvopastorales desarrollarán una mayor proporción de madera libre de nudos al final de la rotación.

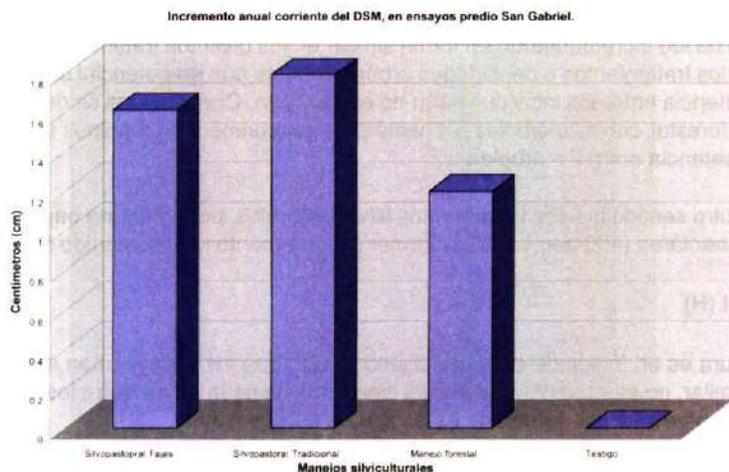


Figura N° 10
INCREMENTO ANUAL CORRIENTE DEL DIÁMETRO SOBRE MUÑÓN,
EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN EL PREDIO SAN GABRIEL

CONCLUSIONES

Producción de la Pradera y del Ganado

De acuerdo a los resultados obtenidos en las dos primeras temporadas de evaluación, se ha visto un interesante desarrollo del componente herbáceo en los sistemas con densidades silvopastorales. La producción de la pradera en el tratamiento Silvopastoral en Fajas fue 2.953 kg de materia seca, superior al Ganadero Tradicional (45% mayor) y que el Silvopastoral Tradicional (11% mayor).

Este resultado de la producción praterense está directamente relacionado con los resultados obtenidos en la producción animal. Al igual que en la producción herbácea, el sistema Silvopastoral en Fajas arrojó los mejores resultados, con un incremento promedio por animal en la temporada 2005-2006 de 138,4 kg/cabeza animal, versus 122,5 en el Ganadero Tradicional y 119,0 kg en el Silvopastoral Tradicional.

Estos resultados pueden deberse a los beneficios que otorga el componente forestal, al modificar los factores climáticos como son la disminución del viento, aumento de la temperatura del suelo y ambiental y aumento de la humedad relativa, entre otros factores beneficiosos para el desarrollo de los vegetales. También los árboles tienen un beneficio directo sobre los animales por las mismas razones anteriores, los que les permite utilizar menos energía para regular su temperatura corporal, lo cual coincide con lo expuesto por Polla (1998), Anderson *et al.* (1988), y Sotomayor (1990b).

Componente Forestal

El manejo forestal con fines silvopastorales tiene un importante efecto sobre las variables forestales. Por un lado al disminuir la densidad, de 1.500 árboles en el área testigo a 800 árboles en el forestal manejado y 400 árboles en los diseños silvopastorales, se reduce drásticamente el Área Basal, como indicador de sitio por hectárea, pero se aumenta el crecimiento en diámetro y también la producción de la pradera, coincidiendo con lo expuesto por Polla (1998) y Sotomayor (1990a). Es decir, se tiene menos árboles, pero con un mayor diámetro, lo cual originará en el futuro árboles de mayores dimensiones, obteniéndose una mayor productividad en madera aserrada o trozos para ser destinados a producción de tableros, por árbol, pero una baja producción de volumen total por hectárea. Por otro lado, los tratamientos con una mayor densidad generan un mayor volumen de madera sólida, por lo que estos tratamientos están pensados en producción de biomasa maderera, especialmente el testigo, que generará un mayor volumen sólido, pero de baja calidad

Respecto del diámetro sobre muñón, producto de la poda, lo que se espera es concentrar el cilindro defectuoso o nudoso bajo los 21 cm, para producir madera libre de nudos, la cual tendrá un mayor valor que un trozo no podado. Se espera con este tratamiento, con las podas posteriores y con la evolución del incremento en diámetro superior al sistema forestal manejado, que se obtenga una mayor producción de madera libre de nudos en los sistemas silvopastorales versus el forestal manejado y testigo.

Después de tres años de evaluación y con dos temporadas de mediciones, se observa interesantes resultados, que indican la real posibilidad de utilizar sistemas silvopastorales como alternativa productiva y económica para los productores silvoagropecuarios de la Patagonia Chilena, lo cual coincide con los estudios entregados por Universidad Austral de Chile (1988) y por Herve *et al.* (1990).

Estos sistemas, como indican los resultados obtenidos, pueden entregar a los productores:

Producción ganadera utilizando el crecimiento de la pradera que crece entre los diseños intercalares o bajo el dosel protector. Esto les permite a los productores obtener anualmente los ingresos para mantenerse, manejar el predio y los sistemas productivos utilizados.

La introducción de árboles en el sistema ganadero tradicional, transformándolo en un sistema silvopastoral, les permite a los propietarios tener otra alternativa productiva, posibilitando una diversificación de la producción predial. A través del manejo pueden obtener trozos de dimensiones bajas a medias, para productos como leña, postes y trozos de bajos diámetros para madera aserrada de dimensiones pequeñas.

La integración de los árboles también permite mejorar los aspectos ambientales, en términos de reducción de la erosión de los suelos, protección de cursos de aguas y efectos benéficos sobre la vida silvestre presente en la zona

REFERENCIAS

- Anderson, G. W., Moore, R. W. and Jenkins, P. J., 1988.** The Integration of Pasture, Livestock and Widely-spaced Pine in South West Western Australia. *Agroforestry Systems*, **6**: 195-211.
- Hervé, M., Balocchi, O. and Peñaloza, R., 1990.** Silvopastoral Sheep and Pine Systems for Small Farmers in Southern Chile. *Animal Production*. 50(3):192.
- IREN, 1979.** Caracterización Climática. Perspectivas de Desarrollo de los Recursos de la Región de Aisén del General Carlos Ibañez del Campo. Intendencia Región de Aisén.
- Leslie, B., Knowles, R. y Moore, R., 1998.** Silvopastoreo con *Pinus radiata* en Zonas Frías. In: Compilación de Resultados en Diversos Ensayos de Modelos Silvopastorales en Chile y en el Extranjero.
- Mejias, J., 2001.** Estimación de las Pérdidas de Suelo en Sistemas de Labranza Tradicional en la Zona Intermedia de Aysén. In: Explotación Conservacionista de Suelos en Aysén. (Ed.) Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Tamel Aike. Informe Final. Coyhaique (Chile). 5-15 p
- Polla, C., 1998.** Estrategias de Acción en el Tema Silvopastoreo. In: Actas Seminario "Manejo Silvopastoral" Trabajo N°8, Young. Uruguay.
- Quam, V. and Johnson, I., 1999.** Windbreaks for Livestock Operations. University of Nebraska Cooperative Extension EC 94-1766-X. Recuperado el 31 de Enero de 2002 de World Wide Web: <http://www.lanr.unl.edu/pubs/forestry/ec1766.htm>
- Red Agroforestal Nacional, 2006.** Publicaciones, Cartillas Agroforestales www.redagroforestal.cl
- Sotomayor, A., 1990a.** Sistemas Silvopastorales y su Manejo. *Chile Agrícola* 157:203-206.
- Sotomayor, A., 1990b.** Bosques y Forrajeras pueden Complementarse (II Parte). *Chile Agrícola* 158:242-248.
- Sotomayor, A., 1990c.** Bosques y Forrajeras pueden Complementarse (III Parte). *Chile Agrícola* 159:273-277.
- Sotomayor, A. y García, E., 2004.** Cartilla Agroforestal N° 2, Sistemas Silvopastorales, INFOR, 2004.
- Universidad Austral de Chile, 1988.** Uso Silvopastoral en las Áreas Marginales de la Décima Región. Valdivia, Chile. 300p.

EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE. Víctor Vargas Rojas. Forest Engineer, Master in Economy of Natural Resources and Environment, Forestry Institute, e-mail: Ingeniero Forestal, Magister en Economía de Recursos Naturales y del medio ambiente, Instituto Forestal, e-mail: vvargas@infor.cl

RESUMEN

El trabajo presentado corresponde a una recopilación de experiencias con comunidades rurales y actores sociales, recogida durante 5 años en el marco de procesos de elaboración de Estándares de Manejo Forestal Sustentable, desarrollo e implementación de Guías de Mejores Prácticas Forestales y trabajo de gestación conjunto con cooperativas campesinas de especificaciones de Buenas Prácticas forestales para la Agricultura Familiar Campesina.

Se describe en el documento modelos exitosos de emprendimiento comunitario forestal, basados en antecedentes recopilados en talleres, visitas a terreno y reuniones de trabajo con propietarios entre las Regiones del Maule y los Lagos, en Chile.

Fruto del análisis de las experiencias se concluye que, en la filosofía de los estándares de Certificación de Manejo Forestal Sustentable y Guías de Mejores Prácticas y en sus procesos de elaboración, se incorporan elementos básicos que pueden colaborar a que el Manejo Forestal Sustentable se constituya en un motor de desarrollo local para el mundo rural.

No obstante, se hace necesario que los técnicos involucrados comprendan profundamente los procesos que se gestan al interior de estos grupos humanos y estén abiertos a contrastar visiones de desarrollo en el sentido amplio del término.

Palabras claves: Manejo Forestal, Desarrollo Rural

SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT AS BEING ENGINE OF LOCAL DEVELOPMENT FOR THE RURAL WORLD: THE EXPERIENCE IN CHILE

SUMMARY

This paper presents a compilation of experiences with rural communities and social actors, which were collected during a period of five years under the framework of the elaboration process of Standards for Sustainable Forest Management, the development and implementation of Guides for Best Forest Practices, and the joint work with Farmer Associations on the development of specifications for Good Forest Practices for Agricultural Farmers.

Successful models of forest community launch are described in the document, based on backgrounds compiled in workshops, field visits and meetings with forest owners between the Maule and Los Lagos Regions of the country.

The analysis concludes that in the philosophy of the standards of Certification for Sustainable Forest Management and Best Forest Practices and in their development processes, basic elements have been taken into account which can collaborate as being the engine of local development for the rural regions.

Nevertheless, it becomes necessary from the involved technicians point of view, to understand deeply the processes that are conceived into the interior of these human groups and being open to contrast development visions in the wide sense.

Keywords: Forest Management, Rural Development

INTRODUCCION

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) de 1992, hubo acuerdo en que el Manejo Forestal Sostenible es un elemento importante del desarrollo sostenible. La CNUMAD también puso el acento en la responsabilidad global y la necesidad de una cooperación y asociación eficaces para el uso ecológicamente sostenible y la protección de los bosques del planeta (FAO, 1995a, 1995b).

A la luz de los principios forestales de la CNUMAD, se ha desarrollado varias definiciones de Manejo Forestal Sostenible a través de diferentes iniciativas internacionales, entre las cuales la más aceptada es la aportada por el Proceso de Helsinki (Anon, 1993), que define el manejo forestal sostenible como «la administración y uso de los bosques y de la tierra forestal de modo y a un ritmo que mantenga su diversidad biológica, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial para satisfacer, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes, a los niveles local, nacional y global, y que no cause perjuicio a los otros ecosistemas» (Anon, 1996).

Los bosques hacen importantes contribuciones económicas a las sociedades de la Ecorregión Mediterránea, particularmente a la subsistencia de las comunidades rurales que habitan en las áreas forestales. La extensa población rural, particularmente en las regiones del sur y del este, es fuertemente dependiente de la utilización y de los ingresos que obtiene de las áreas forestales y de su empleo en actividades forestales. El procesamiento de madera y la industria del sector, también aportan empleo y oportunidades de ingresos, particularmente en las regiones ricas en bosques. El ecoturismo se ha convertido en un importante sector, que aporta ingresos a las comunidades locales y oportunidades de recreación a la población urbana (FAO, 1993, 1994)

En Chile la primera iniciativa formal en la temática se desarrolló a través del Grupo de Trabajo Permanente para el Manejo Sustentable de los Bosques en Chile. El grupo fue promovido por INFOR, y fue creado formalmente en septiembre de 1995. Su objetivo fue promover el Manejo Forestal Sostenible (MFS) en Chile, de acuerdo a las facultades de cada institución participante. En sus comienzos, los integrantes de la mesa de diálogo fueron el Colegio de Ingenieros Forestales (CIF), la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), el Instituto Forestal (INFOR) y el Ministerio de Relaciones Exteriores. Más tarde se incorporaron el Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (MUCECH), organizaciones no gubernamentales (ONG's) y entidades académicas. La finalidad de este grupo fue crear consensos a nivel nacional respecto a la definición, principios, criterios e indicadores del Manejo Forestal Sostenible.

El MFS fue definido por este grupo de trabajo como «un conjunto de acciones y decisiones sobre los ecosistemas forestales que tiene por objetivo el cumplimiento integrado de sus funciones ambientales, económicas y sociales, a fin de satisfacer las demandas actuales de la sociedad sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras», generando una definición de consenso a nivel nacional.

