Volumen 15 N° 3
Diciembre 2009

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

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

INSTITUTO FORESTAL
CHILE

INFOR

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

VOLUMEN 15 Nº 3

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL

DICIEMBRE 2009

RELACIONES INTERNACIONALES Y COMUNICACIONES INFOR

INSTITUTO FORESTAL
CHILE

INFOR

INFOR

CIENCIA E INVESTIGACIÓN 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 Ábalos Romero	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
Consejo Editor	Sandra Perret Durán	INFOR La Serena	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR Concepción	Chile
	Jorge Cabrera Perramón	INFOR Valdivia	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	UC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Camilo Aldana	CONIF	Colombia
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquin 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
	Osvaldo Encinas	ULA	Venezuela

Dirección

Instituto Forestal
Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile
Fono 56 2 3667100 Fax 56 2 2747264
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

Valor suscripción anual (tres números y eventualmente uno extraordinario): ch $ 15.000 y 10.000 para estudiantes. Para el extranjero US $ 30, más costo envío. Valor números individuales ch $ 5.000 y US $ 10.

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.

INFOR

INFOR

SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS DO GÊNERO *Eucalyptus* POTENCIAIS PARA O SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

Marcos Antônio Drumond[1] e Visêldo Ribeiro de Oliveira[1]

RESUMO

O Semi-Árido brasileiro está situado na parte central da região Nordeste, tendo os seus limites contornados por áreas subúmidas, exceto na porção setentrional. Ele ocupa uma área de 895.931,30 Km^2 e é caracterizado por balanço hídrico negativo, resultante de precipitações pluviais anuais que variam de 250 a 800 mm, insolação média de 2800 h/ano, temperatura média anual de 27°C, evaporação de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. Possui regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um período curto de apenas três meses.

Esse ecossistema apresenta cerca de 70% de sua área coberta por uma vegetação denominada de Caatinga, bioma único e exclusivamente brasileiro, que se caracteriza por uma baixa diversidade de espécies, em relação à floresta tropical úmida, e uma baixa produtividade madeireira. Trabalhos de inventários demonstram que o estoque madeireiro da caatinga é baixo (entre 7 a 60 m^3/ha), podendo variar conforme as condições edafoclimáticas locais.

Os solos são arenosos ou areno-argilosos, pobres em matéria orgânica, embora com regular teor de cálcio e potássio, predominando os tipos: Luvissolo Crômico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, Cambissolo, Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Planossolo Natrico, Neossolo Regolítico e Planossolo Natrico.

Com o objetivo de selecionar espécies do gênero *Eucalyptus* potenciais para a região Semi-Árida do Brasil, a Embrapa Semi-Árido, através do Programa Nacional de Pesquisa Florestal no Semi-Árido brasileiro, implantou diversos experimentos em diferentes localidades (municípios dos estados da Bahia: Caetité, Contendas do Sincorá, Brumado, Euclides da Cunha, de Pernambuco: Trindade e Petrolina, da Paraíba: Umbuzeiro e Souza, do Rio Grande do Norte: Pedro Avelino e do Ceará: Barbalha).

Foram introduzidas 24 espécies e 180 procedências de *Eucalyptus*. Em face da diversidade de solo e clima do Semi-Árido, as produtividades madeireiras das espécies variaram de local para local. As espécies que mais se destacaram, foram *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. crebra* e *E. exserta*. O maior incremento médio anual (62,5 m^3/ha/ano) foi observado para *E. tereticornis* em Brumado-BA, localizado a 900 m de altitude, em um microclima propício ao desenvolvimento vegetativo das plantas, enquanto que em Contendas do Sincorá-BA, região de extrema aridez, sua produtividade foi dez vezes menor. Entretanto, o *E. camaldulensis* foi a espécie de maior incremento médio anual em todas as localidades testadas, variando de 60,8 m^3/ha.ano em Caetité-BA, com precipitação média em torno de 800 mm/ano a 8,0 m^3/ha.ano em Contendas do Sincorá-BA, com precipitação média em torno de 500 mm/ano.

Palavra chave: Nordeste do Brasil, *Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus tereticornis*

1-Embrapa Semi-árido, BR 428, Km 152, 56302-970 - Petrolina-PE, Brasil, drumond@cpatsa.embrapa.br

INFOR

SELECTION OF SPECIES/PROVENANCES OF THE GENUS *Eucalyptus* POTENTIALS FOR THE BRAZILIAN SEMI-ARID TROPICS

ABSTRACT

The Brazilian Semiarid area is located in the central part of the Northeast region being limited by subhumid areas, except in the northern part. It occupies an area of 895,931.30 Km^2 and it is characterized by the water deficit, resultant of the annual medium rainfall equal or inferior to 800 mm, medium heatstroke of 2,800 h/year, annual medium temperatures from 23 to 27 °C, evaporation of 2,000 mm/year and air relative humidity average around 50%. It has marked shortage regime of rains, irregularity, and concentration of the rainfall in a short period of just three months.

About 70% of its area is occupied by a vegetation denominated Caatinga, which is unique in the world bioma, being characterized by a low diversity of species, in relation to the humid tropical forest, and a low wood productivity. Works of inventories demonstrate that the wood stock potential of Caatinga is low (among 7 to 60 m^3/ha), varying according to the climate and soil local conditions.

The soils are sandy or sand-loamy, poor in organic matter, with medium calcium and potassium contents, prevailing the types: Luvisol Chromic, Red-yellow Argisol Eutrophic, Cambisol, Neosol Litólic, Red-yellow Latosol Distrophic, Planosol Natric, Neosol Regolític and Planosol Natric.

With the objective of selecting species of the genus *Eucalyptus* with potential for the Semi-Arid of Brazil, Embrapa Semi Árido, through the National Program of Forest Research for the Brazilian Semi-arid, several experiments were established in different places (municipalities districts of the states: Bahia - Caetité, Contendas do Sincorá, Brumado, Euclides da Cunha; Pernambuco - Trindade and Petrolina; Paraíba - Umbuzeiro and Souza Rio Grande do Norte - Pedro Avelino; Ceará – Barbalha).

Twenty four species and 180 provenances of *Eucalyptus* were introduced. Due to soil and climate diversity the wood productivities of the species varied from place to place. The species that showed better results were *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. crebra* and *E. exserta*. The biggest annual average increment (62.5 m^3/ha/ano) was observed for E. *tereticornis* in Brumado, located at 900 m altitude, in a favorable microclimate conditions for the vegetative development of the plants, while in Contendas do Sincorá, area of extreme aridity, its productivity was ten times smaller. However, *E. camaldulensis* was the species which had the bigger annual average increment in all the tested locations, varying from 60.8 m^3/ha.ano in Caetité, with medium precipitation around 800 mm/year, to 8.0 m^3/ha.ano in Contendas do Sincorá, with medium precipitation around 500 mm/year.

Key words: Brazilian Northeast, *Eucalyptus, camaldulensis, Eucalyptus tereticornis.*

INFOR

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Mirtaceae, originalmente australiano, detém cerca de 600 espécies e variedades endêmicas no país, ocorrendo ainda em Timor e varias ilhas adjacentes como Flores, Alor, Wetar (Pryor, 1976). É um gênero de grande plasticidade, dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em grande amplitude edafoclimática, extrapolando a do local de origem (Eldridge, 1975).

Os eucaliptos são plantas madeireiras, sempre verdes, que ocupam diversos ambientes na Austrália, incluindo desde áreas pantanosas até muito secas, com ocorrência de espécies em solos de baixada, de alta fertilidade e até em solos arenosos muito pobres (Assis, 1986).

A cultura do eucalipto ocupa, em todo o mundo, uma área de aproximadamente oito milhões de hectares, destacando-se o Brasil com 63%, Índia, China, e Portugal com 7% cada, África do Sul com 5% e outros países com 11% (Souza, 1992).

As regiões sul e sudeste do Brasil, principalmente nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Minas Gerais, possuem as maiores plantações de eucalipto do mundo, com área estimada em 3,2 milhões de hectares (O Eucalipto, 1996), sendo o *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* as espécies mais plantadas.

A grande diversidade em espécies confere ao gênero *Eucalyptus* uma grande fonte de madeiras que variam conforme as características físicas e mecânicas, como dureza, peso, cor e elasticidade. Seu uso se destina à fabricação de papel e celulose, carvão vegetal, estacas, mourões, postes e dormentes (Boland *et al.*, 1994). Além dos usos tradicionais, há uma forte tendência na utilização de madeiras para fins mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, principalmente nas regiões sul e sudeste pela falta de opção de espécies nativas decorrente do desmatamento.

Considerando a baixa produtividade madeireira da vegetação Caatinga, de 7 a 58 m^3ha (Tavares *et al.*, 1970, Carvalho, 1971 e Lima *et al.*, 1979) e a crescente demanda por recursos florestais do Semi-Árido, especialmente para fins energéticos decorrentes da expansão das indústrias de transformação, torna-se premente o aumento da oferta de madeira como fonte geradora de energia através do reflorestamento com espécies de rápido crescimento.

Como exemplo de área consumidora de lenha no Nordeste, destaca-se a região do Araripe, entre os municípios pernambucanos de Ouricuri e Araripina, onde existe uma concentração de industrias de gesso que utilizam a lenha como fonte de energia, consumindo em media 1,901,554 st/ano (incluindo os consumos industrial, comercial e domiciliar), que implica numa superfície de corte sob manejo da vegetação nativa entre 9,508 ha/ano (ciclo de rotação com 13 anos) e 11,885 ha/ano (ciclo de rotação de 15 anos), considerando, respectivamente, incrementos médios entre 200 e 160 st/ha/ano. Diante desta demanda e da baixa oferta de madeira, as industrias começam a se mobiliar, no sentido de obter apoio de órgãos ligados ao setor florestal, sobre orientações técnicas de reflorestamento, a começar pela indicação de espécies potenciais para a região.

INFOR

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de selecionar espécies do gênero *Eucalyptus* potenciais para reflorestamento no Semi-Árido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Na seleção de diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* potenciais para a região Semi-árida do Brasil, a Embrapa Semi-Árido, através do Programa Nacional de Pesquisa Florestal no Semi-Árido brasileiro, foram implantados vários experimentos em diferentes municípios dos estados da Bahia: Caetité, Contendas do Sincorá, Brumado, Euclides da Cunha, de Pernambuco: Trindade e Petrolina, da Paraíba: Umbuzeiro e Souza, do Rio Grande do Norte: Pedro Avelino e do Ceará: Barbalha (Tabela 1).

Tabela 1
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E DADOS CLIMÁTICOS DOS MUNICÍPIOS ONDE FORAM TESTADAS AS DIFERENTES ESPÉCIE E PROCEDÊNCIAS DE *Eucalyptus*

Localidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)
Caetité-BA	14°04'	42°28'	826	847	21,4
Contendas do Sincorá-BA	13°45'	41°02'	286	557	22,7
Brumado-BA	14°12'	41°40'	457	640	25,0
Euclides da Cunha-BA	10°30'	40°01'	523	724	23,6
Petrolina-PE	09°24'	40°30'	376	480	26,0
Trindade-PE	07°45'	40°16'	450	565	26,0
Souza-PB	06°45'	38°13'	220	784	27,0
Umbuzeiro-PB	07°41'	35°39'	541	658	26,4
Barbalha-CE	07°18'	39°18'	414	1.112	24,1
Pedro Avelino-RN	05°31'	36°23'	097	414	25,5

Foram introduzidas 24 espécies e 180 procedências de *Eucalyptus*, sendo implantado um experimento em cada localidade, no delineamento blocos ao caso, com parcelas lineares de cinco plantas, com dez repetições. O espaçamento foi de 3 x 2 m. As observações constaram das seguintes mensurações: sobrevivência e altura total de plantas, diâmetro dos fustes à altura do peito (DAP). As mensurações foram iniciadas aos seis meses após o plantio e, posteriormente, a cada doze meses.

INFOR

RESULTADOS

Na Tabela 2, é apresentada a relação das espécies e procedências de *Eucalyptus* introduzidas, pela Embrapa Semi-Árido através do programa Nacional de Pesquisa Florestal no Semi-Árido brasileiro, sendo 24 espécies e 180 procedências.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da produtividade volumétrica de madeira das diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* e seus respectivos locais de introdução. Os resultados obtidos são decorrentes de avaliações silviculturais durante vários anos. Diante da diversidade de solo e clima em cada localidade, as produtividades volumétricas das espécies variaram de local para a local. As espécies que mais se destacaram foram, *E. camaldulensis, E. tereticornis*, *E. exserta* e *E. crebra*. Os altos valores para produtividade volumétrica encontrados para *E. camaldulensis* (44,4 e 60,8m^3/ha/ano) e 62,5 m^3/ha/ano para *E. tereticornis* podem ser explicados pelas condições edafoclimáticas favoráveis, visto que nas localidades de Brumado-BA e Caitité-BA prevalece um microclima que favoreceu o desenvolvimento vegetativo dessas espécies. Por outro lado, no município de Souza-PB, local com uma melhor precipitação pluvial (784 mm/ano), o *E. camaldulensis* apresentou ótimo incremento médio anual (41,6 m^3/ha/ano). Também nas localidades com precipitações inferiores a 700 mm/ano, mesmo com produtividades menores, a espécie se destacou entre as demais. Por esse desempenho, o *E. camaldulensis* pode ser considerado como uma das espécies com ampla plasticidade fenotípica, que possibilitou bom desenvolvimento vegetativo nas mais variadas condições edafoclimáticas. Em geral, pode-se admitir para as condições críticas de clima e solo do Semi-Árido brasileiro, valores de incrementos volumétricos da ordem de 10 a 20 m^3/ha/ano são indicadores satisfatórios para as melhores espécies e procedências em ensaios iniciais de introdução de espécies. A partir da seleção das melhores espécies e procedências, esses valores poderão ser acrescidos de ganhos genéticos significativos para a implementação de programas mais consistentes visando o aumento da produtividade madeireira do Semi-Árido com espécies de *Eucalyptus*.

INFOR

Tabela 2
ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS DE *EUCALYPTUS* INTRODUZIDAS, PELA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA FLORESTAL, NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Espécies	Procedências introduzidas/ano								Total
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1997	
E. alba	07	-	-	-	-	-	03	-	10
E. brassiana	-	-	03	-	01	01	06	-	11
E. brevifolia	-	-	-	-	-	-	-	01	01
E.camaldulensis	10	09	01	-	-	01	08	02	31
E. citriodora	01	-	-	-	-	01	11	02	15
E. cloesiana	-	-	-	-	-	-	02	-	02
E. crebra	02	-	-	-	-	-	07	-	09
E.depranophylla	-	-	-	-	01	-	01	-	02
E. exserta	04	-	03	-	-	-	01	-	08
E. grandis	01	-	-	-	-	-	-	-	01
E. intermedia	-	-	-	-	-	01	03	-	04
E. maculata	-	-	-	-	-	-	06	-	06
E. microtheca	-	-	02	21		-	01	-	24
E. miniata	-	-	-	-	01	-	-	-	01
E. nesophila	04	-	-	-	01	-	-	-	05
E. paniculata	-	-	-	-	-	-	04	-	04
E. pellita	-	-			01	-	05	-	06
E. pilularis	-	-	-	-	-	-	01	-	01
E. policarpa	03	-	-	-	-	-	01	-	04
E. pyrocarpa	-	-	-	-	-	-	04	-	04
E. robusta	-	-	-	-	-	01	-	-	01
E. tereticornis	-	15	04	-	-	-	04	03	26
E. tesselaris	02	-	-	-	01	-	-	-	03
E. urophylla	01	-	-	-	-	-	-	-	01
Total	35	24	13	21	06	05	68	08	180

Tabela 3
PRODUTIVIDADE MÉDIA DAS ESPÉCIES DO GÊNERO *EUCALYPTUS* EM DIFERENTES LOCALIDADES DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Espécie	Localidade/Volume cilíndrico (m^3/ha/ano)									
	1	**2**	**3***	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
E. alba	12,2	6,3	4,0	6,8	2,7	3,6	-	1,9	3,6	2,4
E. camaldulensis	60.8	8,0	44,2	25,6	8,5	19,1	41,6	14,4	10,0	9,6
E. citriodora	38,0	5,3	54,1	24,2	-	19,7	-	6,5	9,6	9,0
E. crebra	7,5	5,2	8,0	9,9	16,2	24,2	-	2,0	-	-
E. exserta	28,9	5,2	27,8	25,7	-	23,3	-	10,0	10,2	5,0
E. microtheca	0,9	4,8	-	1,8	2,1	-	-	-	-	-
E. tereticornis	-	5,9	62,5	23,0	10,3	23,4	-	7,0	26,0	-

1. Caetité-BA (5 anos), **2**. Contendas do Sincorá-BA (4 anos), **3**. Brumado-BA (5 anos), **4**. Euclides da Cunha-BA (5 anos), **5**. Petrolina-PE (7 anos), **6**. Trindade-PE (6 anos), **7**. Souza-PB (7 anos), **8**. Umbuzeiro-PB (4 anos), **9**. Barbalha-CE (6 anos) e **10**. Pedro Avelino-RN (5 anos). * região de microclima

INFOR

CONCLUSÃO

As espécies que mais se destacaram em produtividade de madeira, no Semi-Árido do Brasil, foram *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. crebra* e *E. exserta*.

O maior incremento médio anual (62,5 m^3/ha/ano) foi observado para *E. tereticornis* em Brumado-BA, localizado a 900 m de altitude.

O *E. camaldulensis* foi a espécie que apresentou o maior incremento médio anual na maioria das localidades testadas.