Este desarrollo puso el tema de la sustentabilidad forestal, en el tapete de la discusión y potenció el desarrollo de diversas iniciativas y proyectos, tendientes a la implementación del Manejo Forestal Sostenible, de las cuales se analizan en este documento dos principales: La Certificación Forestal y el Desarrollo de Prácticas Forestales Sustentables

OBJETIVO

A través de este trabajo se pretende mostrar que los procesos de desarrollo de instrumentos económicos asociados al Manejo Forestal Sostenible (MFS), tales como la Certificación Forestal y el desarrollo de Guías de Expertas de MFS, permiten generar instancias de discusión sobre un espectro amplio de temas ambientales, sociales y productivos. A partir de estos procesos, es posible levantar visiones integrales de desarrollo en los diferentes territorios donde se desenvuelven estos procesos, que pueden contribuir a actividades de emprendimientos locales en base a diagnósticos compartidos entre los diferentes actores relacionados con el recurso forestal

ANTECEDENTES GENERALES

Instrumentos de Manejo Forestal Sustentable

Dentro del marco del Sector Forestal Chileno es posible potencialmente aplicar diversos instrumentos de MFS en 3 principales segmentos de productores: Las grandes empresas, los medianos productores y los pequeños productores (Figura N° 1)

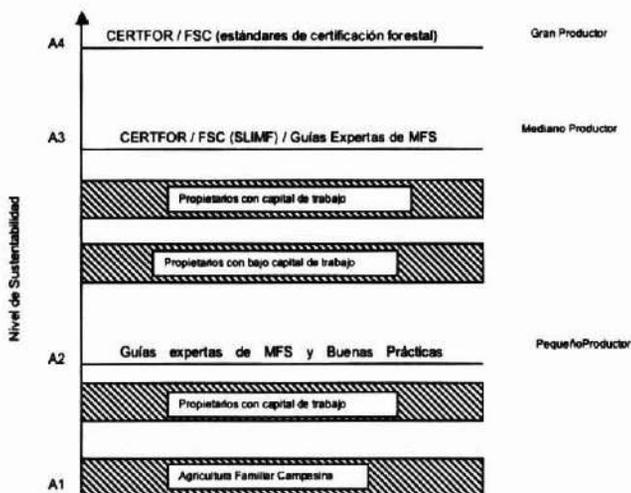


Figura N° 1

PRINCIPALES INSTRUMENTOS DE MFS APLICABLES A LOS SEGMENTOS PRODUCTIVOS EN EL SECTOR FORESTAL CHILENO

El gran productor forestal esta conformado por grandes *holdings* de empresas, que trabajan por una rentabilidad de largo plazo, son auto sustentables bajo las políticas actuales de gobierno y su producción esta orientada hacia el exterior. Debido a requerimientos de comercialización internacional, optaron en una primera etapa por la adopción de sistemas de gestión ambiental (SGA) y actualmente por la Certificación de Manejo Forestal Sustentable que conduce a la obtención de un sello verde (CERTFOR o FSC) exigido principalmente por los mercados europeo y americano. Al respecto el Sector Forestal Nacional cuenta actualmente con más de 1,8 millones de hectáreas de plantaciones certificadas y casi la totalidad de esta superficie pertenece a este segmento.

Los medianos productores forestales son un grupo heterogéneo de empresas o inversionistas con menor superficie promedio y capital que el grupo anterior, para los cuales el sector resulta una alternativa de inversión interesante de mediano y largo plazo, por esto invierten en asesoría técnica profesional permanente, son auto sustentables bajo las condiciones actuales y sus productos están orientados al mercado interno, abasteciendo a las empresas o bien con algún tipo de integración vertical de pequeña escala. Al destinar este segmento parte de su producción a las grandes empresas, deberán adaptarse, aparentemente en el corto plazo, a las demandas de estas, principalmente a los requerimientos que impone la Certificación Forestal. Hasta el momento gran parte de este segmento se ha mantenido a la expectativa de las demandas de las cadenas productivas. Sin embargo, algunas grandes empresas están desarrollando programas de asistencia a este tipo de productores, concientes que son pieza fundamental en la cadena de abastecimiento a sus plantas productivas. Este segmento tiene potencial de acceder a la certificación bajo la modalidad individual en el caso de empresas, o bajo la modalidad de grupo en el caso de productores con bajo capital de trabajo. Para este último segmento, son de especial interés la Guías Expertas de Manejo Forestal Sustentable que está desarrollando INFOR con la co-ejecución de Fundación Chile, ya que le permitirían incluir en forma gradual en sus procesos productivos los requerimientos ambientales y sociales con los que podrán prepararse para la certificación.

Los pequeños productores son un grupo aún mas heterogéneo que el anterior, siendo en su mayoría agricultores, con superficies prediales reducidas o de baja producción, con superficies muy variables de bosques y con bajo capital de trabajo, que tratan de aprovechar los recursos que les provee el Estado a través de la postulación a mecanismos de fomento administrados por organismos públicos de apoyo, tales como INDAP y CONAF. Se estima que la mayor parte de ellos está lejos de la certificación bajo los estándares actuales aun bajo la modalidad de Certificación en Grupo. No obstante, una parte de éstos, aquellos que poseen una mayor capacidad emprendedora, podría utilizar las Guías Expertas elevando su nivel de desempeño ambiental y social. Así podrían potencialmente abastecer a las empresas certificadas con madera denominada como "no controversial", en el lenguaje de la Certificación Forestal, y también proveer con productos forestales a instituciones del estado que demanden productos originados en manejo sostenible.

No obstante lo mencionado, gran parte de los pequeños productores se inserta dentro de un grupo denominado Agricultura Familiar Campesina, con un nivel de ingresos de subsistencia. Este segmento ha plantado pequeñas superficies con especies forestales en sus predios debido a que los incentivos del Estado le permiten recibir ingresos directos, al

proveer ellos de mano de obra. Sin embargo, no posee todos los conocimientos necesarios para manejar productivamente su recurso. Además, en este grupo la comercialización se realiza a través de la venta del vuelo del bosque, o madera a orilla del bosque, a intermediarios. Dada esta realidad, se está desarrollando, a través del Comité de Buenas Prácticas de la Subsecretaría de Agricultura, un instrumento denominado Buenas Prácticas Forestales, que además de contemplar lineamientos de gestión ambiental y de seguridad básicos (los exigidos en la ley), considera aspectos relacionados con el mejoramiento de la productividad sus bosques y en la clasificación de los productos comercializados

Certificación Forestal

En términos sencillos, la certificación es el acto de verificar si un producto, servicio o proceso cumple con normas estipuladas, a través de un examen técnico conducido por una organización independiente y acreditada para ello.

En el mundo existen dos formas principales de certificación en el ámbito forestal, los sistemas de gestión y la certificación forestal. Los sistemas de gestión de la empresa (forestal o de cualquier tipo) exigen el cumplimiento de la legislación aplicable del país y el mejoramiento continuo del sistema de gestión de la empresa, no obstante, no otorga un sello al producto forestal. La segunda, se basa en evaluar el desempeño del manejo forestal de un propietario o empresa forestal en función de un estándar de MFS, a través de una entidad acreditada que otorga un sello al producto forestal proveniente de un bosque certificado.

La certificación del manejo forestal es un procedimiento establecido de reconocimiento y verificación que produce como resultado un certificado de calidad de manejo del bosque referido a una base de criterios predeterminados en una valoración independiente (Bass and Simula, 1999).

Según Lammers (1997), la certificación forestal es un proceso de identificación y evaluación de los bosques bien manejados, donde se practica el Manejo Forestal Sostenible. Es decir, donde el manejo es sano desde la óptica ambiental, socialmente benéfico y económicamente viable.

- Superficie Certificada en el Mundo

La certificación forestal ha sido identificada como una de las tendencias más dinámicas que haya experimentado cualquier sector productivo global. Desde su creación a Junio, 2006, existen 267,3 millones de hectáreas certificadas en el mundo, es decir, el 7,3% de los bosques del mundo.

Las primeras áreas certificadas en el mundo se generaron a partir del año 1995, pero el despegue de la superficie certificada se generó a partir del año 1999. Uno de los factores más importantes del rápido aumento de aquella época, fue la presión ejercida por campañas de marketing y presión directa a las cadenas de distribución, a quienes se les exigía que sólo tuvieran proveedores de madera certificados. Sin embargo, aunque dichas presiones ya no se

registran, el incremento anual de superficie forestal certificada continúa siendo creciente (Figura N° 2).

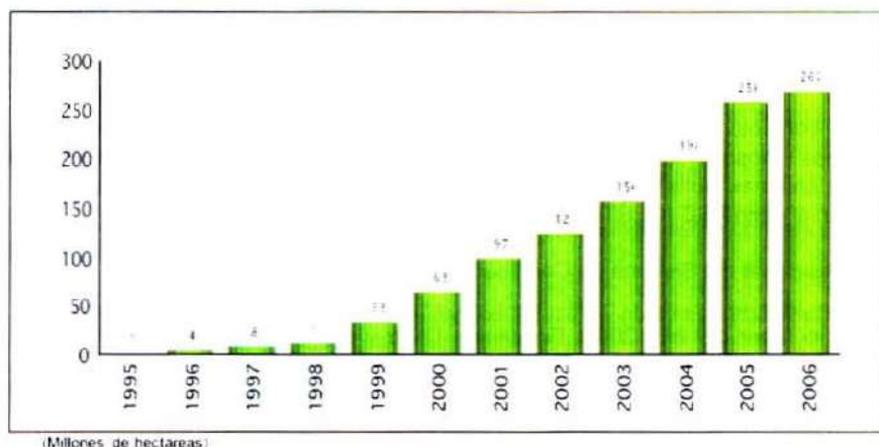


Figura N° 2
EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE CERTIFICADA EN EL MUNDO
PERÍODO 1995 - 2006

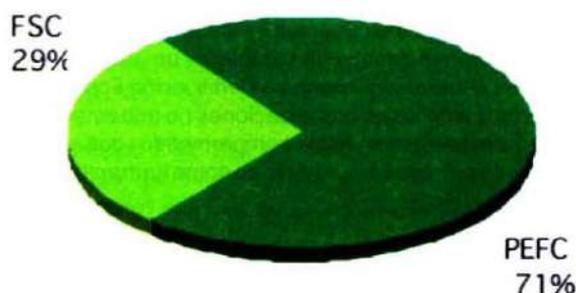


Figura N° 3
SUPERFICIE CERTIFICADA EN EL MUNDO
SEGÚN SELLO - JUNIO 2006

El esquema PEFC es el sello que alberga en la actualidad la mayor cantidad de superficie certificada del mundo, 190,9 millones de hectáreas que representan el 71% de los bosques certificados. La superficie certificada por FSC en tanto alcanza los 76,7 millones de hectáreas, 29% del total (Figura N° 3). Los sellos nacionales SFI (USA) y CSA (Canadá) cuentan con una importante superficie certificada que fue incorporada a la superficie PEFC en el año 2005, ya que ambos países se encuentran homologados internacionalmente por parte de dicho organismo. No obstante el sello FSC mantiene el mayor posicionamiento global en el mercado de productos forestales certificados.

- Certificación en Chile

En Chile existen actualmente dos principales procesos de desarrollo de estándares; el proceso Certfor, iniciativa nacional que está reconocido por PEFC, y el proceso ICEFI, dentro del marco de FSC.

En conjunto la superficie certificada en Chile alcanza a 1.979.733 hectáreas de plantaciones y bosque nativo, aproximadamente el 80% pertenecen al sello CERTFOR, 31 empresas chilenas obtienen el sello de la Cadena de Custodia y alrededor de un 70% pertenecen al sello FSC (CERTFOR, 2006; ICEFI, 2006)

Iniciativa Nacional del Sistema de Certificación Forestal Chileno (CERTFOR)

En octubre del año 2000, Fundación Chile y el Instituto Forestal (INFOR), con la colaboración de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), empresas forestales, ONG's y universidades, entre otras entidades, dieron inicio a la Iniciativa Nacional del Sistema de Certificación Forestal Chileno (CERTFOR) definiendo los nueve principios que lo sustentan. El estándar de plantaciones Certfor fue homologado por PEFC en el año 2004.

Iniciativa Chilena de Certificación Forestal Independiente (ICEFI)

La puesta en marcha de la iniciativa nacional del FSC en Chile se inició a fines de 1998, fecha en la cual representantes de diversas instituciones académicas y de organizaciones no gubernamentales asumieron el desafío de establecer un grupo de trabajo para desarrollar los estándares nacionales. La Iniciativa Chilena de Certificación Forestal Independiente (ICEFI) cuenta entre sus miembros a empresas, organizaciones no gubernamentales y universidades, sindicatos y consultores independientes, todos comprometidos con la promoción de un manejo responsable de los bosques y plantaciones, utilizando como herramienta la Certificación Forestal bajo el FSC (ICEFI, 2002).

El objetivo general de esta iniciativa es generar los estándares de certificación en el marco de los principios y criterios del FSC y evaluar sistemáticamente su aplicación; promover la certificación forestal FSC y velar por el desarrollo adecuado de los procesos que la otorgan, y constituirse como una instancia de contacto e información para la secretaría de FSC, los certificadores, propietarios forestales y público en general (ICEFI, 2002).

- Beneficios y Costos de la Certificación

La certificación, es considerada como una herramienta para mejorar la gestión de los recursos forestales y facilitar el acceso a los mercados. Como instrumento de mercado, la relevancia de la certificación forestal depende de la demanda que por ella exista, y debe ser considerada en función a cómo ésta se desarrolle.

Dentro de sus principales beneficios se pueden destacar:

Promueve el Manejo Forestal Sustentable.

Indica que los productos certificados provienen de bosques bien manejados.

Representa un Compromiso con la actividad forestal en el largo plazo.

Informa al mercado que la madera es un recurso renovable.

Permite vender sus productos en mercados internacionales y obtener en algunos casos mejores precios.

Asegura la permanencia en los mercados actuales y abre la oportunidad de nuevos mercados por otros productos más elaborados.

Mejora la eficiencia de la actividad forestal, al realizarse basada en un Plan de Manejo Certificado.

Otorga un reconocimiento público, de la comunidad, por un buen desempeño, responsable con el ambiente.

Los costos de la Certificación forestal, pueden ser divididos en dos grandes grupos; costos directos y costos indirectos. Como costos directos se puede incluir todos aquellos que corresponden a la Preauditoria, Auditoría Principal y auditorías de Mantenimiento, donde estas últimas se realizan por lo general una vez al año, una vez otorgado el certificado.

Los costos indirectos a su vez, se relacionan con las inversiones en cambio de prácticas, las que permiten dar cumplimiento a los requerimientos técnicos, ambientales y sociales establecidos por un estándar de certificación.

Mejores Prácticas Forestales

- Ámbito Internacional

A nivel internacional, el desarrollo de guías de mejores prácticas se remonta a un par de décadas y presenta características distintivas dependiendo de las condiciones históricas, ambientales y sociales del lugar.