REFERÊNCIAS

Assis, T. F. de, 1986. Melhoramento genético do eucalipto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 36-46 set.

Boland, D.; Brooker, M. I. H.; Chippendale, G. M.; Hall, N.; Hyland, B. P. M.; Johnston, R. D.; Kleinig, D. A.; Turner, J. D., 1994. Forest trees of Australia. 4. ed. Melbourne: CSIRO, p. 193-194.

Carvalho, G. H. de, 1971. Contribuição para a determinação da reserva madeireira do Sertão Central do Estado de Pernambuco. Boletim de Recursos Naturais, Recife, v. 9, p. 289-312, jan/fev.

Eldrige, K. G., 1975. An annotated bibliography of genetic variation in *E. camaldulensis* Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 9 p.

Folha da Floresta, 1996. O Eucalipto no Brasil. Colombo, v. 4, n. 8, p. 5, abr./jun.

Golfari, L., Caser, R., 1977. Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal do Cerrado, 116p. il. (PNUD/FAO/BRA-45 PRODEPEF- Série técnica, 10).

Lima, P. C. F.; Drumond, M. A.; Souza, S. M. de; Lima, J. L. S. de, 1979. Inventário Florestal da Fazenda Canaã. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1978, Manaus. Silvicultura, São Paulo, n. 14, p. 398-399, 1979. Edição Especial. anais. v. 2.

Pryor, L. O., 1976. Biology of *Eucalyptus*. London: E. Arnold, 82 p. (Studies in Biology, 61.)

Souza, A. J., 1992. Implantação e manutenção de reflorestamento com eucalipto In: Novais, A. B. de., São José, A. R., Barbosa, A. de A., Souza, I. V. B. Reflorestamento no Brasil. Vitória da Conquista: UESB, 104 - 117.

Tavares, S.; Paiva, F. A. F.; Tavares, E. J. de; Carvalho, G. H. de e Lima, J. L. S.de, 1970. Inventário florestal de Pernambuco - estado preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. Boletim de Recursos Naturais, Recife, v. 8, p. 149-193, 1970.

INFOR

INFOR

CARBON SEQUESTRATION IN COARSE WOODY DEBRIS IN PINE PLANTATIONS AND OAK STANDS IN NORTHERN SPAIN

Celia Herrero[1], Felipe Bravo[1]

ABSTRACT

Dead wood plays a substantial role in several ecological processes in forest ecosystems. Decaying logs and snags provide habitat for many organisms and participate in biogeochemical element fluxes within the forest ecosystem. Because of their large mass and slow decay rates, they may also play a significant role in the global carbon cycle. For these reasons, it is important to understand the dynamics of coarse woody debris (CWD) during forest succession and estimate the carbon content in snags and logs components

A two-step model for predicting snags and logs in conifer plantations and oak stands in northern Spain is presented joint a carbon sequestration model in order to improve long-term estimation of stand condition. A two-step approach was used, which allow to estimate the probability of CWD occurrence and quantify snags in terms of basal area and logs in term of volume. Logistic and linear regressions were used. A good performance of the joint model was observed.

Key words: Carbon sequestration, CWD, Snag, log, logistic, *Pinus*, Oak.

1-Dept. de Producción Vegetal y Recursos Forestales. E.T.S. de Ingenierías Agrarias. Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid, 44 34004 PALENCIA. SPAIN. chdeaza@pvs.uva.es; fbravo@pvs.uva.es

INFOR

SECUESTRO DE CARBONO EN NECROMASA EN PLANTACIONES DE PINO Y RODALES DE ENCINOS EN EL NORTE DE ESPAÑA

RESUMEN

La necromasa desempeña un papel fundamental en los ecosistemas forestales. Tanto los árboles muertos en pie como los caídos son componentes importantes de la dinámica de los bosques, suministrando habitat a muchísimos organismos, contribuyendo a la cantidad de materia orgánica de los suelos forestales, participando en numerosos flujos biogeoquímicos y en el ciclo de nutrientes, entre otras muchas funciones, todas de vital importancia para el mantenimiento de la biodiversidad.

Se presenta un modelo en dos pasos que predice la probabilidad de presencia de necromasa en pinares de repoblación y rebollares del Norte de España y cuantifica el área basimétrica de los árboles muertos en pie y el volumen los árboles caídos. Por otra parte, se presenta un modelo lineal que cuantifica la fijación de carbono en la necromasa caída en el suelo. Para este proceso se han utilizado regresiones logísticas y lineales que presentan buenos parámetros de ajuste.

Palabras clave: Secuestro de carbono, necromasa, árbol muerto en pie, árbol caído, logística, *Pinus*, *Quercus pyrenaica*.

INFOR

INTRODUCTION

Dead wood plays an important role in ecological processes in forest ecosystems. Although, decaying logs and snags are recognised as an important component of forest dynamics linked to biodiversity (Harmon *et al.*, 1986, Esseen *et al.*, 1992, McComn *et al.*, 1999), there is a lack of knowledge of dead wood dynamics in Mediterranean forest, where externalities as biodiversity maintenance has a great importance.

Coarse woody debris significantly contributes to the total amount of organic material on the forest floor, thereby affecting carbon storage, energy flow and nutrient cycles (Harmon *et al.*, 1986; Harmon *et al.*, 1991). Brown-rot residues can make up a considerable part of the organic layer in forests ecosystems and increase the water-holding capacity of the soil (Larsen *et al.*, 1980).

In managed forest under sustainable yield paradigm, dead trees have been minimised to avoid pest problems and hazards. Thus, trees killed by insects, diseases and fire are commonly harvested immediately if economics and accessibility permit (De Bell *et al.*, 1997).

Also, short-rotation silviculture truncates this development before large-diameter dead trees start to accumulate (Hansen *et al.*, 1991). Currently, the increasing importance of biodiversity and carbon pool lead the manager to maintain and promote dead wood in managed forests. Forest and wildlife managers have suggested 5 to 10 snags per hectare are adequate (Hunter, 1990) to maintain the biodiversity.

Coarse woody debris and their relative contribution to total ecosystem biomass varies greatly in the landscape, depending on forest types, disturbance regimes, topography, and stand characteristics (Spies *et al.*, 1988, Harmon *et al.*, 1991).

In practice forestry, snag and log dynamics are important to define adequate abundance or density, size (both diameter and height), distribution and state of decay, different site conditions and forest types (Hart, 1999, Woldendorp *et al.*, 2004, Christensen *et al.*, 2005, Stephens *et al.*, 2005).

Managing this important carbon store, requires knowledge on the amount of CWD as a function of stand conditions and silviculture. Studies focus on modelling snags and logs abundance in Mediterranean type forest ecosystems are scarce (Montes *et al.*, 2006).

Binary events such as presence of structural features in the stands (logs, snags, nest trees,...), ingrowth or natural non-catastrophic mortality show a high stochasticity and are key components in long-term forest forecast systems (Bravo *et al.*, 2006). Two step models method has been used successfully for predict this type of events, probability of mortality stand (Woollons, 1998; Álvarez *et al.*, 2004) or ingrowth stand (Bravo *et al.*, 2006).

INFOR

OBJECTIVES

To develop a snags and logs abundance model for Mediterranean pine plantations composed by *Pinus sylvestris* L., *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arn., and for Oak stands, *Quercus pyrenaica* Wild. in northern Spain.

To estimate a carbon sequestration equation for coarse woody debris on the ground (logs) in these type of ecosystems.

The first model, snags and logs abundance, was developed according to a two-step approach. Finally, a carbon sequestration equation can serve to better understand the process of snags and logs abundance in order to improve long-term estimation of stand condition.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The study area, situated in the north of Castile and Leon (Spain), represents a homogeneous transitional with altitudes ranging from 800 to 1000 masl. This region is located unevenly between the following UTM coordinates 342.000 to 4.685.000, and 398.000 to 4.741.000 (Figure N° 1), and its area is about 186,617.4 hectares. The climate is Mediterranean with a slight Atlantic influence.

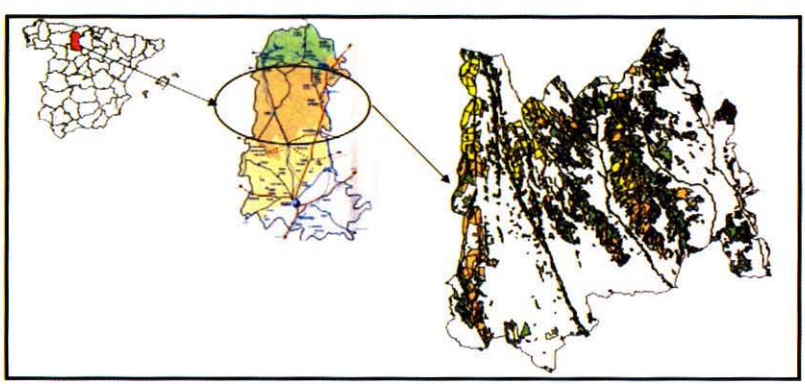


Figure N° 1
LOCALIZATION OF STUDY AREA

Forests cover is 59,471.1 hectares (31.9 % of total area), and is characterised by extensive stands of pyreneen oak (*Quercus pyrenaica Wild.*), joing holm-oak (*Quercus ilex L.*) and scrub oaks (*Quercus faginea Lam.*). As a result of an extensive pine plantation program carried out during the 60's, Pinus stands cover 49.4% of the total forest surface of this region. On the other hand, Oak stands cover 38%. The three main species of Pine plantations are *Pinus sylvestris* L. (23%), *Pinus nigra* Arn. (21%) and *Pinus pinaster* Ait. (5%). In the clearings, there

INFOR

are mosaics of heathers (*Erica sp.*) and rock roses (*Cistus sp.*). The soil in this region is mainly acidic, although it is possible to find limestone and neutral soils (Oria de Rueda *et al.*, 1996).

Database

Ninety five study plots were installed in the study area. Database contains 67 plots from *Pinus* spp. planted stands (34 dominated by *Pinus sylvestris* L., 25 dominated by *Pinus nigra* Arn., and 8 by *Pinus pinaster* Ait.) and 28 plots from natural Oak (*Quercus pyrenaica* Wild.) stands. Dates are shown in Table 1. Measurations were conducted during the year of 2005.

The plots were formed for four subplot joined by two perpendicular transects. The snags inventory was realized in the four subplots and the log inventory was realized in the transects. Snags inventory was carried out sampling in spiral 20 trees. Starting by the trees that were closer to the plot's center, and moving progressively away from it, it was measure if each tree was alive or death. In tally dead trees (diameter at breast height ≥ 7.5 cm dbh), the variables recorded were species, snag's height, diameter breast height (DBH), decomposition status, presence of excavated cavities, azimuth and distance (taking as a reference the center of the plot). Inventory of logs with diameter greater than 7.5 cm and longitude greater than 1 m was carried out in a two perpendicular transects of 50 m of length each one, that joined the four subplots. Intensive inventory of logs with diameter bigger than 1 cm was carried out in 47 plots of the total ninety five study plots. Ten meters nearest of the intersect point of the transects were inventoried. The variables species, diameter on the interception point, length, weight, decomposition status and wildlife characteristics were measured in each log. Dates are shown in Table 2. Total carbon contents of samples of woody residues from each plot was measured by instantaneous combustion of fragment samples to 550 ºC oven.

INFOR

Table 1
DATABASE CHARACTERISTICS USED TO DEVELOP THE SNAG AND LOG MODELS FOR PINUS PLANTATIONS AND OAK STANDS IN NORTHERN SPAIN

Variable	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
Pinus stand (n = 67 plots)				
N (trees/ha)	802.8	25.5	1584.5	341.3
BA (m^2/ha)	23.2	5.6	39.3	8.2
QMD (cm)	222.1	131.7	582.7	62.9
BA_{snags} (m^2/ha)	1.7	0.2	14.9	3.6
V_{logs} (m^3/ha)	3.3	1.4	11.8	3.9
Pinus sylvestris (n = 34 plots)				
N (trees/ha)	807.4	1584.5	187.4	351.4
BA (m^2/ha)	24.8	39.3	9.1	7.8
QMD (cm)	219.7	283.5	147.1	31.9
Pinus nigra (n = 25 plots)				
N (trees/ha)	914.9	1400.6	541.1	268.5
BA (m^2/ha)	21.5	36.1	6	8.0
QMD (cm)	195	308	132	42.6
Pinus pinaster (n = 8 plots)				
N (trees/ha)	433.3	817.0	25.5	261.1
BA (m^2/ha)	21.9	32	5.6	10.4
QMD (cm)	317.0	582.7	213.7	115.6
Quercus pyrenaica (n = 28 plots)				
N (trees/ha)	456.9	1479.9	0	501
BA (m^2/ha)	6.6	28.8	0	8.4
QMD (cm)	116.1	243.0	0	81.2
BA_{snags} (m^2/ha)	0.26	0.33	0.97	0.02
V_{logs} (m^3/ha)	0	0	0	0

N: Trees per ha, BA: basal area, QMD: Quadratric mean diameter and BA_{snags}: snags expressed as basal area, V_{logs}: logs expressed as volume

Table 2
DATABASE CHARACTERISTICS USED TO DEVELOP THE CARBON CONTENT MODEL FOR LOGS *IN PINUS* PLANTATIONS AND OAK STANDS IN NORTHERN SPAIN

Variable	Mean	Minimum	Maximum	Standard deviation
Intensive inventory with presence of logs (n = 30 plots)				
N (trees/ha)	787.2	187.4	1585.0	347.1
BA (m^2/ha)	20.8	5.6	34.8	8.0
QMD (mm)	211.6	131.7	334.2	47.9
mlogDiam (cm)	1.7	1.2	2.8	0.4
mlogLength (m)	0.7	0.2	2.1	0.5
mlogWeight (g)	141.3	11.8	1038	201.4

N: Trees per ha, BA: basal area, QMD: Quadratric mean diameter, mlogDiam: mean diameter logs, mLengthlog: mean length logs, mWeightlog: mean weight logs.

INFOR

Snag basal area (m^2) and log volume (m^3) were calculated for each snag and log tree with diameter bigger than 7.5 cm. Log volume was estimated trough the equation (Lofroth, 1995):

$$V_i = (\pi^2 d_i^2) / 8L$$

Where:

V: log volume (m^3/ha)
d: diameter of each log (cm)
L: transect's length, in our case 50 m.

These individual basal area and volumes for each tree were totalled for each plot and plot values, scaled up to give a basal area and volume per hectare.

Mean diameter of logs, mean length, mean weight and mean decomposition status of logs measured in intensive inventory also were calculated.

On the other hand, different tree and stand variables were calculated, including species, total basal area for each species, trees per ha, quadratic mean diameter, dominant height, basal area and number of trees of dominant plot's species, number of small stems (trees with diameter< 7.5 cm), site conditions (soil texture, soil organic matter, pH, soil type, altitude, stonyness, slope, exposure and radiation), climate characteristics (rainfall, maximum temperature, mean temperature, minimum temperature, dry months' rainfalls; (obtained using a digital climatic atlas for Iberian Peninsula (Ninyerola *et al.*, 2005), and management forest conditions (harvest and thinning in the past 15 years).

Statistical Methods

Firstly, a two step regression approach was used to model the presence of CWD. In the first step, an logistic model to predict the probability of presence of CWD in a specific plot was fitted to Pine and Oak stand, and in a second step, a linear model makes possible to quantify the snags in basal area (m^2/ha) terms and the logs in volume (m^3/ha) terms. Secondly, a linear model to estimate the carbon content for coarse woody debris on the ground (logs) was fitted with data from plots where intensive inventory was carried out.

Before obtaining the best logistic model of CWD and the rest of the linear models, a previous study of the variables was carried out. Correlation process, Principal Component Analysis, Discriminant Analysis, the Score variable selection in logistic regression and the stepwise variable selection in linear regression (probability of 0.05) became to prove the main characteristics of the variables and the main correlations. A similar set of independent variables, transformations and combinations were used for the two stands in the modelling process. Input parameters for this model were the variables that describe the development of the stand, site conditions variables, climate characteristics and management forest conditions. Species, soil texture, soil organic matter, pH, soil type, stonyness, slope and harvest and thinning in the past 15 years were considered categorical variables. The information obtained from applying the score and stepwise variable selection method was combined with an understanding of the

INFOR

biological mean of selected parameters. In the case of the linear model carbon content new variables were introduced. Mean diameter of logs, mean length, mean weight, decomposition classes of logs, species variable and its interactions with stand parameters were also tested.

The logistic model is of the form of Eq. 1, where P is the probability of the event modelled, in this case, the presence of coarse woody debris, that is bound between 1 (presence) and 0 (absence), α the intercept term, $\Sigma b_i X_i$, the linear combination of parameters b_i and independent variables X_i, and e is the base of natural logarithm.

$$P = \left(1 + e^{-(\alpha + \sum b_i X_i)}\right)^{-1} \qquad \text{[Eq. 1]}$$

Independent variables in the resulting logistic regression equations were used if significantly different from zero (P ≤0.05). The goodness of fit was studied through the Hosmer and Lemeshow test (Hosmer et al., 1989) and the Akaike information criterion (Zhang et al., 1997). PROC LOGISTIC to SAS 8.1. statistical program was used in the process (SAS Institute Inc., 2001). The ROC curves of each model were used to compare the accuracy of different logistic regression models.

The linear component of this model allows to quantify snags and logs abundance (in basal area and volume terms respectively) in those stands in which, on the basis of the logistic component, it is determined that there is snags or logs. The linear component tested is as follows (Eq. 2):

$$y = a_0 + \sum a_1 X_i \qquad \text{[Eq. 2]}$$

Where:

y : BA_{snag} (basal area of snags in m^2/ha) or
Vol_{logs} (volume of logs in m^3/ha).