Es así como, por ejemplo, en Estados Unidos el concepto de Mejores Prácticas (Best Management Practices - BMP) se ha desarrollado de acuerdo a lo expuesto en el Acta Federal de Control del Agua (Clean Water Act) y es definido como los mínimos estándares necesarios para proteger y mantener la calidad del agua, así como valores de vida salvaje, mientras se realizan las actividades forestales.

Una Guía de MFS se define cómo: "un conjunto ordenado de prescripciones, procedimientos, conceptos, estilos y guías de trabajo estandarizados aplicables al recurso forestal y sus variables asociadas, las que en carácter de recomendaciones u obligatoriedad procurarán que éste sea gestionado sobre bases sustentables mínimas."

Esta definición no difiere de la situación de los códigos de prácticas forestales. Gran parte de ellos consisten en una recopilación de normas relacionadas con la actividad forestal, no obstante también es posible encontrar aquellos de carácter no normativo y que son presentadas como prescripciones modelo de prácticas propuestas a distintos organismos.

Generalmente son elaborados por organismos o instituciones de gran influencia en el sector, como por ejemplo institutos de investigación o servicios forestales nacionales u organismos internacionales. Como objetivo principal estos fomentan el desarrollo de políticas forestales en torno al manejo sustentable y en sí constituyen la base conceptual sobre la cual se desarrolla las guías de mejores prácticas. El carácter de los códigos puede ser obligatorio, en cuyo caso se apoya en normas específicas o bien propositivas y de aplicación voluntaria.

El manejo forestal sostenible es uno de los principales ejes responsables de la creación de guías de mejores prácticas. En este sentido, muchas de ellas buscan introducir este concepto al público objetivo y al mismo tiempo propiciar la realización de operaciones de cosecha de manera sustentable, bajo la filosofía de comprender porque se realizan las acciones propuestas, entregando razones para cumplirlas, no sólo reglas.

En relación a su contenido las mejores prácticas forestales a nivel internacional apuntan a cinco grandes áreas de actividades de manejo: Caminos, cosecha, preparación del sitio, reforestación y manejo de zonas ribereñas. No obstante, se abordan también temas de silvicultura, protección forestal, paisaje, valores culturales, manejo del fuego y biodiversidad.

Por el contrario, entre los temas con menor presencia se encuentra el transporte, seguido por la evaluación de las actividades y aspectos de paisaje a considerar al momento de la planificación y realización de la cosecha.

También se observa existencia de guías con marcada tendencia operacional, en las cuales sólo se abordan aspectos operativos, entre otros; manejo de combustibles, cosecha y protección forestal (guía de Tasmania y guías de países nórdicos). Estas guías por lo general presentan datos muy técnicos y específicos para operaciones en determinadas zonas

- Experiencia en Chile

Los inicios del desarrollo de mejores prácticas de manejo forestal en Chile se originaron con la conformación de un comité tripartito integrado por las organizaciones de trabajadores forestales, los empresarios y profesionales agrupados en CORMA, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Ministerio del Trabajo. Producto de este esfuerzo mancomunado, en mayo de 1997 se creó un Código de Prácticas Forestales, donde se establecen conceptos, prácticas, estilos y procedimientos orientadores a un mejor desempeño de la actividad forestal.

Este Código estuvo principalmente dirigido a la formulación de criterios técnicos y de gestión, con énfasis en aspectos como prevención y seguridad laboral en actividades como silvicultura, cosecha, construcción de caminos y protección contra incendios.

Sin duda en este proceso participaron principalmente personas pertenecientes organizaciones gremiales. Esto generó un Código que sin dudas disminuye los impactos sobre el ambiente, pero debido a la baja participación de profesionales del sector forestal los resultados de estas prácticas tienen un sesgo netamente laboral, no profundiza en el manejo forestal sostenible y la disminución de los impactos ambientales asociados a sus operaciones.

Posteriormente, en 1998, en el marco del proyecto "Estudio de la Certificación Forestal" llevado a cabo por INFOR y financiado por FDI CORFO y la Comunidad Europea, se elaboró una publicación sobre mejores prácticas forestales, como una herramienta básica de apoyo a la gestión productiva de las empresas, cuyo propósito es servir de guía para realizar las actividades en terreno, incorporando conjuntamente los aspectos técnicos y ambientales. En dicho documento se proporcionan orientaciones de acción a supervisores, contratistas y operarios, en un texto único de formato práctico, claro y fácilmente utilizable. Si bien esta iniciativa recibió apoyo de especialistas externos, técnicamente capacitados, careció de una estrategia de transferencia hacia el sector.

En forma paralela, a partir de fines de la década del 90, principalmente las grandes empresas forestales desarrollaron manuales de procedimientos o instructivos de operación, en el marco de su política ambiental y como apoyo a los procesos de implementación de la norma ISO 14.001. En la práctica, son documentos que contienen información sobre cómo llevar a cabo las actividades en terreno para cumplir con las políticas ambientales declaradas en la norma.

El más reciente desarrollo en el tema y motivo de este trabajo, se inició en el año 2003, en un proyecto liderado por INFOR, en co-ejecución con Fundación Chile, financiado por FDI CORFO. El proyecto tuvo dentro de sus objetivos el desarrollo de Guías Expertas de MFS para Bosque Nativo, utilizando la experiencia nacional e internacional, apoyado en un marco de participación amplio y con una metodología de extensión que permitirá masificar su aplicación entre los usuarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proceso de Desarrollo de Estándar de Bosque Nativo CERTFOR y su Aporte al Emprendimiento Local

A continuación son descritos los temas relacionados con el estándar de MFS de Bosque Nativo CERTFOR y el proceso de desarrollo de criterios e indicadores, para indicar finalmente de qué manera estos aspectos pueden colaborar en el emprendimiento local.

- Temas del Estándar

El estándar de bosque nativo está constituido por 9 principios que reflejan cómo los temas abordados son integrales (Figura N° 4). El principio 1 está relacionado con una planificación de objetivos de largo plazo que consideran los usos potenciales del predio, en términos de producción de bienes y servicios. Esto permite a los productores ampliar su mirada más allá de la comercialización de productos madereros del bosque, pudiendo considerar productos no madereros, además de negocios asociados al turismo, ecoturismo, etnoturismo, etc, de acuerdo a las potencialidades de su territorio. Además, el principio considera los impactos de esta planificación en términos ambientales y sociales y de esta manera permite a los productores dar sustentabilidad a sus emprendimientos, manteniendo la potencialidad de sus recursos prediales, en especial protección de flora y fauna, el suelo y el agua.

Los principios 2 al 8 permiten hacer operativas las metas planteadas en los ámbitos productivos ambientales, sociales y de cumplimiento legal, en función de niveles de desempeño específicos. Finalmente, el principio 9 permite hacer un seguimiento del cumplimiento de las metas planteadas, en el principio 1, de esta manera los productores pueden evaluar en forma periódica los emprendimientos planteados en su planificación y reorientarlos en base a sus intereses y las potencialidades que se generan en sus respectivos territorios.