Tested X_i are QMD, the quadratic mean diameter (m), Ho, dominant height (m), N number of trees of stand (tress/ha), BA, basal area of stand (m^2/ha), BA_msp, basal area of dominant plot's species (m^2/ha), N_msp the number of trees of dominant plot's species (trees/ ha), n, number of small stems (trees with diameter< 7.5cm) (trees/ha), S, slope (%), Alt, altitude (m), Exp, exposure, R, rainfall (mm), R_june, R_july, R_august, rainfall of june's, july's, august's month respectively (mm), MaxT, maximum temperature (ºC), MeanT, mean temperature, (ºC), MinT, minimum temperature, (ºC) and Rad, radiation (10 kJ/(m^2*day*µm). a_0 and a_1 are parameters.

The joint model's adequacy two step regression approach was analyzed using the determination coefficient (Eq. 3), through the adjustment of a straight line between real value and predicted values (Eq. 4) and by calculating bias of the model (Eqs. 5 and 6) to determine the accuracy of the joint two-step model (Huang *et al.*, 2003).

INFOR

$$R^2 = 100 * \left(1 - \frac{S_e^2}{S_{BA_{sng}}^2} \right) \qquad \text{[Eq. 3]}$$

Where:

S_e^2 and $S_{BA_{sng}}^2$ are, respectively, the sample's variance of errors committed and the sample's variance in the dependent variable (basal area of snags).

$$actual = c_{10} + c_{11} predicted \qquad \text{[Eq. 4]}$$

$$bias = \frac{\sum (actual - predicted)}{n} \qquad \text{[Eq. 5]}$$

$$bias\% = 100 * \frac{\sum (actual - predicted)\ n}{\sum predicted\ n} \qquad \text{[Eq. 6]}$$

Where:

N: number of observations

Actual: value of snags (basal area) or logs (volume) abundance observed, predicted is the value obtained by using the abundance linear model of snags (basal area) or logs (volume)

c_{10} and c_{11}: parameters to adjust which, if equal to 0 and 1, respectively, demonstrate that the model is unbiased.

Again a linear model allows us to quantify carbon content of logs in those stands

$$y = a_0 + \sum a_i X_i \qquad \text{[Eq. 2]}$$

Where:

Y: C_{logs} (carbon content in logs in %).

Tested X_i are Species as dummy variable (1 = Pine and 0 = Oak), mean diameter of logs, mean length, mean weight and mean decomposition classes of logs, QMD, the quadratic mean diameter (m), Ho, dominant height (m), N number of trees of stand (tress/ha), BA, basal area of stand (m^2/ha), BA_msp, basal area of dominant plot's species (m^2/ha), N_msp the number of trees of dominant plot's species (trees/ha), n, number of small stems (trees with diameter< 7.5cm) (trees/ha), S, slope (%), Alt, altitude (m), Exp, exposure, R, rainfall (mm), R_june, R_july, R_august, rainfall of june's, july's, august's month respectively (mm), MaxT, maximum temperature (ºC), MeanT, mean temperature, (ºC), MinT, minimum temperature, (ºC) and Rad, radiation (10 kJ/(m^2*day*µm). Also, X_i are interaction between species and main stand variables. a_0 and a_i are parameters.

INFOR

Carbon model's adequacy was analysed using the determination coefficient and model goodness of fit was assessed using graphic and numeric analysis of the residuals (e_i) to assure assumptions of normality and homogeneity of variance.

RESULTS AND DISCUSSION

Two-step Model to Predict CWD Abundance

A two-step model to predict CWD, snag and log, abundance has been developed. The proposed two-step model allows to reach a joint model adequacy equal to 27.06% and 63.04% for snag and log in Pinus stand, respectively, and to 44.27 % for snag in Oak stands. Logs in Oak stands could not be developed.

Step I. Logistic Component

In the case of the *Pinus* stands (Table 3, Eq. 7), the final model showed a value for the Akaike information criterion equal to 79.832, and the Hosmer and Lemeshow test (Pr >0.5913) shows that there is no lack of fit. On the other hand, for *Quercus* stands (Table 3, Eq. 8), the Akaike information criterion value is equal to 28.390 whereas the Hosmer and Lemeshow test also shows that there is no lack of fit (Pr >0.8058). The independent variables tested were the altitude, minimum temperature, soil texture (clay, silt, sandy) and presence of harvest and thinning operations in *Pinus* stands. Soil texture and presence of harvest and thinning operations variables were placed in the model using a variable dummy (clay text = 1 if texture soil is clay, 0 otherwise; silt text = 1 if texture soil is silt, 0 otherwise; and harvesting = 1 if there is presence of harvest and thinning operations in *Pinus* stands, 0 otherwise). Basal area of dominant species was tested in *Quercus* stands. The threshold value, maximum percentage of correctly classified plots, were 0.60 for the two cases, *Pinus* and *Quercus* stands. These threshold values allow to classify correctly 68.7 % of *Pinus* plots (sensitivity equal to 52.9 % and specificity equal to 84.8%) and 82.1 % of Quercus stands (sensitivity equal to 84.6% and specificity equal to 80.0 %). The area under ROC curve in CWD model logistic to *Pinus* stand is 0.7152 and 0.7640 to Quercus stands.

INFOR

Table 3
LOGISTIC AND LINEAL COMPONENTS OF THE SNAG MODELS FOR *PINUS* STANDS AND *Quercus pyrenaica* WILLD. STANDS IN NORTHERN SPAIN

Variables	Estimate	Standard error	Pr >Chi-squared
Pinus stand			
Logistic Component			
Independent term	-43.9984	16.7061	0.0084
Altitude	2.5969	1.0269	0.0114
Minimum temperature	0.4001	0.1696	0.0183
Clay Soil Texture	4.6954	1.9376	0.0154
Silt Soil Texture	2.4785	0.9836	0.0117
Sandy Soil Texture	0	.	.
Harvest and thinning operations	2.5391	0.7768	0.0011
Harvest and thinning operations	0	.	.
Lineal Component for snag			
Independent term	8.60775	3.41676	0.0199
BA_main species	-0.08549	0.04119	0.0504
Lineal Component for log			
Independent term	1.52226	2.83827	0.5976
BA	0.40998	0.10137	0.0006
Ho	-0.77458	0.30349	0.0190
Oak stands			
Logistic Component			
Independent term	-3.5843	1.6198	0.0269
BA	0.0479	0.0187	0.0103
Lineal Component for snag			
Independent term	1.98078	0.85502	0.0390
July rainfall	-0.00623	0.00308	0.0664

Altitude (masl), Minimum temperature (°C), Clay Soil Texture, Silt Soil Texture, Sandy Soil Texture, Harvest and thinning operations. BA_main species: basal area of dominant species in the plot, m^2/ha, BA: basal area, m^2/ha, Ho: dominant height, m, July rainfall in mm.

INFOR

Carbon model's adequacy was analysed using the determination coefficient and model goodness of fit was assessed using graphic and numeric analysis of the residuals (e_i) to assure assumptions of normality and homogeneity of variance.

RESULTS AND DISCUSSION

Two-step Model to Predict CWD Abundance

A two-step model to predict CWD, snag and log, abundance has been developed. The proposed two-step model allows to reach a joint model adequacy equal to 27.06% and 63.04% for snag and log in Pinus stand, respectively, and to 44.27 % for snag in Oak stands. Logs in Oak stands could not be developed.

Step I. Logistic Component

In the case of the *Pinus* stands (Table 3, Eq. 7), the final model showed a value for the Akaike information criterion equal to 79.832, and the Hosmer and Lemeshow test (Pr >0.5913) shows that there is no lack of fit. On the other hand, for *Quercus* stands (Table 3, Eq. 8), the Akaike information criterion value is equal to 28.390 whereas the Hosmer and Lemeshow test also shows that there is no lack of fit (Pr >0.8058). The independent variables tested were the altitude, minimum temperature, soil texture (clay, silt, sandy) and presence of harvest and thinning operations in *Pinus* stands. Soil texture and presence of harvest and thinning operations variables were placed in the model using a variable dummy (clay text = 1 if texture soil is clay, 0 otherwise; silt text = 1 if texture soil is silt, 0 otherwise; and harvesting = 1 if there is presence of harvest and thinning operations in *Pinus* stands, 0 otherwise). Basal area of dominant species was tested in *Quercus* stands. The threshold value, maximum percentage of correctly classified plots, were 0.60 for the two cases, *Pinus* and *Quercus* stands. These threshold values allow to classify correctly 68.7 % of *Pinus* plots (sensitivity equal to 52.9 % and specificity equal to 84.8%) and 82.1 % of Quercus stands (sensitivity equal to 84.6% and specificity equal to 80.0 %). The area under ROC curve in CWD model logistic to *Pinus* stand is 0.7152 and 0.7640 to Quercus stands.

INFOR

Table 3
LOGISTIC AND LINEAL COMPONENTS OF THE SNAG MODELS FOR *PINUS* STANDS AND *Quercus pyrenaica* WILLD. STANDS IN NORTHERN SPAIN

Variables	Estimate	Standard error	Pr >Chi-squared
Pinus stand			
Logistic Component			
Independent term	-43.9984	16.7061	0.0084
Altitude	2.5969	1.0269	0.0114
Minimum temperature	0.4001	0.1696	0.0183
Clay Soil Texture	4.6954	1.9376	0.0154
Silt Soil Texture	2.4785	0.9836	0.0117
Sandy Soil Texture	0	.	.
Harvest and thinning operations	2.5391	0.7768	0.0011
Harvest and thinning operations	0	.	.
Lineal Component for snag			
Independent term	8.60775	3.41676	0.0199
BA_main species	-0.08549	0.04119	0.0504
Lineal Component for log			
Independent term	1.52226	2.83827	0.5976
BA	0.40998	0.10137	0.0006
Ho	-0.77458	0.30349	0.0190
Oak stands			
Logistic Component			
Independent term	-3.5843	1.6198	0.0269
BA	0.0479	0.0187	0.0103
Lineal Component for snag			
Independent term	1.98078	0.85502	0.0390
July rainfall	-0.00623	0.00308	0.0664

Altitude (masl), Minimum temperature (ºC), Clay Soil Texture, Silt Soil Texture, Sandy Soil Texture, Harvest and thinning operations, BA_main species: basal area of dominant species in the plot, m^2/ha, BA: basal area, m^2/ha, Ho: dominant height, m, July rainfall in mm.

$$P = \left(1 + e^{-(-43.9984 + 2.5969 Alt + 0.4001 MinT + 4.6954 ClayText + 2.4785 SiltText + 2.5391 Harvesting)}\right)^{-1} \quad \text{Eq. 7}$$

$$P = \left(1 + e^{-(-3.5843 + 0.0479 BA)}\right)^{-1} \quad \text{Eq. 8}$$

Step II. Linear Component.

For the two type of stands studied, a linear component that allows to estimate snag basal area and log volume in the stand was fitted.

For *Pinus* stands, the final model for snags obtained (Eq. 9) shows an adjusted determination coefficient equal to 17.02%, and the final model for logs (Eq. 10), an adjusted determination coefficient equal to 45.09%. In the first case, BA of snags increases with decreases the BA of main species. In the second case, the volume of logs increases with increases the basal area of stand and when decreases the dominant height.

For *Quercus* stands, the snag's model (Eq. 11) shows an adjusted determination coefficient equal to 25.36%. In this case, BA of snag increases when decreases the rainfall in the month less favourable. It was impossible to fit a log model for *Quercus* stand, because the sample size (n=2) was too small to develop it.

Pinus stand

$$BA_{snags} = a_0 - a_1 BA_msp \quad \text{[Eq. 9]}$$

$$Vol_{logs} = a_0 + a_1 BA - a_2 Ho \quad \text{[Eq. 10]}$$

Quercus stand

$$BA_{snags} = a_0 - a_1 R_July \quad \text{[Eq. 11]}$$

In which BA_{snag} is the basal area of snags in m^2/ha and Vol_{logs} is the volume of logs in m^3/ha. BA_msp is the basal area of main species in m^2/ha, BA is the basal area of stand in m^2/ha, Ho is the dominant height in m, and R_july is the rainfall in july's month.

Validation of the Joint Model.

The model for snag in Pinus stands shows a joint determination coefficient equal to 27.06%, whereas the case of log in *Pinus* stand is equal to 63.04%. On the other hand, the model for snag in Quercus stands shows a joint determination coefficient equal to 44.3%.

The result of the fitted validation straight lines between real and predicted values shown that the independent term is not significatively different from zero, (being C_{10} equal to 0.02973 in *Pinus* Snags, 1.03845*10-15 in *Pinus* logs and -3.7927*10-16 in *Quercus* snags) and the

INFOR

slope is not significatively different from one in the three cases. So, the joint model does not show bias or lack of accuracy. The absolute bias for the snag and log in *Pinus* stand and was very low (-0.024 m^2/ha and 0 m^3/ha respectively) and for *Quercus* stand was 0 m^2/ha. In relative terms the snag and log bias is low (4%) in *Pinus* snag and (0%) in Pinus log and *Quercus* snag. However, additional data and validation is needed to help us reach a definitive CWD model for *Pinus* stand and *Quercus* stand.

Carbon Content Model

The final carbon content model for logs obtained (Table 4, Eq.12) shows a determination coefficient equal to 53.33% and an adjusted determination coefficient equal to 47.50%. Mean diameter of the logs (cm), Basal Area of the stand (m^2/ha) and species interaction with numb of small stems (trees with diameter< 7.5 cm) (trees/ha) variables were significant in the mod The carbon content for coarse woody debris in logs increases with increases the diamete the logs, when increase the Basal Area of the stand and when there are small trees of *Pinu* The presence of small trees of *Pinus* sp shows the small development of the stand, where a forest management has been yet carried out.

$$C_{\log s} = a_0 + a_1 m \log diam + a_2 BA - a_3 Sp * n \qquad \text{[Eq. 12]}$$

Table 4
LINEAL COMPONENTS OF THE CWD CARBON SEQUESTRATION MODEL FOR *PINUS* STANDS AND *QUERCUS PYRENAICA* WILLD STANDS IN NORTHERN SPAIN

Variables	Estimate	Standard error	Pr >Chi-squared
Independent term	-54.57405	0.60047	<0.0001
mlogDiam (cm)	0.61940	0.29964	0.0497
BA (m^2/ha)	0.03457	0.01692	0.0522
Sp*n (trees/ha)	-0.00032779	0.00013458	0.0227

mlogDiam: mean diameter logs (cm), BA: basal area of stand, m^2/ha, Sp*n:
Species interaction with number of small stems (trees with diameter< 7.5cm) (trees/ha).

INFOR

CONSLUSIONS

The dynamic of ecosystem presents periods with undisturbed natural growth interrupted by disturbances caused by natural hazards (e.g., fires, wind, ...) or human interference (e.g., thinning or pruning). These disturbances, either small scale gap either small scale gap perturbations or stand replacing catastrophic events, continuously replenish and create CWD (Hansen *et al.*, 1991).

Forest management decisions are based on information about current and future forest conditions, so it is often necessary to project the changes of the system over time. Equations obtained modellized the presence of CWD and quantifying snags and logs parameters in northern of Spain. This area presents special characteristics and forest management. *Pinus* plantations are 40-50 years old and are managed to wood production by thinning. In the harvesting, dead trees have been object of cutting, maintaining only an average of 5 to 10 snags per hectare for the biodiversity, by the forest management normative in Castile and Leon Region (Government Regional of Castile and Leon Instructions, 1999). On the other hand, oak stands are a degraded forest by flogging, fire and low vigour coppice. Firewood harvesting has been carried out to improve the oak stands.

The two step model fitted predict accurately both snags and logs abundance in pine plantations and natural oak stands in Northern Spain. Results show the importance of CWD in Mediterranean forest ecosystems. Furthermore, although CWD of less than 10 cm in diameter accounts for an important fraction of total CWD, there is a notable lack of information on this type of CWD (Currie *et al.*, in press), because most studies tend to focus on the larger pieces of woody debris.

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been possible through research FORSEE project financed by European Union (INTERREG program) and through University of Valladolid grant program.

REFERENCES

Álvarez González, J.G., Castedo Dorado, F., Ruiz González, A.D., López Sánchez, C.A. and von Gadow, K., 2004. A two-step mortality model for even-aged stands of *Pinus radiata* D. Don in Galicia (Northwestern Spain). Ann. Forest. Sci. 61: 441-450.

Bravo, F., Pando, V., Ordóñez, C., Lizarralde, I., 2006. Two-step ingrowth model for scots pine (*Pinus sylvestris* l.) and mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Spain. Forest Science (Submitted).

Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E. P., Standova, P., Rozenbergar, S., Diaci , J., Wijdeven, S., Meyer, P., Winter, S., Vrska, T., 2005. Dead wood in European Beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. Forest Ecology and Management 210 (2005) 267–282

Currie, W.S., Nadelhoffer, K.J., in press. The imprint of land use history: patterns of carbon

INFOR

and nitrogen in downed woody debris at the Harvard forest. Ecosystems.

De Bell, D.S., Curtis, R.C., Harrington, C.A. & Tappeiner, J.C., 1997. Shaping Stand Development through silvicultural practices. In: Creating Forestry for the 21st century. The science of ecosystem management. Edited by Lathryn A. Kohm and Jerry F. Franklin. Island Press 1997. 141-151 pp.

Esseen, P.A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K., 1992. Boreal forest-The focal habitats of Fennoscandinavia. In: Ecological principles of nature conservation. Applications in temperate and boreal environments. L. Hansson (Ed.). pp. 252-325. London.

Goverment Regional of Castile and Leon, 1999. Instrucciones generales para la ordenación de montes arbolados en Castilla y León. Ed. Junta de Castilla y León. Conserjería de Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Servicio de Ordenación de Ecosistemas Forestales. 219 pp.

Hansen, A.J., Spies, T.A., Swanson, F.J., Ohmann, J.L., 1991. Conserving biodiversity in managed forests. Lessons from natural forests. BioScience 41, 292±382.

Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory.S.V., Lattin, J.D.. Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell. J.R.. Lienkaemper, G.W., Cromack. K. Jr., Cummins. K.W., 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Adv. Ecol. Res. 15, 133-302.

Harmon, M.E., Chen, 1991. Coarse woody debris in two oldgrowth ecosystems. Comparing a deciduous forest in China and a conifer forests in Oregon. BioScience 41, 604±610.

Hart, S.C., 1999. Long-term decomposition of forest detritus in a Mediterranean type climate. In: Abstract Presentations Book of the Blodgett Forest Symposium, Center for Forestry, Berkeley, California, USA.

Hosmer, D.W., Lemeshow, S., 1989. Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, New York, N.Y.

Huang, S., Yang, Y. and Wang, Y., 2003. A critical look at procedures for validating growth and yield models. In A. Amaro, D. Reed and P. Soares (Eds.), Modelling Forest Systems (pp. 271-293). Wallingford: CABI Publishing.

Hunter, M. L., Jr., 1990. Wildlife, forest, and forestry: Principles for managing forests for biological diversity. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Larsen, M.J., Harvey, A.E., Jurgensen, M.F., 1980. Residue decay processes and associated environmental functions in northern Rocky Mountain forests. USDA For. Serv., Gener. Techn. Rep. INT-90, pp. 157±174.

Lofroth, E., 1995. The dead wood cycle. Draft chapter in Ecological Principles of Forest Management, S. Harrison and J. Voller, eds. B.C. Ministry of Forests, Victoria, B.C.

INFOR

McComn, W., & Lindenmayer, D., 1999. Dying, dead, and down trees. In: Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems. Edited by Malcon, L., & Hunter, J.R., Cambridge University Press 1999. 335-372 pp.

Montes, F., Cañellas, I., 2006. Modelling coarse woody debris dynamics in even-aged Scots pine forests. Forest Ecology and Management 221 (2006) 220–232.

Ninyerola, M., Pons, X. & Rour, J.M., 2005. Atlas climático digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología o geobotánica. ISBN 932560-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

Oria de Rueda, J.A., Díez, J., Rodríguez, M., 1996. Guía de las plantas silvestres de Palencia. Ed. Cálamo, 1996. 335 pp.

Sas Institute Inc., 2001. SAS/STATTM User's Guide, Relase 8.2, Cary, N.C. USA.

Spies, T.A., Franklin, J.F., Thomas, T.B., 1988. Coarse woody debris in Douglas-Fir forests of western Oregon and Washington. Ecology 69, 1689±1702.

Stephens, S.L., & Moghaddas, J.J., 2005. Fuel treatment effects on snags and coarse woody debris in a Sierra Nevada mixed conifer forest. Forest Ecology and Management 214 (2005) 53–64

Woldendorp, G., Keenan, R.J., Barry, S., Spencer, R.D., 2004. Analysis of samplig methods for coarsy woody debris. Forest Ecology and Management 198 (2004) 133-148.

Woollons R.C., 1998. Even-aged stand mortality estimation through a two-step regression process. For. Ecol. Manage. 105 (1998) 189–195.

Zhang, S., Amateis, R.L. and Burkhart, H.E., 1997. Constraining individual tree diameter increment and survival models for Loblolly Pine plantations. Forest Sci. 43: 414–423.

INFOR

CONTROL GENETICO DE LA ADAPTACION A LA SEQUIA DE *Pinus pinaster* A TRAVES DEL ANALISIS DE MICRODENSIDAD

Nahum M. Sanchez-Vargas[1], Leopoldo Sanchez[2], Jesús Vargas-Hernandez[3], Catherine Bastien[2], Philippe Rozenberg[2]

RESUMEN

La madera se forma a través de un complejo proceso periódico originado en el cambium. En la actividad del cambium influye, entre otros factores, el clima. Es por ello que en años recientes se han hecho esfuerzos por estudiar el control genético de la respuesta de los árboles al clima a través del estudio de características de la madera.

Se propone un método para sincronizar las características del anillo con eventos climáticos durante la correspondiente estación de crecimiento. Este método se basa en la asunción de que los picos de densidad a lo largo del anillo pueden ser relacionados a eventos de sequía relativos a lo largo de la correspondiente estación de crecimiento. Así, es posible construir un modelo que explique la variación de extremos relativos de densidad dentro del anillo usando la variación de los correspondientes extremos relativos en un índice de sequía dentro de la estación de crecimiento. Tales modelos fueron estimados para pino marítimo de Francia.

Los parámetros genéticos que describieron la respuesta a la variación climática dentro de una estación de crecimiento fueron estimados para algunos anillos correspondiendo a algunas estaciones de crecimiento, en tres ensayos clonales en Francia. Aquí se presentan los resultados de sólo uno de los ensayos. Los resultados fueron interpretados en términos de adaptación a la sequía.

Palabras clave: *Pinus pinaster*, Pino Marítimo, Adaptación a Sequia, Análisis Microdensidad Madera.

1-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (desde 01-09-2006)/Colegio de Postgraduados (hasta 31-08-2006). Morelia, Michoacán, México. nsanchezv@yahoo.com.
3-Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
2-Institut National de la Recherche Agronomique. Orléans, Francia.

GENETIC CONTROL OF ADAPTATION TO DROUGHT IN *Pinus pinaster* TROUGH ANALYSIS OF MICRODENSITY

SUMMARY

Wood is formed through a complex periodic process originated in the cambium. The activity of the cambium is influenced, among other factors, by climate. In the last years efforts have been carried out to study the genetic control of tree response to climate through the study of wood features.

In this paper it is proposed a method for synchronizing ring features with climatic events during the corresponding growing season. This method is based on the assumption that density peaks along a ring can be related to relative drought events along the corresponding growing season. Thus it is possible to construct a model explaining variation of relative extremes of within-ring density using variation of corresponding relative extremes in a within-growing-season-drought index. Such models were estimated for Maritime Pine in France.

Genetic parameters describing tree response to climatic variation within a growing season were estimated in three clonal tests in France, for several rings corresponding to several growing seasons. Here are presented the results for only one test. The results were interpreted in terms of adaptation to drought.

Key words: *Pinus pinaster*, Maritime Pine, Drought Adaptation; Wood Microdensity Analysis.

INFOR

INTRODUCCION

La variación de las características climáticas durante la estación de crecimiento afecta la actividad del cambium y así las características del xilema (Larson, 1994). En árboles de coníferas que crecen en climas templados, un perfil de microdensidad dibujado a través de un anillo, revela un patrón típico de madera temprana-tardía (Polge, 1966): madera temprana formada durante la primera estación de crecimiento es madera de baja densidad compuesta de células de pared delgada, mientras que la madera tardía formada durante la segunda parte de la estación de crecimiento es de alta densidad compuesta de células de pared gruesa. Este patrón está relacionado con la variación del balance entre la disponibilidad de agua y la demanda de agua durante la fracción del año donde el cambium está activo, *i.e.* la estación de crecimiento (Tyree and Zimmermann, 2002).

En un anillo dado de un árbol dado, los factores externos que afectan la variación de la densidad de la madera son los factores ambientales locales y si no ocurre un evento natural o artificial que provoque un aclareo, el factor externo más importante que afecta la microdensidad en un periodo relativamente corto de tiempo es el clima. Entonces los valores de densidad de la madera a lo largo de un perfil de densidad de un árbol dado, pueden ser entendidos como el nivel de respuesta del cambium a condiciones ambientales específicas. Esta expresión de la densidad de la madera en un ambiente durante una estación de crecimiento puede ser entendida como plasticidad fenotípica (DeWitt y Sheiner, 2004). La relación lineal entre la densidad y el ambiente pude ser interpretada como norma de reacción (Scheiner, 1998). La heredabilidad de la pendiente de una norma de reacción lineal corresponde a la heredabilidad de la plasticidad (Scheiner y Lyman, 1989) y puede ser interpretada en términos de adaptación (DeWitt y Sheiner, 2004).

OBJETIVO

Estudiar la variación clonal de la relación entre características de la densidad de la madera de un anillo de crecimiento seleccionado de *Pinus pinaster* Ait. y el clima.

MATERIAL Y METODOS

La población usada en este estudio fue una parte de un ensayo de pino marítimo localizado en Gironde, France. Los árboles del ensayo provienen de 13 cruzas controladas entre padres seleccionados por su rápido crecimiento y rectitud del fuste. Las estacas fueron enraizadas en junio de 1986 y plantadas en febrero de 1987. El diseño experimental fue de bloque al azar con un árbol por parcela, 10 repeticiones y 154 clones. Ocho clones de un total de 40 fueron seleccionados por su contrastante producción de pulpa.

Los árboles fueron derribados durante el invierno de 1999-2000, cuando tenían 13 años de edad. Se colectaron tres discos en tres diferentes niveles de altura en cada árbol que correspondían a una unidad de crecimiento dada (internodo): nivel 1 = 4° unidad, nivel 2 = 6ª unidad y nivel 3 = 8ª unidad de crecimiento. De cada disco se obtuvo diametralmente un perfil de microdensidad usando un procedimiento indirecto por rayos X (Polge, 1966). Los perfiles fueron divididos en anillos y un anillo fue seleccionado para este análisis por mostrar un

INFOR

comportamiento similar entre todas las muestras.

Construcción del Modelo de Densidad y Variables Analizadas

Se desarrolló un modelo para explicar la variación fenotípica dentro de cada anillo. El modelo consistió de ocho líneas rectas sucesivas representando los principales cambios a lo largo de todas las muestras del mismo anillo (año). Las variables registradas fueron extremos de densidad o picos de densidad (d1 a d7), posición de los picos de densidad (p1 a p7), diferencia entre los dos puntos más cercanos (incremento de la densidad) (i1 a i6), el coeficiente de regresión (pendiente) (r1 a r6) como un valor de la tasa de cambio del incremento de la densidad, el ancho de anillo (an).

Construcción del Modelo Climático y Variables Analizadas

Se usaron los datos climáticos de la estación de Bordeaux-Merinag del INRA para hacer un índice de sequía con datos de precipitación (mm), temperatura del aire (°C), humedad relativa (%), y radiación global (W m^{-2}). Todos los datos fueron transformados a valores diarios para construir un índice de climática expresado como índice de sequía (IS).

$$CI = (T*R)/(10*P+H)$$

Donde:

T : temperatura
R: radiación global
P: precipitación
H: humedad relativa.

Se obtuvieron siete puntos climáticos en el modelo (c1 a c7)

Sincronización de los Datos de Densidad y el Índice Climático

Las variables climáticas se desarrollan a través de un eje de tiempo y las variables de densidad se desarrollan a través de un eje de distancia (ancho del anillo). Sin embargo, el comportamiento de la densidad durante una estación de crecimiento puede seguir una tendencia sigmoidal como la mayoría de las curvas de crecimiento de las plantas (Smith *et al.*, 1997). Por esta evidente relación entre ancho de anillo y tiempo, se buscó un índice climático que mostrara una evidente relación entre ancho de anillo y tiempo.

Análisis Estadístico

Se estimó la heredabilidad para cada variable estudiada con un análisis de varianza hecho separadamente para cada una con el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + C_j + NC_{ij} + e_{ijk}$$

INFOR

Donde:

Y_{ijk} : valor observado
μ : valor promedio de la población
L_i : efecto de la unidad de crecimiento correspondiente (nivel)
C_j : efecto de clon
NC_{ij} : efecto de la interacción
e_{ijk} : error experimental.

Los componentes de varianza obtenidos se usaron para estimar la heredabilidad en sentido amplio (H^2) usando la siguiente ecuación (Rozenberg *et al.* 2004):

$$H^2 = \sigma^2_C / (\sigma^2_C + \sigma^2_{LC} + \sigma^2_e)$$

Donde:

σ^2_C : varianza de clon
σ^2_{LC} : varianza de la interacción
σ^2_e : varianza del error.

El error estándar de la heredabilidad (σ_{H^2}) se estimó con la fórmula de Falconer y Mackay (1996):

$$\sigma_{H^2} = [(2 (1 + (na - 1)H^2)^2 (1 - H^2)^2) / (na (na-1) (nc-1))]^{0.5}$$

Donde:

na : número de árboles por clon
nc : número de clones.

Finalmente la relación entre los datos climáticos y los de densidad se efectuó con un análisis de regresión usando la ecuación (Sokal y Rohlf, 1997):

$$D_k = \beta_0 + \beta_1 \cdot C_k$$

Donde:

D_k : son los siete puntos de densidad en el modelo
β_0 y β_1 : son los coeficientes de regresión
C_k : son los siete puntos climáticos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Modelo de Densidad y Variables

Se obtuvo una estructura particular del anillo 1999 con tres puntos extremos de densidad (picos de densidad) claramente visibles en la madera tardía (Figura N°1). El modelo de línea recta mostró un buen ajuste para todas las muestras del anillo 1999 ($R^2 > 0.8$). La densidad promedio obtenida en las muestras es acorde con la encontrada en otros estudios [22, 20, 12] y el análisis de varianza no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) para dos posiciones de picos de densidad (p1 y p5), para un incremento de la densidad (i2) y una tasa de cambio de (r1).

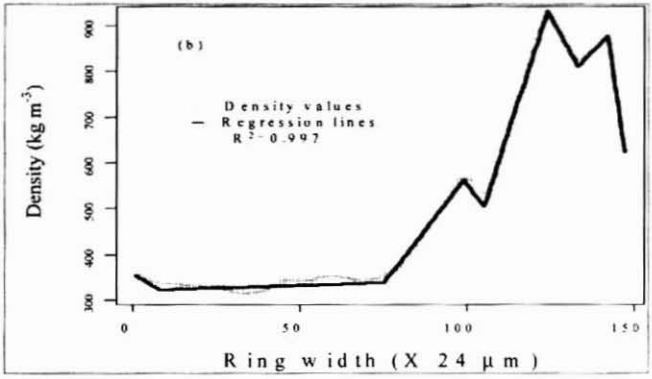


Figura N°1
PERFIL DE DENSIDAD (+++) Y EL MODELO DE LÍNEAS RECTAS SOBREPUESTO LOS PUNTOS DE UNIÓN ENTRE LÍNEAS SON LOS SIETE PUNTOS DE DENSIDAD EVALUADOS

Heredabilidad de las Variables de Densidad

La heredabilidad en sentido amplio del ancho de anillo (an) mostró bajo control genético ($H^2 = 0.21 \pm 0.17$). La heredabilidad de la densidad promedio del anillo fue relativamente alta ($H^2 = 0.33 \pm 0.19$), aunque los puntos de densidad con los valores más altos se presentaron al principio (madera temprana) y al final (madera tardía) del anillo. La posición del punto de densidad como una variable relacionada con el crecimiento presentó valores de heredabilidad ligeramente diferentes de cero. El incremento de la densidad (i) no mostró valores significativamente diferentes de cero y finalmente la tasa de cambio de la densidad (r) sólo mostró dos valores significativamente diferentes de cero (Cuadro 1).

INFOR

Cuadro N° 1
HEREDABILIDAD ± ERROR ESTANDAR DE PICOS DE DENSIDAD (D), POSICIÓN DE LOS PICOS (P), INCREMENTO DE DENSIDAD (I) Y TASA DE CAMBIO DEL INCREMENTO (R) EN EL ANILLO 1999 IN 1996 RING OF BLAGON (BLA), FONRÉAUD (FON) AND ROBINSON (ROB) *Pinus pinaster* CLONAL TESTS

Point	d	p		Points	i	r
1	0.41±0.19	0.21±0.17		1,2	0.08±0.14	0.00±0.11
2	0.21±0.17	0.16±0.17		2,3	-0.02±0.11	0.27±0.18
3	0.06±0.14	0.19±0.17		3,4	0.13±0.16	0.05±0.13
4	0.26±0.18	0.19±0.17		4,5	0.03±0.13	0.05±0.13
5	0.45±0.18	0.19±0.17		5,6	0.07±0.14	0.33±0.19
6	0.60±0.16	0.20±0.17		6,7	0.18±0.17	0.09±0.15
7	0.48±0.18	0.20±0.17		--	--	--

Índice Cimático y Rspuesta a la Sequía en 1999

El índice desarrollado fue:

$$CI = [(T\ 3^{*}\ R) / (10 + P)]\ ^{*}\ Hr$$

El índice se adaptó al sitio de tal manera que el coeficiente de determinación fue maximizado (Figura N° 2), de esta manera la cantidad de variación lineal explicada por las variables climáticas estuvo relacionada con la variación de la respuesta del árbol a dichos cambios expresada por la densidad. También el ajuste de la correlación entre los puntos climáticos y los puntos de densidad fue maximizado (Figura 3).