Figura N° 4
PRINCIPIOS DEL ESTÁNDAR CERTFOR DE BOSQUE NATIVO

- Estructura del Proceso de Desarrollo del Estándar

La experiencia surgida en el proceso CERTFOR de desarrollo del Estándar de Plantaciones y el proceso ICEFI, permitió orientar el marco de participación ciudadana en el desarrollo de Bosque Nativo, potenciando la participación activa de regiones y territorios relacionada con los tipos forestales prioritarios objeto del proceso: Lengua y Roble-Raúl-Coigue. La estructura base de la organización del proceso es descrita a continuación.

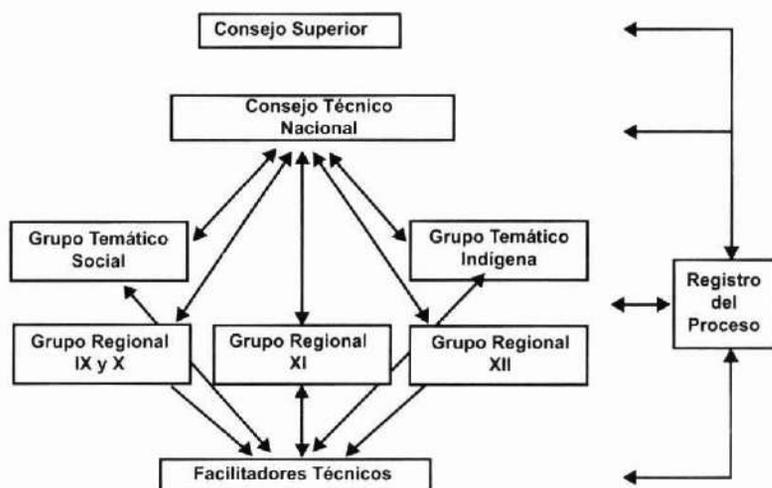


Figura N° 5
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROCESO

Consejo Superior

La responsabilidades del Consejo Superior se enmarcan en la determinación de los lineamientos generales que rigen el estándar bajo la forma de sus principios rectores, la definición de la estrategia de consulta pública final del estándar de bosque nativo y en todas las actividades de homologación con otros sistemas de certificación forestal. El ámbito de acción del Consejo Superior es de carácter político y no interviene directamente en los aspectos técnicos del estándar (Figura N° 5).

Comité Técnico Nacional

La responsabilidad del Comité Técnico Nacional se enfoca en la sanción de los criterios e indicadores propuestos por los diferentes grupos de trabajo del proceso de desarrollo del estándar de bosque nativo. El Comité Técnico Nacional es una asamblea, en la cual participa un representante elegido de cada uno de los Grupos Trabajo, cuya función se describe mas adelante. Este Comité estuvo compuesto además, por reconocidos profesionales del sector forestal nacional, con amplia trayectoria y experiencia con el bosque nativo.

Facilitadores Técnicos

Estos profesionales tuvieron la responsabilidad de facilitar la ejecución del proceso de desarrollo del estándar de bosque nativo, proporcionando todos los elementos técnico-logísticos. Esto implicó coordinar las reuniones de los diferentes grupos de trabajo, tomar acta de los acuerdos de las distintas reuniones del proceso, generar documentos técnicos y asegurar que los productos comprometidos en el proyecto se cumplan en los tiempos estipulados. Por otra parte, canalizan las inquietudes generadas durante las reuniones de los grupos de trabajo.

Grupos de Trabajo

Uno de los desafíos pendientes de la certificación forestal a nivel mundial, es su contribución al bienestar social. A pesar de que todo el sistema se basa en el concepto de la sustentabilidad, considerando equidad social, respeto cultural, crecimiento económico y conservación de los recursos, los impactos en los dos primeros aspectos han sido cuestionados a nivel mundial. Esto en parte se ha debido a la ausencia de los *stakeholders* (partes interesadas) de carácter social e indígena en los diferentes procesos de desarrollo de estándares. En virtud que la certificación forestal es una herramienta que debe ser mejorada constantemente, durante este proyecto se dio énfasis al análisis de los aspectos sociales y culturales del proceso de desarrollo del estándar de bosque nativo. Con este propósito se crearon dos grupos técnicos temáticos especiales, Social e Indígena.

Grupo Social

Este grupo abordó todos los temas vinculados con los derechos de los trabajadores, comunidades locales, pequeños y medianos propietarios forestales y relaciones de buena vecindad. Además, se abrió a todos aquellos que se sientan afectados por las actividades que se realicen en los bosques nativos (Ej. Contratistas, pescadores deportivos, grupos scout, personas del área turística, etc.). De esta manera se permite que actores relacionados con los emprendimientos locales, puedan expresar sus visiones de desarrollo, en función de reuniones de trabajo y días de campo realizados en sus propios territorios, lo que permite una mayor libertad para la expresión de sus inquietudes. Esto beneficia al proceso, ya que normalmente es difícil que ellos se trasladen a talleres realizados en centros urbanos y los que pueden participar en ellos, no siempre encuentran el ambiente y confianza para expresar sus motivaciones.

Grupo Indígena

Este grupo abordó todos los temas vinculados con el respeto de los valores de las etnias originarias y su relación con el bosque nativo. Tomando en consideración la organización de las comunidades indígenas, se identificó a los líderes y actores pro activos más relevantes, con quienes se analizó los objetivos y los alcances de la certificación forestal y cómo esta puede contribuir a que sean respetados sus valores ancestrales relacionados con los bosques nativos.

Grupos Regionales

El país presenta la particularidad de contar con tipos forestales y estructuras de bosque marcadamente diferentes. Estas diferencias son reconocidas en el sector forestal y las regulaciones nacionales existentes se basan en esta clasificación. En este contexto, las actividades silvícolas a realizar en los bosques nativos pueden ser distintas, sin arriesgar la sustentabilidad del manejo en sí. Esto conlleva a que lo más adecuado a esta realidad sea la conformación de grupos regionales, que analicen y determinen los criterios e indicadores de acuerdo a sus realidades locales. Además, esta estructura fomenta la participación democrática de las principales regiones con bosque nativo.

Los grupos regionales abordaron todos los temas vinculados con el desarrollo de un estándar de certificación forestal. Estos grupos se encuentran constituidos y trabajaron activamente desde la primera etapa del proyecto. El grupo estuvo conformado fundamentalmente por especialistas técnicos, representantes de instituciones del Estado, representantes de empresas, representantes de ONG's, etc. Cada grupo debe gestionar una propuesta del estándar de bosque nativo y un manual de auditoría y, más específicamente, el manual de auditoría se concentra en renovales de roble, raulí y coihue, para el Grupo IX y X Regiones; bosques de lenga, para el Grupo XI Región; y bosques de lenga, para el Grupo XII Región.

Registro del proceso:

Toda la información del proceso de desarrollo del estándar de bosque nativo será registrada con el propósito de servir como respaldo para la futura homologación con otros sistemas de certificación internacionales.