El control genético de las características de la madera dentro del anillo relacionadas con caracteres climáticos permite estimar la heredabilidad de la plasticidad de la respuesta de los árboles al clima. En este trabajo esta heredabilidad fue relativamente alta (H_p = 0.33±0.19) para el año 1999. Los resultados muestran que a pesar del nivel de respuesta de los árboles la intensidad del control genético de la reacción de los árboles es controlada por el ambiente. En este estudio se considera que las características de la madera son fenotipos plásticos los cuales pueden ser descritos en función del ambiente. Esta respuesta plástica puede ser considerada como un carácter y su heredabilidad puede ser directamente estimada de la norma de reacción en incremento de la densidad a los cambios climáticos (Scheiner y Lyman, 1989).

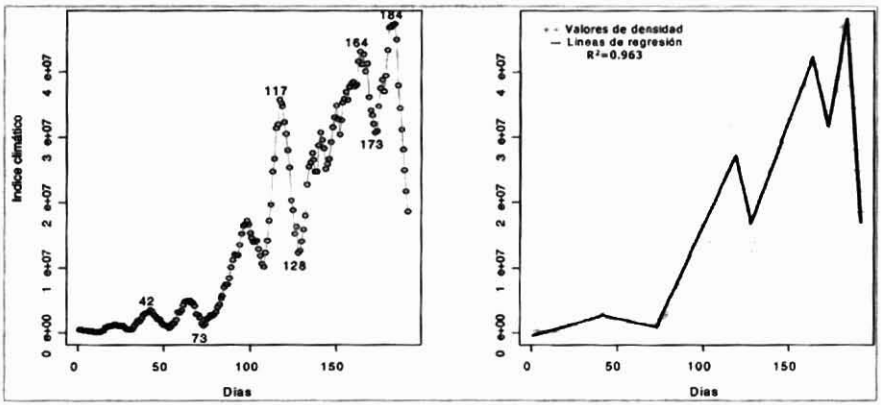


Figura N° 2
ÍNDICE CLIMÁTICO (IZQUIERDA) Y MODELO AJUSTADO A LAS VARIACIONES DE DENSIDAD (DERECHA)

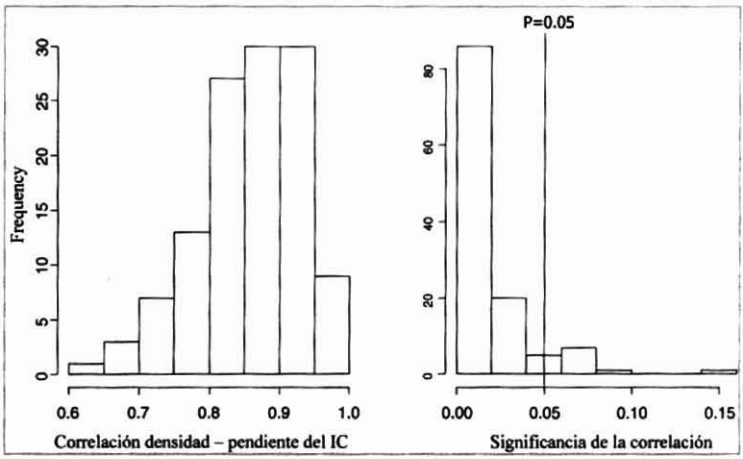


Figura N° 3
CORRELACIONES ENTRE LA DENSIDAD Y LA PENDIENTE DEL ÍNDICE CLIMÁTICO (IZQUIERDA)
Y SIGNIFICANCIA DE LA CORRELACIÓN (DERECHA)

CONCLUSIONES

Se obtuvieron altos valores de heredabilidad de la densidad de la madera. Tanto el modelo de densidad como el modelo climático tuvieron un buen ajuste, por lo que los modelos explicaron la respuesta de la densidad a los cambios climáticos durante el año 1999.

INFOR

La relación lineal entre la densidad y el clima puede ser interpretada como la norma de reacción de la respuesta de la densidad a las variaciones climáticas.

La heredabilidad de la pendiente de la norma de reacción interpretada como la plasticidad fue relativamente alta y podría tratarse como un carácter independiente que puede estar sujeto a selección.

La heredabilidad de la plasticidad de la densidad puede ser interpretada como la capacidad de adaptación de los árboles de Pinus pinaster a las fluctuaciones ambientales.

REFERENCIAS

DeWitt T.J., Sheiner S.M. 2004. Phenotypic Plasticity: Functional and Conceptual Approaches, Oxford University Press, New York.

Falconer D.S., Mackay T.F.C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics, Longman Group Ltd., Malaysia.

Larson Ph.R. 1994. The Vascular Cambium. Springer-Verlag, Berlin.

Polge H. 1966. Etablissement des courbes de variations de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants. Application dans les domaines technologiques et physiologiques, Thèse de doctorat, Université de Nancy.

Rozenberg Ph., Schüte G., Ivković M., Bastien C., Bastien J.-Ch. 2004. Clonal variation of indirect cambium reaction to within-growinng season temperature changes in Douglas-fir, Forestry 77:257-268.

Scheiner S.M. 1998. The genetics of phenotypic plasticity. VII Evolution in a spatially-structured environment, J. evol. Biol. 11:303-320.

Scheiner S.M., Lyman R.F. 1989. The genetics of phenotypic plasticity. I. Heritability, J. evol. Biol. 2:95-107.

Smith D.M., Larson B.C., Kelty M.J., Ashton P.M. 1997. The Practice of silviculture: applied forest ecology, John Wiley & Sons, New York.

Sokal R.R., F.J Rohlf. 1997. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, W.H. Freeman and Co., New York.

Tyree M.T., Zimmermann M.H. 2002. Xilem Structure and the Ascent of Sap, Springer, Heidelberg.

INFOR

UN ENFOQUE METODOLÓGICO PARA EL MODELAMIENTO ESPACIAL DE SERVICIOS AMBIENTALES EN EL SUR DE CHILE

Gerardo Vergara Asenjo[1]

RESUMEN

Los servicios ambientales de los bosques han adquirido una creciente importancia, generando beneficios directos e indirectos a diversas actividades productivas. En Chile no existe una evaluación de la oferta de estos servicios, condición relevante para definir políticas y ordenamiento territorial. Este artículo presenta una metodología para definir la localización espacial de los servicios ambientales de biodiversidad, captura de carbono, generación de agua de calidad y belleza escénica en la Región de los Ríos, Chile.

Palabras Clave: Servicios ambientales, bosque nativo, análisis espacial

A METHODOLOGICAL APPROACH FOR SPATIAL MODELING OF ECOSYSTEM SERVICES IN SOUTHERN CHILE

SUMMARY

Forest environmental services have acquired a growing importance, generating direct and indirect benefits to several productive activities. In Chile does not exist an offer assessment of these services which is a relevant condition to define land policies. This article presents a methodology for defining spatial allocation of environmental services such us biodiversity, carbon sequestration, generation of water quality and scenic beauty in the Region de los Ríos, Chile.

Key words: Environmental services, natural forests, spatial analysis

1-Ingeniero Forestal, Magister en Ciencias, Investigador, Instituto Forestal Sede Valdivia, Chile. gvergara@infor.cl

INTRODUCCIÓN

Históricamente, el incremento no planificado en la producción de ciertos productos provenientes de los recursos naturales, tales como alimentos, madera, y materias primas, a menudo ha significado también una reducción del suministro de otros importantes elementos del ambiente, tales como la provisión de agua de calidad, el paisaje o la calidad del aire.

En este ámbito, nace hace ya más de un siglo la preocupación por las funciones y servicios generados por los ecosistemas, generalmente conocidos como servicios ambientales o ecosistémicos, los cuales son condiciones y procesos fundamentales para el funcionamiento general del ambiente, las actividades productivas y, más aún, para el bienestar general de las sociedades (MEA, 2003; Boyd y Banzhaf; 2006).

La relevancia del concepto de servicios ecosistémicos (SE) para el manejo de los ecosistemas reside en que es una ayuda para identificar el flujo de beneficios que surge de diferentes recursos naturales. Además, permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, con lo cual puede constituir un medio para el desarrollo de políticas y la toma de decisiones (Balvanera y Cotler, 2007).

A pesar de la difusión que ha tenido el término en los últimos años, persisten aún diferencias de interpretación, que van desde un enfoque puramente funcional hasta otro más utilitario basado en la demanda. De esta manera y para tener un lenguaje común, este documento distingue los servicios, de las llamadas funciones y bienes ecosistémicos. Considerando la definición de Boyd y Banzhaf (2006) se tiene:

Funciones Ecosistémicas. Corresponden a las interacciones biológicas, químicas y físicas asociadas con los ecosistemas. Estas funciones son aquellas descritas por la biología, las ciencias atmosféricas, la hidrología etc. Las funciones son socialmente valiosas, pero no son servicios.

Activos Ecosistémicos. Son componentes intermedios de tipo físico de la naturaleza. Estos bienes son intermedios, ya que ellos son necesarios para la producción de servicios, pero no son servicios en sí mismos. Los bienes son los *inputs* para una función de producción ecológica que produce un servicio ecosistémico. En su nivel más alto estos activos pueden ser descritos como suelo, biota (vegetación, fauna y otros organismos), sistemas acuáticos (ríos, lagos y humedales) y la atmósfera.

Estos activos naturales deben ser mantenidos en buenas condiciones por al menos dos razones. Primero, su vitalidad impacta directamente sobre su capacidad para continuar proveyendo *inputs* a la producción y, segundo, los activos naturales tienen valor en sí en la medida en que la gente derive valor por su existencia.

En la medida que los activos naturales son bien manejados, estos tienen la capacidad de proveer para las necesidades humanas en forma permanente. Esto contrasta con bienes construidos por el hombre los cuales tienen una vida útil limitada, como puede ser un auto o una industria. Los activos naturales pueden ser continuamente utilizados y

INFOR

regenerados luego por las funciones ecosistémicas, por lo cual el desafío es asegurar que estos activos no sean agotados antes de que puedan regenerarse.

Servicios Ecosistémicos. Son componentes de la naturaleza, directamente apreciados, consumidos o utilizados para producir bienestar humano. Estos pueden corresponder a servicios tangibles, tales como el agua limpia o el contenido de nitrógeno del suelo, o intangibles como la belleza escénica generada por bosques, montañas o cursos de agua.

Existe conciencia que la conservación y mantenimiento de las funciones ecosistémicas asociadas al espacio rural demandan el uso y manejo más responsable de los recursos naturales, pero siendo diversos los actores en tamaño, objetivos y escalas de trabajo, se requieren reglas claras y acciones coordinadas con enfoque espacial.

La medición de estos componentes contiene una alta dependencia de escala en términos de tiempo y espacio. Esto debido a que el valor de los servicios ecosistémicos es altamente dependiente de su localización en el paisaje, de la escala sobre la cual los servicios son provistos y del tiempo en el cual estos son proporcionados (Boyd, 2004; Boyd y Wainger, 2003).

La búsqueda de indicadores de oferta de servicios ambientales en Chile ayudará al conocimiento de dónde existe mayor potencial de desarrollo de servicios ecosistémicos en el país y en qué cantidad, sirviendo de información base para jerarquizar zonas donde futuros instrumentos económicos puedan operar como incentivos a un manejo sustentable de los recursos. Por ello, entre los beneficios de este tipo de iniciativas se destacan el aporte a la conservación del bosque nativo, a través del fomento a actividades productivas compatibles con este objetivo, y el aporte al desarrollo local y regional, a través del impulso a actividades económicas en expansión tales como turismo, pesca deportiva y producción de salmónidos, cuyo desarrollo depende fuertemente de la calidad de los servicios ecosistémicos asociados.

OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo del estudio es dar una mirada hacia la integridad de los ecosistemas y los servicios que son provistos actualmente, para establecer las bases para una evaluación más detallada de lo que podría ocurrir con estos bajo un conjunto de escenarios en el futuro.

Objetivos Específicos

Identificar indicadores que definan la integridad de los ecosistemas y orienten el establecimiento de esquemas de pago por servicios ecosistémicos.

Identificar los servicios ecosistémicos de alta prioridad para estudios en profundidad y propuestas de manejo.

Identificar y promover unidades de conteo ambiental.

MATERIAL Y MÉTODO

Caracterización del Área de Análisis

El área de análisis corresponde a la Región de Los Ríos, la cual presenta una superficie aproximada de 18.429 km^2 distribuida en 2 provincias y 12 comunas. Su población estimada es de 356.396 habitantes, según el Censo 2002 (INE, 2004).

La población rural de la Provincia de Valdivia corresponde a un 26% de la población total y su densidad es de 25 hab/km^2, lo cual está fuertemente influenciado por la presencia de la capital regional. En tanto la Provincia del Ranco presenta un 47% de su población en áreas rurales y solo 12 hab/km^2, lo que indica una alta dependencia de la población de sus recursos.

Otro aspecto relevante está dado por los niveles de escolaridad, analfabetismo, indigencia y pobreza de la Región, los cuales son particularmente elevados en comunas andinas, tales como Lago Ranco y Futrono y, en comunas de la depresión intermedia, como Los Lagos, Lanco y Máfil.

Cuadro N° 1
USO DEL SUELO A NIVEL REGIONAL

Uso actual	Superficie Regional (M ha)	Proporción (%)
Terrenos Agrícolas	14	0,7
Praderas y Matorrales	589	31,9
Bosques	1.032	56,0
Terrenos Improductivos	87	4,7
Aguas Continentales	108	5,8
Áreas No Reconocidas	9	0,5
Total	**1.841**	**100,0**

(Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF, 1994-1997)

INFOR

Cuadro N° 2
DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES A NIVEL REGIONAL

Uso	Superficie Regional (M ha)	Proporción (%)
PLANTACIONES	180.349	9,8
BOSQUE NATIVO	851.651	46,2
Bosque Adulto	466.604	25,3
Renoval	245.706	13,3
Bosque Adulto-Renoval	80.109	4,3
Bosque Achaparrado	59.232	3,2

(Fuente: CONAF-CONAMA-BIRF, 1994-1997)

Funciones y Servicios Considerados

Las funciones y servicios bajo análisis en este estudio son los siguientes:

Regulación del clima. Referente a las funciones provistas por la vegetación y que regulan la composición atmosférica y los patrones del clima, creando un ambiente habitable. Algunos indicadores asociados corresponde al *stock* de carbono, las tasas de crecimiento entre otros.

Biodiversidad. Determina el rol de la biodiversidad como un componente fundamental para el desarrollo sustentable de actividades productivas y la generación de funciones y servicios en el mediano y largo plazo. Ej. Polinización de cultivos y vegetación natural, control de plagas.

Producción y regulación hídrica. Definido por las diferentes funciones y servicios relacionados con la producción (cantidad y calidad) de agua, así como la mantención de la sanidad el suelo, la regulación de flujos de cursos de agua y los niveles de aguas subterráneas.

Belleza escénica. Provisión de beneficios generados por el paisaje mediante componentes particulares del medio, tales bosques, relieve, fauna y otros, los cuales producen condiciones de gran valor visual.

Marco Metodológico General

Bajo una perspectiva de enfoque transdisciplinario, el Instituto Forestal (INFOR) buscó la conformación de alianzas y convenios con otras instituciones especializadas en el manejo y administración de recursos naturales. De esta modo, conformó un análisis multifuente, de manera de analizar los aspectos ecológicos, espaciales y socioeconómicos que se derivan de las funciones y servicios ecosistémicos en distintos puntos del territorio.

El enfoque basal de este estudio considera la utilización de indicadores e índices agregados de provisión para las diferentes funciones y servicios ya descritos. En forma adicional, se deriva un conjunto de indicadores de beneficios relacionados a la existencia de estos componentes, considerando las condiciones ecológicas y sociales de la Región.

Las razones de utilizar un sistema de indicadores en este estudio son las siguientes:

Los indicadores pueden ser cuidadosamente estructurados para ayudar a los tomadores de decisión a organizar sus prioridades en torno a la valoración, comunicar los beneficios de los SE y apoyar el análisis regional y la comunicación de la interdependencia espacial a diferentes grupos de interés.

Los indicadores son menos costosos de generar, permitiendo la evaluación del paisaje de múltiples servicios a grandes escalas.

Permiten catastrar y comparar situaciones medioambientales de unidades territoriales de forma integral.

Pueden constituir "proxies" que indiquen la existencia o la generación de un servicio, simplificando la complejidad de los ecosistemas.

Bajo estas consideraciones, la estructura metodológica general del estudio contempla las etapas identificadas en la Figura N° 1.

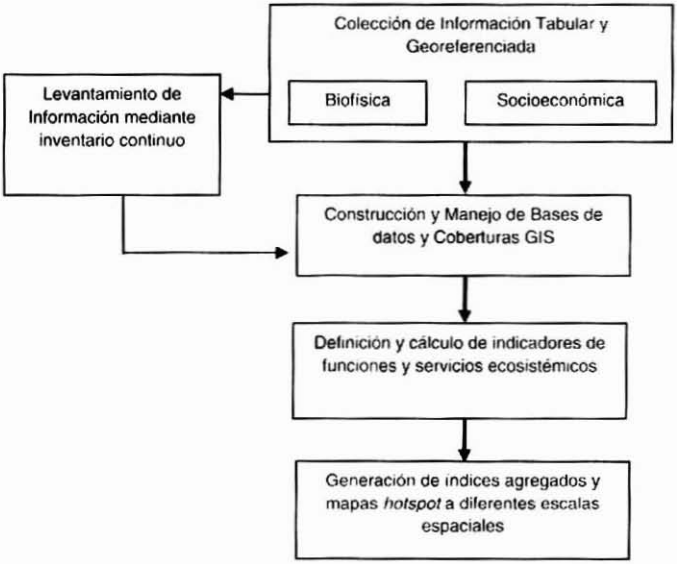


Figura N°1
ESQUEMA METODOLÓGICO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

INFOR

Colección de Información Tabular y Georeferenciada

En la etapa inicial de este trabajo, se recolectó información secundaria en forma de tablas, las cuales fueron transformadas en forma georeferenciada digital. De igual forma se obtuvo información digital ya procesada, la cual fue facilitada por diversas instituciones nacionales.