Además de los conjuntos de temas captados en los diferentes niveles de trabajo del proceso, en relación a aspectos técnicos del estándar desarrollado, también se comprende los procesos históricos que las comunidades locales han vivido, sus éxitos y fracasos. Esto facilita el entendimiento del estado actual de éstas y su disposición hacia nuevos emprendimientos. Este entendimiento sienta las bases para construir visiones de futuro compartidas, que puedan orientar planes estratégicos de desarrollo local por parte de las instituciones del Estado.

Proceso de Desarrollo del Estándar de las Guías de MFS y su Aporte al Emprendimiento Local

Son descritos ahora los temas relacionados con las Guías de MFS de Bosque Nativo y el proceso de desarrollo de criterios e indicadores, para indicar finalmente de qué manera estos aspectos pueden colaborar en el emprendimiento local.



- Temas de las Guías

Las Guías—Expertas de—Mejores—Prácticas de Manejo Sustentable para Renovales de *Nothofagus* han sido desarrolladas como una herramienta para lograr que pequeños y medianos productores forestales implementen prácticas de manejo forestal sostenible y de este modo, producir un importante avance hacia una futura certificación de manejo forestal sustentable FSC y/o CERTFOR.

Las guías abordan una serie de aspectos importantes para asegurar un manejo sostenible de los recursos, desde la planificación de la actividad hasta la cosecha final de los recursos forestales madereros y no madereros, incluyendo además aspectos sociales, de conservación, de protección y de comercialización. Las guías están organizadas en los siguientes capítulos:

Capítulo 1: Guías Plan de Ordenación Forestal

Contiene los lineamientos que permiten definir objetivos de largo plazo de la unidad de manejo y establecer un Plan Forestal Sustentable (PFS). La guía otorga instrucciones para la confección de este PFS, como la definición de Objetivos de Manejo, Descripción de la Unidad de Manejo Forestal, Descripción y Manejo de los Recursos Forestales, Prevención de Riesgos, y Aspectos Financieros. La principal diferencia con los planes de manejo tradicionales radica en el hecho que se reconoce diversas categorías dentro del uso forestal, que se traducen en la posibilidad de realizar un manejo integrado de los recursos con uso múltiple.

Capítulo 2: Guías de Silvicultura y Cosecha

Incorpora una descripción de las principales actividades de silvicultura, caminos y cosecha, asociadas al manejo del bosque nativo, con las recomendaciones necesarias para minimizar sus impactos ambientales y sociales negativos que se puedan asociar. Se incluye medidas para la mitigación de daños, cuando estos se producen, sin embargo su carácter es principalmente preventivo. Finalmente, se ha incorporado lineamientos generales para la Recolección de Productos Forestales No Madereros (PFNM), dada la relevancia del tema a nivel de pequeños y medianos propietarios.

Capítulo 3: Guías de Conservación

Este capítulo reúne instrucciones para el manejo de áreas de conservación, identificación y manejo de especies de flora y fauna; protección de cursos de agua y pendientes fuertes; conservación de la capacidad productiva del suelo; y manejo de zonas de interés social y cultural.

Capítulo 4: Guías de Protección Predial

En el capítulo se abordan los aspectos de protección contra agentes dañinos que pueden afectar al recurso forestal del propietario e incluye: Manejo del Fuego, Vigilancia Predial y principalmente aspectos relacionados con los daños por animales a la regeneración natural.

Capítulo 5: Guías del Emprendedor Sustentable

Contiene aspectos que orientan un emprendimiento sustentable y se aborda la Gestión Comercial, las Relaciones Vecinales y Comunitarias y las Relaciones Laborales

Los capítulos 1 y 5 de las guías son las que mas potencial tienen para propiciar emprendimientos por lo que se hace especial referencia al enfoque de estas.

La Guía de Ordenación Predial propone una forma de ordenar espacial y temporalmente los usos del sistema predial, para conservar y manejar sosteniblemente sus recursos naturales y optimizar la economía familiar, incorporando sus experiencias e ideas en la toma de decisiones. Esto se logra combinando las actividades productivas, sean estas forestales, agrícolas o ganaderas, en una misma unidad predial, con énfasis en la vocación de uso de la tierra en forma individual o combinados, con el objetivo de obtener el mejor resultado y rendimiento en forma sostenible. De esta forma se obtiene una mayor diversidad de productos (madera, cultivos anuales, ganadería, frutos, combustible, etc.), con diferentes horizontes de producción.

La planificación del uso que se le dará a los recursos que posee un predio, permite al productor tener una visión global de lo que existe en su terreno, ordenar el uso del suelo de acuerdo a su capacidad y potencialidad para maximizar la productividad predial y mantener un sistema productivo que se sustente en el tiempo evitando el desgaste del sitio y la erosión que pudiera provocar el uso inadecuado de los recursos forestales

La Guía del Emprendedor Sustentable se refiere de manera específica a las características que deben ser reforzadas para un emprendimiento sustentable e indican que las condiciones actuales del mercado, caracterizado por una creciente preocupación por el cuidado de los recursos naturales para las generaciones futuras y el respeto con el ambiente y la comunidad, hacen que los negocios deban realizarse teniendo en cuenta estos aspectos. Esto es particularmente importante en el caso de los negocios basados en recursos naturales.

Asimismo, la conducta del Emprendedor Sustentable, ya sea este una gran empresa o un pequeño productor, debe estar marcada por una visión de largo plazo de su negocio, una actitud de respeto y colaboración con su comunidad y el trato justo con las personas que trabajan con él.



- Proceso de Desarrollo de las Guías de Mejores Prácticas

La realización de estas Guías Expertas ha contado con la valiosa participación de 22 Instituciones públicas y privadas, empresas forestales pequeñas, medianas y grandes, ONG's y organizaciones de pequeños propietarios, lo cual es el reconocimiento de la importancia que se le está dando en Chile, especialmente en el Sector Forestal, a la protección y conservación de los recursos naturales renovables.

En paralelo, el proceso se apoyó en giras nacionales a los diferentes productores relacionados con el bosque nativo, conociendo en sus propios territorios las potencialidades y aspectos en torno a la sustentabilidad forestal. Lo que permitió identificar los temas a reforzar para propiciar sus emprendimientos.

En las visitas realizadas se pudo apreciar que aún sobreviven, con diferentes grados de dinamismo, las Juntas de Vecinos, los Centros de Padres y Apoderados y los Clubes Deportivos, en casi todas las comunidades, tanto como un canal para hacer llegar sus peticiones a los Municipios como para dar respuesta a los requerimientos de las escuelas locales. Son escasos los grupos de interés que surgen por propia iniciativa (como los deportivos), destacándose las asociaciones gremiales de productores campesinos y algunas organizaciones de propietarios forestales, como lo es el caso en Ñuble y la Araucanía.

En esta breve descripción, no pueden quedar de lado los fenómenos que han afectado y siguen afectando a las relaciones y organización de estas comunidades: subdivisión permanente de las tierras y venta de sus partes a empresas o particulares; migración de la población joven hacia las ciudades, con un porcentaje mínimo de regreso al campo; destrucción del bosque nativo, sea por incendios, sea por ampliación de las áreas dedicadas a la agricultura, o bien, por el floreo de sus mejores especies, llevándolo a una creciente degradación.