El modelo digital de elevación (DEM) fue obtenido de la página de la NASA en EE.UU. y dispone de una resolución espacial de 50 m.

Para realizar esta tarea, el inventario se ejecutó sobre la bases de la siguiente información:

Geoinformación digital disponible

Sensores remotos

Inventario de bosque nativo

Información económica

Censo población

Censo agropecuario

Toma de datos

La información final se presenta en forma tabular y cartográfica para distintas áreas y escalas, de modo que pueda constituir una nueva forma de visualizar el territorio y sus formas de producción.

Construcción, Manejo de Bases de datos y Coberturas GIS

El análisis y homogenización de la información fue realizado con los *sofwares* Arcview 3.2 y ArcGIS 9.3. Las bases de datos de diferentes coberturas (*shapes*) fueron revisadas y corregidas con información auxiliar disponible. La información GIS se integró en un proyecto único (formato mxd) de ArcGIS para facilitar su análisis y el despliegue de información.

Definición y Cálculo de Indicadores de Funciones y Servicios Ecosistémicos

Para el análisis de los cuatro servicios ecosistémicos considerados se tuvo como marco los siguientes elementos:

Biodiversidad

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

INFOR

(CBD, 1992). Es un concepto amplio y de gran complejidad, principalmente en lo que respecta a su cuantificación.

La diversidad biológica fue analizada en tres componentes primarios importantes: La composición, la estructura y la función. En este caso se han desarrollado indicadores para los dos primeros componentes.

Carbono

Para el análisis del Carbono, se consideran dos temas importantes, el primero los terrenos que pueden participar en proyectos REDD (UN-REDD Programme Fund. United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries), que permitirían el ingreso al mercado del carbono y, el segundo, la contabilización del *stock* de carbono existente en los bosques en pie que actualmente existen en la Región.

Para la determinación del stock de carbono de los ecosistemas forestales, es necesario cuantificar la biomasa de éstos, para finalmente determinar el carbono existente, ya que el carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal y la biomasa es definida como el peso, o estimación equivalente, de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal.

El primer paso fue determinar los ecosistemas forestales existentes en la Región, lo cual se realiza de acuerdo a la clasificación de usos de la tierra elaborada por el Catastro y Evaluación del Recurso Vegetacional Nativo del país. Se presentan los niveles de biomasa y contenido de carbono sobre el suelo a nivel regional. La biomasa se calculó a partir del volumen bruto fustal y después se expandió para considerar toda la biomasa aérea. Finalmente y como tercer paso, después de determinar la biomasa de los árboles vivos y la biomasa de árboles muertos y residuos gruesos, se calcula la cantidad de carbono. Para esto se utiliza como base el trabajo realizado por el proyecto FONDEF D98I1076, el cual determinó el contenido de carbono considerando especies del tipo forestal Siempreverde y Roble-Raulí-Coigüe, se utiliza el valor promedio de contenido total de carbono que fue 49,64 % (Gayoso y Guerra, 2005).

Belleza Escénica (Paisaje)

Los paisajes constituyen un componente integral de los recursos forestales nativos. La evaluación del impacto visual debiera ser parte del plan de desarrollo forestal y del plan de manejo, esto considerando principalmente que, la Región recibe año a año, cientos de turistas que buscan lugares de esparcimiento con espacios naturales o autóctonos. Para el análisis del paisaje, se utilizó los elementos considerados por el Código de Prácticas Forestales de British Columbia, Canadá (2001). Dicho proceso se divide en seis fases:

El inventario del paisaje visual

El análisis del paisaje visual

INFOR

El establecimiento de los objetivos del paisaje visual

El diseño del paisaje

La implementación

El monitoreo

En el caso del inventario de recursos visuales presentes en cada área de estudio, se consideraron los siguientes elementos:

Puntos de interés escénico

Marcas visuales

Alteraciones mayores

Cursos y cuerpos de agua

Cubiertas vegetales dominantes

Áreas singulares

A esto se agrega el concepto de accesibilidad, elemento que determina la funcionalidad de un determinado recurso visual.

Agua

La unidad natural para organizar adecuadamente las actividades de manejo y controlar los efectos sobre el ambiente es la cuenca. Esta corresponde a un área delineada topográficamente que es drenada por un sistema de cauces. Para propósitos de planificación y gestión, esta es considerada como una unidad de respuesta hidrológica, una unidad físico-biológica y una unidad socioeconómica (Folliot, 1997). De esta manera, se evaluó la generación de agua de calidad considerando el nivel de cobertura boscosa y el uso del suelo, las zonas de protección de cauces y la pendiente del terreno.

Generación de Índices Agregados y Mapas Hotspot a Diferentes Escalas Espaciales

Los indicadores agregados a nivel espacial fueron derivados mediante geoprocesamiento en ArcGIs 9.3. Diferentes procesos tales como zonas de influencia, disolución, agregación, proximidad y otros, permitieron construir diferentes mapas temáticos agregados a nivel regional.

La construcción de estos mapas tiene por objetivo ayudar a los tomadores de decisiones a orientar la definición de programas, tomar medidas de protección o facilitar posibles inversiones. Se espera además que pueda promover la conciencia pública acerca del potencial ecológico y

económico que presentan los bosques del país. Finalmente, pretende ser una herramienta de apoyo para orientar esquemas de compensación por servicios ecosistémicos y la consecuente protección de este capital natural.

RESULTADOS

Considerando la experiencia internacional, los resultados de este proyecto se han enmarcado en cuatro de los servicios ecosistémicos de los bosques, con mayor posibilidad de mercado. Estos corresponden a la captura de carbono, generación de agua limpia, belleza escénica y biodiversidad. Los resultados se presentan en función de los mapas generados.

Biodiversidad

Los tipos forestales son un indicador simple de la biodiversidad de los bosques por cuando indican su composición o la asociación de especies que crecen en el bosque ed acuerdo a cada uno (Figura N° 2).

Entre los tipos forestales más notables en la Región están los Tipos Forestales Araucaria y Alerce, los cuales son definidos por la presencia de estas singulares especies. El Tipo Forestal Araucaria está presente en la zona nororiental de la Cordillera de los Andes, correspondiente al sector norte de la Comuna de Panguipulli. Ésta zona está siendo considerada para anexarla al Parque Nacional Villarrica debido a su importancia ecológica y paisajística.

El Tipo Forestal Alerce se encuentra sobre la Cordillera de la Costa, al sur de Corral, y es parte hoy del Monumento Nacional Alerce Costero. Se ha anexado además a esta zona de protección, la Reserva Costera Valdiviana, una reserva privada que busca además la conservación del bosque simpreverde amenazado fuertemente por explotaciones madereras en las décadas anteriores.

INFOR

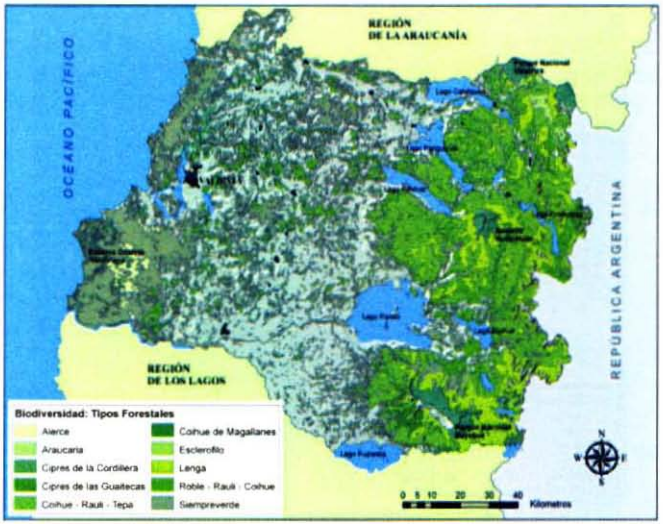


Figura N° 2
INDICADOR DE BIODIVERSIDAD
TIPOS FORESTALES DEL BOSQUE NATIVO CHILENO EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

El bosque siempreverde es uno de los tipos forestales más diversos tanto florísticamente como estructuralmente, y se encuentra en las Cordilleras de los Andes y de la Costa, principalmente en zonas de mayores pendientes o sin acceso de caminos. Junto a los tipos forestales Coihue - Raulí - Tepa y Lenga constituyen la mayor masa forestal en la Región.

La depresión intermedia es dominada por el tipo forestal Roble - Raulí - Coihue, en muchas de las áreas con suelos más productivos y de menores pendientes, razón por la cual, estos bosques han sido altamente degradados y fragmentados para habilitar zonas para cultivos agrícolas o cría de ganado.

La Figura N° 3 muestra el índice de diversidad de parches (IDP), el cual es un indicador del nivel de fragmentación de bosques a nivel de paisaje. De acuerdo a este indicador, los bosques mejor conservados de la Región, se encuentran en la Cordillera de los Andes, los cuales han permanecido en el área, debido a los altos costos de construcción de caminos y a la baja en los precios de la madera, factores que han ayudado a su conservación hasta la fecha.

El área sur de la Cordillera de la Costa (Comunas de Corral y La Unión), también presenta menores índices de fragmentación, lo cual probablemente se mantendrá debido a su *estatus* de zona de conservación. Sin embargo, la zona de la depresión intermedia muestra una fuerte presión al cambio de uso, lo cual ha derivado en una alta fragmentación de sus bosques.

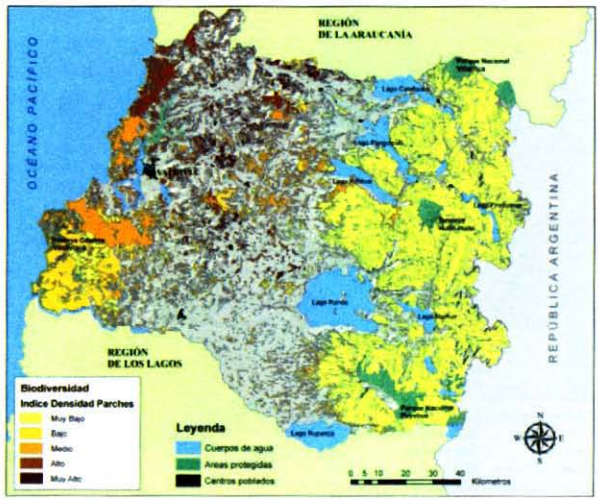


Figura N° 3
ÍNDICE DE DENSIDAD DE PARCHES (NIVEL GENERAL) PARA LA REGIÓN DE LOS RÍOS

A nivel comunal, Lanco y Paillaco presentan los mayores índices de fragmentación de sus bosques, situación coincidente con la actividad principal (agroganadera) que se desarrolla en ambas comunas (Figura N° 4). En una condición opuesta están las Comunas de Futrono, Lago Ranco y Panguipulli, las cuales concentran su territorio en la Cordillera de los Andes

Figura N° 4
ÍNDICE DE DENSIDAD DE PARCHES A NIVEL COMUNAL

INFOR

Los tipos forestales con mayores índices de fragmentación corresponden a Roble-Raulí-Coihue y Siempreverde. En el caso de este último, la mayoría de los bosques en la Cordillera de la Costa al norte y sur de Valdivia (principalmente en la vertiente oriental) presentan fuertes presiones ambientales para utilización de leña para calefacción (Figura N° 5).

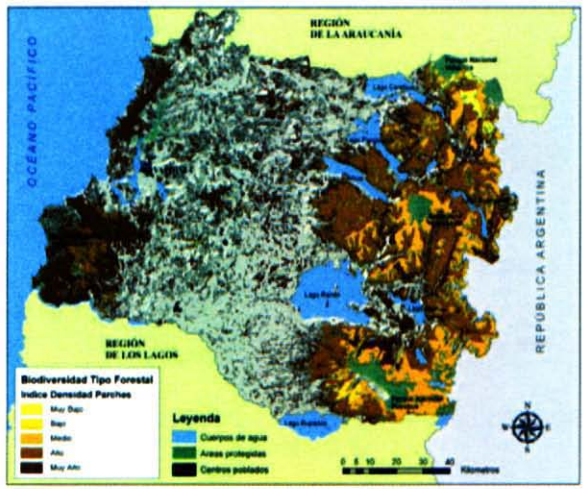


Figura N° 5
ÍNDICE DE DENSIDAD DE PARCHES A NIVEL DE TIPO FORESTAL

Carbono

La función de captura de carbono por parte de los bosques fue definida por la biomasa viva sobre el suelo, correspondiente a todo el material leñoso creciendo sobre la superficie o piso del bosque. Esta función ecosistémica del bosque es bien representada por el volumen de los árboles en pie, tradicionalmente muestreada en los inventarios forestales.

La Figura N° 6 muestra un mapa sinóptico del volumen de biomasa sobre el suelo en la Región de los Ríos. De forma coincidente con la información anterior, los mayores niveles de biomasa están concentrados en los tipos forestales que crecen en ambas cordilleras, valores que varían ampliamente debido a la variabilidad intrínseca de los ecosistemas, así como por intervenciones antrópicas sobre estos bosques.

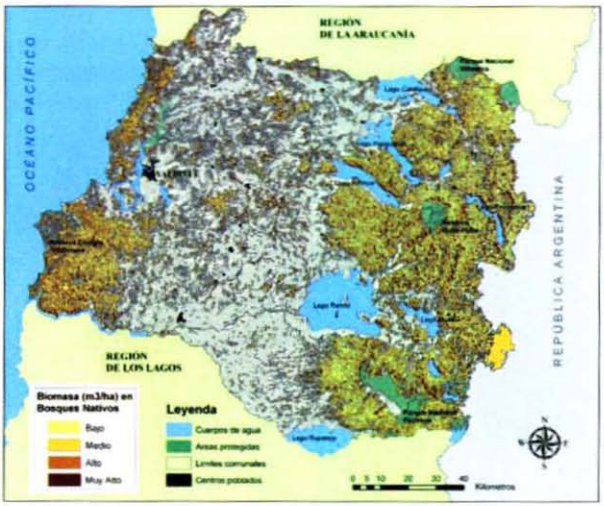


Figura N° 6
BIOMASA VIVA SOBRE EL SUELO EN LOS TIPOS FORESTALES DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS.

El carbono efectivamente retenido en la estructura de los árboles está en función de la densidad y características de las estructuras leñosas de las diversas especies. Mayores posibilidades de realización de proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD) son probables en ambas cordilleras (Figura N° 7).

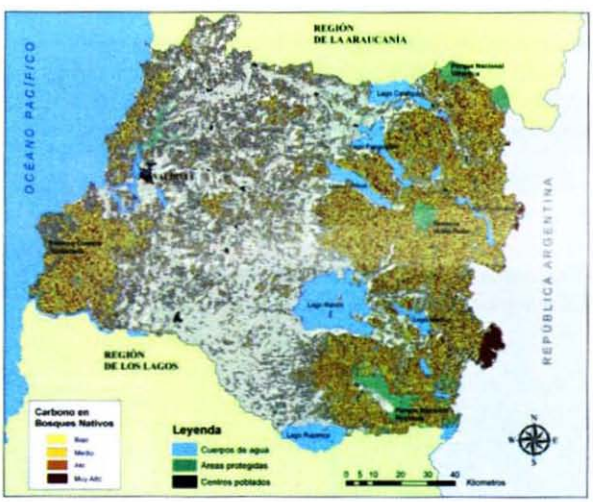


Figura N° 7
SUMIDEROS DE CARBONO FORESTAL EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

INFOR

Agua

Los grandes sistemas hidrológicos en la Región están definidos por la presencia de los Ríos Bueno, San Pedro y Cruces. Dichos sistemas fueron separados en 16 subcuencas con el fin de analizar distintas posiciones fisiográficas del territorio (Figura N° 8). Considerando el nivel de protección y uso que se le da a las riveras de los cauces en cada subcuenca, se tiene que aquellas de la región andina, tales como Maihue, Pirehueico y Neltume y Corral en la zona costera, son los sistemas hidrológicos que potencialmente pueden producir agua de mejor calidad.

Una condición totalmente distinta se aprecia en la cuenca denominada "Bueno", que es la que presenta el menor potencial y donde se desarrolla la mayor actividad agroganadera de la Región.

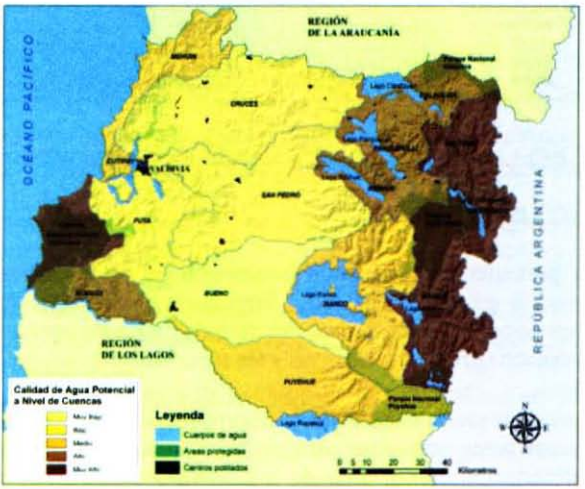


Figura 8
CALIDAD DE AGUA POTENCIAL A NIVEL DE CUENCAS EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS.

Paisaje

La calidad del paisaje o belleza escénica de la Región fue derivada como una función de las áreas de interés en el paisaje (lagos, rios, termas, bosques etc), su ubicación geográfica dentro de la cuenca visual y la accesibilidad a la zona.