CONCLUSIONES

Los aspectos incluidos en los estándares y guías de MFS tienen el potencial de promover emprendimientos locales sustentables, al contemplar un diagnóstico predial integral y al mismo tiempo una planificación de largo plazo, basado en objetivos productivos, ambientales y sociales. De esta manera se abre una ventana para los involucrados en el desarrollo de estos instrumentos, que implica una visión de desarrollo en sentido amplio, propiciando un abanico variado de posibilidades de emprendimiento de las comunidades locales.

Los procesos de desarrollo de estos instrumentos de MFS, no son por sí mismos motores de emprendimiento local. En efecto, su influencia depende fundamentalmente del diseño de las estructuras de participación, amplitud de visiones por parte de los profesionales que los llevan a cabo y el grado de involucramiento de estos con las realidades de las personas que habitan los distintos territorios en que se desarrollan los procesos. Solo de esta manera los procesos en cuestión podrán constituirse en motores de futuros emprendimientos locales

REFERENCIAS

- Anon, 1992.** Portugal, a Country of Forests, Directorate General of Forestry, 53 p.
- Anon, 1996.** Progress Report of the Ministerial Conference on the Protection of European Forests 1996, Processus d'Helsinki, 59 p.
- Bass, S. and Simula, M., 1999.** Independent Certification/Verification of Forest Management. Background Paper for the World Bank/WWF Alliance Workshop Washington D.C. 39 p.
- CERTFOR (Sistema de Certificación Forestal Chileno), 2006.** Sobre CERTFOR. [En línea]. Disponible en <http://www.certfor.org>. Consulta: Septiembre 2006.
- ICEFI (Iniciativa Forestal Independiente), 2006.** Certificación Forestal. [En línea]. Disponible en <http://www.icefi.org>. Consulta: Septiembre 2006.
- ICEFI (Iniciativa Chilena de Certificación Forestal Independiente), 2002.** Folleto Informativo. Santiago.
- Lammers, B., 1997.** Hierarchical Framework for Formulation of Sustainable Forest Management. Tropenbos Foundation. Holanda. 96 p.
- FAO, 1993.** The Challenge of Sustainable Forest Management, 128 p., Rome.
- FAO, 1994.** Readings in Sustainable Forest Management. Etudes FAO: No 122, 266 p., Rome.
- FAO, 1995a.** La Situation des Forêts du Monde, 48 p., Rome.
- FAO, 1995b.** Evaluation des Ressources Forestières: Synthèse Mondiale. Etudes FAO: Forêts No 124, 44p., Rome.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada del Instituto Forestal de Chile, en la que se publica trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Consta de un volumen por año el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos y de diversos países, de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, estos son enviados por el Editor a al menos tres miembros del Comité Editor para su calificación especializada. Los autores no son informados sobre quienes arbitran los trabajos.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

Título: El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

Resumen: Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

Introducción: Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o comprensión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

Objetivos: Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

Material y Método: Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

Resultados: Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

Discusión y Conclusiones: Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

Reconocimientos: Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

Referencias: Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

Apéndices y Anexos: Deben ser incluidos sólo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español y ocasionalmente en inglés o portugués, redactadas en lenguaje universal, que pueda ser entendido no sólo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, espacio simple y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Justificación ambos lados.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 12, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el Summary. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el Summary.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 12 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE. Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. vvargas@infor.cl

Título puntos principales (Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Sólo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con un espacio antes y después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo. Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guión y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son

más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencia citadas en texto y sólo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967. Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Sólo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página. Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su impresión.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atentas a la Norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que las unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como grados Celsius (°C). Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m** y no M. m. MT MTS mt mts o mtrs y otras formas como a menudo se ve en las carreteras y otros lugares; metro cúbico m³, metro ruma mr; o hectáreas **ha** y no HTA HAS há o hás.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa para cada página, no de 1 a n a lo largo del trabajo. Aparecerán al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos, "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o los miembros de este que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor sbarros@infor.gob.cl

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Respecto del peso de los archivos, tener presente que 1 Mb es normalmente el límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es

conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como Metarchivo Mejorado.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte) y no hay observaciones de fondo, el trabajo es editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

ARTICULOS	PAGINA
DESEMPEÑO DE ESPECIES DE <i>Eucalyptus</i> spp. NA REGIÃO SEMI-ARIDA DO PLANALTO DE CONQUISTA NA BAHIA, BRASIL. Adalberto Brito de Novaes, Thiago Alves Santos de Oliveira, Saulo Alves Santos de Oliveira e Alexandre Alves Bomfim. Brasil.	405
APLICACION EXPERIMENTAL Y OPERACIONAL DE GIBERELINAS PARA INDUCIR FLORACION EN PINO OREGON (<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco). Braulio Gutiérrez C. Chile.	411
CARACTERIZACION MORFOLOGICA Y GENETICA DE POBLACIONES DEL GENERO <i>PROSOPIS</i> DEL CHACO SEMIARIDO DEL NORTE DE CORDOBA Y SUR DE SANTIAGO DEL ESTERO. Joseau, M. J., Verga, A., Diaz, M. del P. y N. Julio. Argentina.	427
SCIENCE AND FOREST CONCESSIONS. Bastiaan Louman, Fernando Carrera, Javier Arce and Lincoln Quevedo. Costa Rica.	449
CARACTERISTICAS BIOMETRICAS DE MUDAS DE <i>Eucalyptus</i> spp. SOB ESTRESSE SALINO. Andréa V. R. Mendonça, José Geraldo de A. Carneiro, Deborah G. Barroso, Kelly R. Lamônica e Patricia Ribeiro. Brasil.	465
<i>Megarhyssa praececellens</i> , PARASITOIDE DE LA AVISPA DE LA MADERA <i>Tremex fusicollis</i> . EN CHILE. Patricio Parra S. y Marlene González G. Chile.	473
DEVELOPMENT OF MALLEE EUCALYPTUS AS A WOODY BIOMASS CROP IN SEMI-ARID AUSTRALIA. Richard Mazanec. Australia.	491
UN MODELO DE GESTION PARA LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD FORESTAL EN RENOVALES DE ROBLE-RAULI-COIGUE. Yasna Rojas Ponce, Fernando Garcia Robredo y Mauricio Ruiz-Tagle Molina. Chile.	501
BARRERAS Y OPORTUNIDADES PARA LA ADOPCION DE PRACTICAS DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE EN LA AMAZONIA. RESULTADOS DE UN ESTUDIO EN BRASIL, BOLIVIA Y PERU. Cesar Sabogal, Laura Snook, Marco Boscolo, Benno Pokorny, Marco Lentini, Lincoln Quevedo y Violeta Colán. CIFOR.	517
ANALISIS DE UN SISTEMA SILVOPASTORAL CON <i>Pinus contorta</i> (Dougl. ex Loud.) EN LA XI REGION DE CHILE. Alvaro Sotomayor Garretón, Ivan Moya Navarro y Osvaldo Teuber Winkler. Chile.	543
APUNTES	
EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL. LA EXPERIENCIA EN CHILE. Victor Vargas Rojas. Chile.	561
REGLAMENTO DE PUBLICACION	581