Las áreas de mayor potencial en este sentido corresponden a la zona costera valdiviana, la cuenca de los Lagos Ranco y Maihue, y el área comprendida entre los Lagos Calafquén, Panguipulli y Riñihue en la Cordillera de los Andes. Muchas de estas áreas tienen un gran potencial, que mejoraria si existiera una mayor infraestructura que permitiera el acceso a estas zonas de la Región.

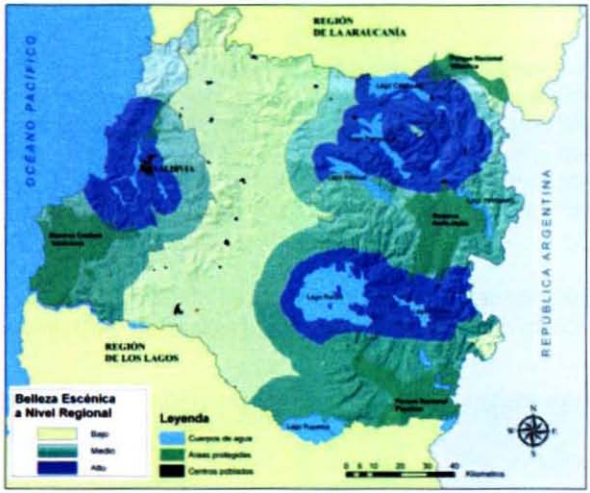


Figura N° 9
NIVELES DE BELLEZA ESCÉNICA O PAISAJE EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este artículo presenta los elementos fundamentales de la realización del inventario y mapeo de los servicios ecosistémicos en la Región de los Ríos. Se han incorporado los enfoques a nivel internacional, de modo de determinar la oferta de servicios que se producen en el territorio y su relación con las condiciones y las tendencias de los ecosistemas.

De los antecedentes revisados y la información generada en este estudio, se desprende que existen al menos tres áreas relevantes para promover sistemas de compensación ambiental en la Región. Estos corresponden al área de la Cordillera de la Costa al sur de Corral, la cuenca de los Lagos Maihue y Ranco, y el sector comprendido entre los lagos Calafquén y Riñihue. Debido a la gran riqueza en recursos naturales, la geografía de la zona y los servicios ecosistémicos que estas áreas poseen, existe mayor probabilidad de desarrollar sistemas de compensación que promuevan el uso sustentable de los recursos de esta Región.

Se espera además, que la generación de esta información de servicios ecosistémicos pueda constituir una herramienta de planificación regional y que permita la identificación de potencialidades y falencias en la provisión de servicios relevantes de la economía local. Mediante este proceso se espera aportar a que privados e instituciones públicas puedan aplicar y promover regulaciones y esquemas de manejo de los recursos que fortalezcan la generación sustentable de estos servicios.

INFOR

REFERENCIAS

Balvanera, P.; J. Cotler. 2007. Gaceta *Gaceta ecológica número especial* 84-85: 8-15. Instituto Nacional de Ecología, México

Banzhaf, S. and Boyd, J., 2004. Indexes and Indicators of Ecosystem Services. Resources for the Future. Washington, D.C. 30 p.

Boyd, J., 2004. What's nature worth? Using Indicators to Open the Black Box of Ecological Valuation. Resources for the Future.5p.

Boyd, J. and Banzhaf, S., 2006. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Resources for the future. Wahington DC. 26 p.

Boyd, J. and Wainger, L., 2003. Measuring Ecosystem Service Benefits: The Use of Landscape Analysis to Evaluate Environmental Trades and Compensation. Discussion Paper 02-60. Resources for the future. Washington, D.C. 156 p.

CONAF-CONAMA-BIRF, 1994-1997. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile". 1994-1997. Incluye corrección por monitoreo y actualización, 1998.

Folliot, P. (1997). Watershed management in the southwest: Training course in watershed management, University of Arizona. 12 p.

Gayoso J, J Guerra 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea de bosques nativos de Chile. Bosque 26 (2):33-38 Government of British Columbia, Canadá. 2001. Visual Impact Assessment Guidebook.
In: http://www.for.gov.bc.ca/TASB/LEGSREGS/FPC/FPCGUIDE/visual/Httoc.htm Revisada en octubre 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS, 2004. Anuario de turismo 2003. Santiago- Chile. 95 p.

Millenium Ecosystem Assessment, 2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Washington DC. 266 p.

NACIONES UNIDAS, 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. Rio de Janeiro. 42 p.

INFOR

INFOR

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO DE RALEO DE UN RODAL DE *Acacia caven* EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE

Donoso, Sergio[1], Peña-Rojas, Karen y Díaz, Katherin

RESUMEN

Las formaciones de espino (Acacia caven), se caracterizan por presentar baja cobertura y productividad. Esto se debe a que han sido utilizadas como fuente de recurso energético, por poblaciones rurales que buscan cubrir sus necesidades, sin considerar el manejo sustentable del recurso. El presente estudio, evalúa el rendimiento volumétrico de un espinal, al aplicar un raleo.

El trabajo se realizó en un predio situado en la Comuna de San Pedro, Región Metropolitana y corresponde a un rodal no intervenido que presenta condiciones favorables para la producción de leña y carbón. En el rodal se instalaron tres parcelas rectangulares de 500 m^2, donde se midió el diámetro a la altura del tocón (30 cm), el diámetro de copa, la altura y el estado sanitario. Luego se aplicó un raleo, donde se cosecharon principalmente aquellos individuos que presentaban problemas sanitarios y estado de desarrollo avanzado.

Para determinar el volumen de los árboles, se voltearon y cubicaron 69 individuos, los cuales fueron desramados hasta un diámetro de 2 cm. Con esta información se desarrolló una función de volumen local. De ellos, se seleccionó una submuestra de 49 ejemplares a los cuales se les determinó la biomasa fustal y una función de biomasa.

El rodal analizado presentó 1.493 individuos por hectárea, con un área basal de 9,50 m^2/ha. Al aplicar las funciones desarrolladas en el estudio, se obtuvo un volumen de 20 m^3/ha y 17.409 kg/ha de biomasa fustal. Mediante el raleo se extrajo un 46% del área basal y se determinó, basándose en las funciones generadas, que la cosecha significó una extracción de volumen de 8,6 m^3/ha y 8.347 kg/ha de biomasa fustal. El raleo produce un rejuvenecimiento y mejora el estado sanitario global del rodal.

Palabras clave: *Acacia caven*, espino, raleo, volumen.

1-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. sdonoso@uchile.cl

THINNING VOLUMETRIC YIELD OF AN *Acacia caven* STAND IN METROPOLITAN REGION, CHILE

SUMMARY

Espino (*Acacia caven*) stands are characterised by both low coverage and productivity. That is due to the fact they have been utilised as energy source by rural populations trying to cover their needs, without considering a sustainable management of the resource.

The study was carried out in San Pedro Municipality, Región Metropolitana, Chile. The analyzed stand corresponds to a non-intervened one, presenting favourable conditions for fire wood production. In the stand, three rectangular plots of 500 m^2 were established and stump diameter (30 cm), crown diameter, height and sanitary condition where measured. Afterwards, thinning was carried out, where mainly individuals with poor sanitary condition and advanced age where harvested.

For assessing wood volume from the studied stand, 69 individuals were selected and cut off. Their branches were eliminated considering a minimal diameter, for charcoal production purposes, of two centimeters. With this data, a local wood volumetric function was developed. From the selected individuals, a sub sample of 49 individuals was analyzed for assessing stem-wood biomass, and a biomass function was developed.

The stand presented 1.493 individuals per hectare and a basal area of 9.5 m^2/ha. Applying functions developed in this study, a wood volume of 20 m^3/ha and stem-wood biomass of 17,409 kg/ha were obtained as result. Through thinning, a 46% of the basal area was taken off. Based on developed functions, the volume of wood harvested was 8.6 m^3 and stem-wood biomass was 8,347 kg/ha. Thinning produced rejuvenation and improved global sanitary condition of the stand.

Key words: *Acacia caven*, espino, thinning, volume.

INFOR

INTRODUCCIÓN

Los bosques de espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), cubren una extensa superficie de la zona central del país, área en la que también se encuentran los más altos porcentajes de población rural. Según INE (1982), el 19% de la población del país es rural y de esta un 76% vive en la zona central del país. Debido a las condiciones de pobreza a las que en general se asocia a esta zona, donde las demandas de la población se enfocan al uso de los recursos leñosos en términos de supervivencia y no como una actividad económica sustentable (Vita *et al.*, 1995), no es extraño que estas formaciones hayan sido sometidas a un nivel de extracción superior a su capacidad de producción (Vita, 1997), lo que ha generado un espinal más abierto y constituido por ejemplares más pequeños que se desarrollan a partir de rebrotes de tocón, donde los espinales más densos o menos alterados, han sido relegados a escasos sitios (Donoso, 1982).

Las principales causas de su estado de conservación corresponden al sobrepastoreo, al desmonte para la habilitación de terrenos agrícolas y a la extracción de leña y producción de carbón. Además, la cosecha se realiza sin considerar técnicas de manejo. En la actualidad, a pesar de no estar permitida la corta del espino sin un plan de manejo, se sigue desarrollando esta actividad de manera ilícita, con fines puramente extractivos, que buscan una utilidad inmediata a través de producción de leña y carbón.

Según Vita (1997), la forma más efectiva y realista de combatir estos procesos es realizar un manejo sostenible de los recursos; donde sean intervenidos según su condición actual y potencialidad. En este ámbito existen estudios silvopastorales y de biomasa que dan cuenta del potencial productivo de los espinos (Aguirre e Infante, 1988; Prado et al., 1988; Caldentey, 1990; Parra, 2001). Sin embargo, hay escasos estudios que cuantifiquen y describan el estado actual de esta formación, que permita estimar y realizar un manejo sustentable.

En el marco de lo expuesto anteriormente, el presente trabajo, realizado en la Comuna de San Pedro, busca evaluar el rendimiento volumétrico, como antecedente para definir tratamientos silviculturales ajustados a la condición local actual, y generar herramientas que potencien el desarrollo sustentable y productivo del recurso.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de estudio se ubica entre los 33º 05´ S y 71º 45´ O, a 40 km de distancia de Melipilla y a 100 km de Santiago. Corresponde a un predio particular en la Comuna de San Pedro, Región Metropolitana, y se sitúa en el sector noroeste del poblado de San Pedro, en la localidad de Quincanque.

El clima de la zona se caracteriza por temperaturas que varían entre una máxima media en enero de 31,3 ºC y una mínima media en julio de 4,4 ºC, el período libre de heladas promedio es de 244 días con una media de 8 heladas al año. La precipitación media anual es de 383 mm, el déficit hídrico medio de 1017 mm y el período seco promedio es de 8 meses (Santibáñez y Uribe, 1993).

Los suelos de la zona derivan de material granitoídeos, altamente susceptibles a la erosión de manto y zanjas, drenaje interno moderadamente lento y externo rápido, generalmente de baja fertilidad, ligera a moderadamente ácidos, y sufren encostramientos superficiales. Las texturas de los horizontes superiores son livianas a medias, con abundante grava de cuarzo. A continuación se presentan horizontes arcillosos más densos y compactos, también con abundante grava de cuarzo, descansando en material granítico altamente intemperizado (Peralta, 1976).

Respecto de la vegetación del área, corresponde a Bosque Esclerófilo, en que domina Acacia caven con alturas dominantes cercanas a 3 m. A menudo es posible encontrar ejemplares de quillay (*Quillaja saponaria*), litre (*Lithraea caustica*) y maitén (*Maytenus boaria*), que constituyen un estrato más alto con muy baja densidad. Bajo el estrato dominante de *Acacia caven*, se encuentra otro, de tamaño medio, que generalmente no es muy denso y en el que son frecuentes huañil (*Proustia cuneifolia*) y natri (*Solanum tomatillo*). Finalmente existe un estrato herbáceo conformado por terófitas anuales naturalizadas, que es de densidad y composición variable (Martínez, 1984; Fuenzalida y Pisano 1965; Gajardo, 1983).

El rodal seleccionado tiene una superficie de 3 hectáreas y presenta condiciones favorables para la producción de leña o carbón de espino; pendientes suaves, cercanía a caminos, alta presencia de individuos de gran diámetro y una cobertura arbórea superior al 45%. Adicionalmente, el área no ha sido sometida a corta alguna, al menos desde hace 20 años.

En la superficie seleccionada, se establecieron tres parcelas de inventario de 500 m^2 distribuidas sistemáticamente. Se contabilizó en el inventario cada vástago como un individuo, a los que se les midió: Diámetro a la altura del tocón (30 cm DAT), diámetro de copa, altura y estado sanitario de los árboles; clasificados como bueno, moderado y malo

Se escogió la variable DAT puesto que, según Gajardo y Verdugo (1979) este es para la especie un parámetro más consistente que el diámetro a la altura del pecho (DAP). De las parcelas se obtuvo la tabla de rodal.

Posteriormente el rodal fue sometido a un raleo, para lo cual se realizó la marcación en toda la superficie. Los árboles seleccionados fueron aquellos que presentaron problemas sanitarios, preferentemente de la categoría malo a moderado, y estado de desarrollo adecuado para producción de carbón, principalmente árboles con diámetros a la altura del tocón superior a 10 cm. Todo lo anterior modulado por las condiciones puntuales de distribución de copa de los árboles en terreno, de forma tal que los árboles remanentes en el rodal se distribuyan espacialmente de forma homogénea.

De los árboles marcados, para el estudio se seleccionaron 69 árboles, de manera de cubrir proporcionalmente todas las clases diamétricas presentes, según la frecuencia de la tabla de rodal. Luego de voltear los árboles, se procedió a desramarlos hasta un diámetro comercial, para la producción de carbón, de 2 cm.

INFOR

En cada árbol se estimó el volumen midiendo el diámetro mayor, el diámetro menor y largo de la sección en intervalos, a través del fuste del árbol, con lo cual se obtuvo el volumen bruto mediante la fórmula de Smalian y el volumen del árbol, por la adición del volumen de las diferentes secciones (Prodan et al., 1997). La función de volumen local se obtuvo al correlacionar la información de volumen individual de los árboles muestreados, con la variable DAT en base a un modelo cuadrático.

De los árboles a los que se les determinó el volumen, se seleccionó una submuestra de 49 árboles distribuidos en todas las clases diamétricas, a los cuales se les estimó la biomasa fustal. El proceso contempló la obtención de rodelas cada 1 m de altura a lo largo del fuste del árbol, las cuales se cubicaron separadamente en corteza, albura y duramen si correspondía, y posteriormente se obtuvieron probetas de tamaño regular. Estas muestras fueron secadas a 70° C hasta obtener un peso constante, obteniéndose de esta manera la masa anhidra registrada a través de una balanza electrónica, con la que se determinó la densidad básica por componentes.

Luego se integró la información de densidad y volumen, para obtener la biomasa total y por componentes de los árboles muestreados. Para la obtención de la función de biomasa, se correlacionaron los datos de biomasa, obtenidos anteriormente, con el DAT mediante una función del tipo alométrica (Pardé, 1980).

Los datos fueron procesados mediante el programa *Statgraphics* 2.1, con el cual se obtuvo el modelo para la función de biomasa fustal, y donde se analizó el coeficiente de correlación (R^2), el error estándar de estimación (Sx) y la distribución de residuos.

Finalmente, la función de biomasa se aplicó a la tabla de rodal, para estimar el peso de los árboles a nivel individual y por hectárea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del Bosque Antes y Después del Raleo

- Variables Dasométricas

El rodal está compuesto principalmente por un matorral espinoso de distribución heterogénea, con desarrollo de algunas especies como maitén y boldo (*Peumus boldus*), de muy baja densidad. También existen en forma aislada especies arbustivas. Presenta una estructura de monte bajo y no ha sido sometido a intervención desde hace unos 20 años. Su altura promedio es de 3,5 m, varía entre una máxima de 5,5 m, una mínima de 1,5 m, y la cobertura de copa es de 49%.

La distribución diamétrica, muestra que la mayor cantidad de árboles se encuentra en las clases diamétricas 7 y 10 cm de DAT, ocupando el 35% y 29% del total, respectivamente, mientras que los menores valores se presentan en las clases superiores correspondiendo para las últimas dos clases un 4% y 1%, respectivamente (Cuadro N° 1). Este tipo de distribución se asocia a la multietaneidad de los individuos. Sin embargo, la menor cantidad de individuos

INFOR

en la clase de DAT 4 cm, se debería a la presión del ganado (ramoneo), por aquellos árboles más jóvenes.

Al analizar la distribución del área basal por hectárea (Cuadro N° 1) es posible apreciar que el rodal se encuentra en estado de desarrollo avanzado, ya que un 73% del área basal total se concentra especialmente entre las clases diamétricas 7 y 13 cm.

	BOSQUE INICIAL		BOSQUE FINAL	
Clase DAT (cm)	Nha	Área basal (m^2/ha)	Nha	Area basal (m^2/ha)
4	347	0,58	313	0,52
7	520	2,13	387	1,57
10	427	3,28	247	1,85
13	113	1,50	33	0,44
16	67	1,31	20	0,35
19	20	0,69	13	0,41
Total	1.493	9,50	1.013	5,14

Cuadro N° 1
NÚMERO DE ÁRBOLES (Nha) Y ÁREA BASAL POR HECTÁREA, PARA EL RODAL DE ESPINOS ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO, SEGÚN CLASE DE DAT

Al comparar el valor final del área basal por hectárea con lo obtenido por Navarro (1995), para un bosque ubicado en la misma Comuna de San Pedro, se observa un valor muy por debajo de lo señalado por estel autor, correspondiente a 24,5 m^2/ha. Esto sin duda está fuertemente influenciado por las características específicas del sitio y especialmente de la posición topográfica en que se encuentra, correspondiente a un terreno plano de fondo de valle, con suelos ligeramente profundos a profundos, bien drenados, mientras que la condición topográfica para este estudio es de lomajes con pendientes; aunque suaves, muy susceptibles a la erosión por el tipo de suelo granítico. Esto también podría deberse a la existencia de una mayor presión antrópica del rodal en estudio.

El raleo en las clases diamétricas superiores, representadas por la menor cantidad de individuos, fue más intenso con el fin de producir espacios que serán ocupado por árboles en estado juvenil y que contribuirán de manera importante en la producción de leña futura.

Es asi como el raleo fue más intenso en la clase 13 y 16 cm, extrayendo alrededor del 71% y 67%, respectivamente, y con menor intensidad para las clases 4 y 7 cm, con 11% y 26% de corta, respectivamente. Mediante este tipo de intervención es posible mantener la estructura irregular del rodal. Además, el área basal extraída corresponde a 46% del bosque inicial, mientras que a nivel de número de árboles por hectárea se extrajo el 32% (Cuadro N° 1).

INFOR

Al analizar los resultados después del raleo, se observa que los valores finales de área basal por clase diamétrica, muestran a un rodal rejuvenecido, concentrando los mayores valores entre las clases 4 y 10 cm. Esto produce un reemplazo de los individuos más desarrollados, por individuos jóvenes y vigorosos.

Al comparar estos valores con los obtenidos por Navarro (1995), en un rodal con una altura promedio de 3,5 m, quien aplicó un raleo intenso (reducción de 86% de cobertura de copa a 26%), el área basal remanente fue de 5,8 m^2/ha, mientras que al aplicar un raleo leve (de 92% de cobertura de copa a 47%), el área basal remanente corresponde a 11,2 m^2/ha. En este estudio se aplica un raleo donde se reduce la cobertura de copa de un 49% a un 35%, presentando valores de cosecha muy por debajo de los obtenidos por Navarro (1995), esto se explica principalmente a una mayor densidad inicial del bosque estudiado por este autor (3.696 Nha y 89% cobertura de copa).

De igual forma, Cornejo y Gándara (1980) determinaron, en un estudio silvopastoral realizado en la Región del Maule, que el área basal de un rodal con 30% de cobertura de copas, 240 árboles por hectárea y diámetro medio de 22,4 cm, era de 9,48 m^2/ha; para uno con 60% de cobertura, 444 árboles por hectárea y diámetro medio de 19,4 cm, era de 13,12 m^2/ha; y para uno con 100% de cobertura, 1.380 árboles por hectárea y diámetro medio de 13,3 cm era de 19,28 m^2/ha. En este estudio el número de árboles por hectárea estuvo por sobre los obtenidos por los autores. Sin embargo, los valores de área basal antes del raleo se aproximan a uno con 30% de cobertura; esto se debe principalmente a que los diámetros medios del rodal ubicado en la Región del Maule, son mucho mayores, además, de tener una distribución diamétrica más amplia, llegando a árboles con 40 cm de DAT. Esta diferencia se puede deber a que las condiciones del sitio donde se realizó el presente estudio son mas restrictivas.

- Estado Sanitario

El estado sanitario general del rodal se presenta como deficiente. La distribución porcentual, es de 43% de los individuos en la calidad de malo, 27% en estado moderado y 30% bueno. Una gran proporción de los individuos malos se encuentra en las clases 16 y 19, representando el 53% y 67% de árboles, respectivamente, mientras que en la clase diamétrica 4 cm se encuentra el valor más bajo con un 23% de los individuos malos y el más alto valor de individuos buenos con un 44%. Esto se produce principalmente ya que el ataque de! hongo (*Uredinales*) afecta a fases avanzadas de desarrollo.

Estos datos coinciden con los determinados por Cogollor (1990) al evaluar los problemas fitosanitarios para el tipo forestal esclerófilo, específicamente en la estepa de *Acacia caven* (Regiones Metropolitana, Valparaiso y O'Higgins), donde obtiene que en general se presenta un estado sanitario regular, y la especie mas dañada es espino por el hongo *Uredinal*, con tendencia al aumento en clases superiores debido a una progresión del ataque.

Producto del raleo, se eliminó el 44% de los árboles de mala calidad, obteniendo un rodal con una mejor sanidad.

Volumen

El volumen de los árboles fue determinado bajo un procedimiento destructivo, que busca cuantificar al bosque en términos cuantitativos. La ventaja del volumen, con respecto a otras medidas del bosque más utilizadas y desarrolladas para esta especie como las de biomasa, es que permite obtener un valor uniforme básicamente independiente del contenido de humedad presente en el fuste. Junto con lo anterior, debido a que la principal actividad desarrollada es producción de carbón, es fácilmente transformable a valores de peso y cuantificar concretamente la sección fustal. Para esta especie no existen antecedentes bibliográficos sobre funciones de volumen. El modelo seleccionado es:

$$\text{Volumen } (m^3) = 0.0028 + 1{,}3065 * DAT^2 \qquad R^2 = 0{,}82 \qquad Sx = 0{,}0068$$

Donde:

R^2 : Coeficiente de Determinación
Sx : Error Estándar de Estimación
DAT: Diámetro a la altura del tocón (m)

Los resultados obtenidos al aplicar el modelo, para la condición inicial y el remanente del bosque, advierten que al cortar un 46% del área basal se obtiene un 43% del volumen, lo que corresponde al 32% de los árboles por hectárea (Cuadro N° 2). Al analizar los valores de volumen por árbol, se verifica un mínimo de 0,004 m^3 en individuos con DAT de 3 cm y un máximo de 0,072 m^3 para un DAT de 23 cm.

Cuadro N° 2
VOLUMEN SEGÚN CLASE DIAMÉTRICA EN EL RODAL ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO

	Bosque Inicial	Bosque Final
Clase DAT (cm)	**Volumen (m^3/ha)**	**Volumen (m^3/ha)**
4	1,94	1,74
7	5,00	3,69
10	6,65	3,77
13	2,82	0,82
16	2,37	0,64
19	1,20	0,72
Total	19,98	11,38

INFOR

Biomasa Fustal

- Densidad de los Componentes

Se observó para las densidades de los diferentes componentes; corteza, albura y duramen, un comportamiento más bien estable al aumentar la clase diamétrica. Sin embargo, entre componentes se verifica que el más denso es el duramen y el menos denso la albura (Cuadro N° 3).

Se presenta una densidad promedio de 0,739 para albura, 0,845 para duramen y 0,785 para corteza. Algunos autores, como Rodríguez et al (1983), señalan que la densidad básica de la madera de duramen es de 0,83 g/cm^3, lo que coincide con la información obtenida.

CUADRO N° 3
DENSIDAD DE COMPONENTES POR CLASE DIAMÉTRICA

Clase DAT (cm)	Densidad Albura (g/cm^3)	Densidad Duramen (g/cm^3)	Densidad Corteza (g/cm^3)
4	0,710	0,833	0,771
7	0,745	0,848	0,786
10	0,723	0,832	0,769
13	0,752	0,861	0,837
16	0,752	0,847	0,748
19	0,753	0,849	0,800

- Estimación Biomasa Fustal

El análisis de regresión tiene la ventaja de que una ecuación desarrollada y validada puede ser usada para tipos de bosque similares, en un amplio rango de sitios y en una particular región geográfica (Satoo y Madgwick, 1982). La función de biomasa estimada a través de este método indica una buena relación entre las variables y se presenta de la siguiente forma:

LN Biomasa fustal (kg) = 8.1177 + 2.3813 * LN DAT (m R^2 = 0,86 Sx = 0,37

Donde:

R^2 : Coeficiente de Determinación
Sx : Error Estándar de Estimación

En general, para *Acacia caven*, se han descrito varias funciones de biomasa, entre ellas esta la desarrollada por Oyarzún y Palavicino (1984), que ha sido ampliamente utilizada, por ser la única que ocupa parámetros de fácil medición (diámetro basal y diámetro medio de copa) y permite buenas estimaciones. Sin embargo, fue desarrollada para la Región de Coquimbo y se aplica ampliamente en la zona central de Chile. Otras funciones en cambio, como la desarrollada por Aguirre e Infante (1988), para Melipilla (Región Metropolitana), mucho más asociada al área

de estudio, ocupan un mayor número de variables (diámetro promedio del retoño, número de retoños, altura máxima de follaje, diámetro mayor y menor de copa, y altura total), lo que sin duda dificulta las mediciones y aumenta los costos en el proceso de inventario.

El porcentaje de biomasa extraído es de 47%, lo que se traduce en 8,3 t/ha obtenidas al cortar un 46% del área basal (Cuadro N° 4). Los valores obtenidos por Navarro (1995), para la fitomasa comercial (diámetro de rama hasta 3 cm) corresponden a 7,229 t/ha para el remanente luego de aplicar un raleo intenso, 13,493 t/ha para el remanente de un raleo leve y para la situación sin intervención 20,949 t/ha. Estos valores, asociados a las características descritas anteriormente, son mayores al igual que para el área basal.

Cuadro N° 4
BIOMASA FUSTAL EN EL RODAL ANTES Y DESPUÉS DEL RALEO, SEGÚN CLASE DIAMÉTRICA

	Bosque Inicial	Bosque Final
Clase DAT (cm)	**Biomasa Fustal (kg/ha)**	**Biomasa Fustal (kg/ha)**
4	777,3	694,3
7	3.361,3	2.465,0
10	5.819,9	3.268,9
13	2.956,8	855,7
16	2.770,8	732,0
19	1.621,0	945,9
Total	**17.309,1**	**8.961,9**

Para individuos, la biomasa fustal mínima es de 0,79 kg para un diámetro de 3 cm y un máximo de 101,3 kg para un individuo de 23 cm, con un rango que varia según la clase diamétrica (Cuadro N° 5)

Cuadro N° 5
BIOMASA FUSTAL PROMEDIO POR ÁRBOL, SEGÚN CLASE DIAMÉTRICA

Clase DAT (cm)	Biomasa Fustal Promedio por Árbol (kg)
4	2,3
7	6,5
10	13,6
13	26,1
16	41,6
19	81,1

INFOR

Los resultados de este estudio entregan una biomasa fustal media por árbol correspondiente a 12 kg, medido hasta un diámetro de rama mayor o igual a 2 cm, con valores que fluctúan entre 2,3 a 81,1 kg/individuo. Datos obtenidos por Oyarzún y Palavicino (1984), en la Región de Coquimbo, sobre una base muestral de 18 individuos, hacen referencia a un peso seco medio del tronco igual a 59 kg y las ramas un monto medio de 6,9 kg. Estos valores se asocian a una distribución diamétrica que alcanza los 40 cm de diámetro a la base, concentrados entre las clases 3 a 11 cm, lo que puede explicar la gran diferencia entre los montos medios del peso de los individuos, aunque las autoras lo definen como un bosque achaparrado.

Por su parte Del Fierro (2001), en Aucó, también Región de Coquimbo, determinó que los rendimientos promedio de leña seca (diámetro superior a 3 cm) por ejemplar fluctúan entre 2,1 y 61,9 kg, con un promedio de 22,3 kg, y presentando valores más cercanos a los obtenidos en este trabajo. Sin embargo, el bosque es sin duda muy diferente, ya que se encuentra un avanzado estado de sobre madurez, asociado a un clima mediterráneo árido, donde espinales se encuentran en posiciones de baja ladera o de lomajes suaves, de poca pendiente exposición noreste.

De igual forma, Alvarado (1989), en la Provincia de Melipilla, sobre una base muestral de 103 espinos, determinó pesos totales promedio de leña verde por ejemplar entre 44,2 y 58,8 kg. Estos valores, al estar expresados como leña verde sin hacer referencia al contenido de humedad al que fue hecha la medición, hacen imposible una comparación, ya que no se encuentran uniformados los valores.

- Estimación Biomasa Fustal por Componentes

En un análisis gráfico (Figura N° 1), se aprecia que la biomasa de los tres componentes aumenta al incrementar la clase diamétrica. Pero, la participación porcentual de cada uno de ellos refleja variaciones dentro de cada clase. Es así como la biomasa de corteza refleja un leve aumento, tendiendo más bien a la estabilización, donde para las primeras clases diamétricas (4 cm y 7 cm) representa alrededor del 25% de la biomasa fustal, ocupando el segundo lugar relativo. En las clases siguientes disminuye progresivamente su participación desde un 22% para la clase diamétrica 10 cm hasta un 14% para la clase diamétrica 19 cm, ocupando el tercer lugar entre los componentes de biomasa.

La biomasa de albura representa, entre las clases diamétricas 4 y 13 cm, la mayor proporción de biomasa total y los valores disminuyen gradualmente, desde un 63%, para la clase diamétrica 4 cm, hasta un 43%, en la clase diamétrica 13 cm. En las últimas clases es superada abruptamente por el duramen, llegando a representar para la clase diamétrica 19 cm sólo un 29%.

La biomasa de duramen, en cambio, se incrementa sostenida y progresivamente al aumentar la clase diamétrica, comienza con el más bajo porcentaje de participación en las primeras clases (4 y 7 cm) representando alrededor de un 16%, para luego manifestar un abrupto aumento a partir de la clase 16 cm, alcanzando para la clase diamétrica 19 cm un 58%.

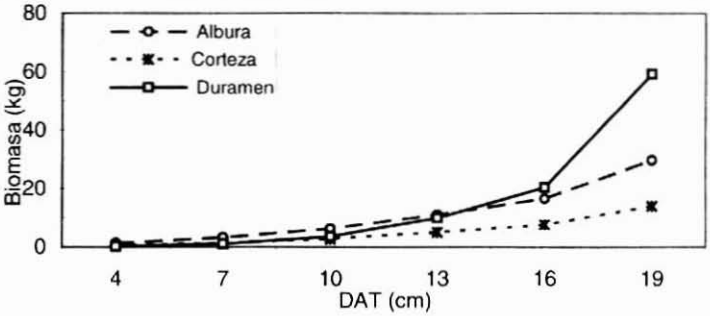


Figura N° 1
BIOMASA POR COMPONENTES SEGÚN CLASE DIAMÉTRICA

Estos resultados concuerdan con los determinados por Gómez (1976), en un estudio donde estima la biomasa de la madera de fuste y de corteza para hualo (Nothofagus glauca), obteniendo que ambos componentes aumentan al aumentar el estado de desarrollo de los árboles, mientras que la participación porcentual de la biomasa de corteza tiende a disminuir desde un 11% para las fases iniciales de desarrollo hasta 4% para las fases avanzadas.

Magni (1995), indica que para la especie lenga (Nothofagus pumilio) y coigüe (Nothofagus dombeyi), existe un descenso de la cantidad porcentual de madera del fuste desde la fase de crecimiento óptimo hacia la de desmoronamiento, por el contrario de la corteza que va aumentando su participación del total de biomasa. Este comportamiento no puede identificarse en este rodal de espino, debido a que no alcanza fases de desarrollo tan avanzadas.

Adicionalmente, se observó que a alrededor de los 3,2 cm de diámetro medido a la altura de tocón se inicia el proceso de duraminización.

CONCLUSIONES

El bosque de espino en estudio presenta una estructura de monte bajo irregular, donde la mayor cantidad de individuos se concentra en los estados juveniles de desarrollo, a pesar de que la primera clase diamétrica se ha visto disminuida debido al ramoneo del ganado.

La aplicación de un raleo, con la extracción de un 46% del área basal, se traduce en un mejoramiento de la sanidad del bosque, disminuyendo el porcentaje individuos de mala sanidad desde un 43% a un 35%. Este tratamiento genera un volumen 8,6 m^3/ha y una biomasa fustal de 8,347 t/ha.

La función de volumen desarrollada y validada para la condición local definida, estima de manera confiable el volumen a través de la variable DAT, con un coeficiente de correlación de 0,82 y un error estándar de estimación de un 0,0068, por lo cual es una herramienta adecuada para la evaluación volumétrica del estado actual del bosque.

INFOR

La función de biomasa aérea, considerada hasta un diámetro de 2 cm, desarrollada y validada para la especie, presenta una buena correlación entre las variables, con un coeficiente de correlación de 0,86 y un error estándar de estimación de 0,37. De esta manera, es posible aplicarla en reemplazo de la función definida para la Región de Coquimbo, que es la función que se ha usado con frecuencia.

La biomasa total se incrementa al aumentar la clase diamétrica. Sin embargo, la participación porcentual por componentes de corteza, albura y duramen varía según la clase diamétrica del individuo. Es así como, mientras la albura disminuye al aumentar la clase diamétrica, el duramen aumenta abruptamente. La corteza, en cambio, disminuye de manera suave y tendiendo más bien a la estabilización.

REFERENCIAS

Aguirre, S, e Infante, P., 1988. Funciones de biomasa para Boldo (*Peumus boldus*) y Espino (*Acacia caven*) en la zona central de Chile. Ciencia e Investigación Forestal (2) 3: 45- 50.

Alvarado, W., 1989. Relación entre el hábito del espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) y el rendimiento de carbón y leña. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 90 p.

Applegate, G., Gilmour, D. y Mohns, B., 1988. The use of biomass estimations in the management of forests for fuelwood and fodder productions. En: Commonwealth forestry review. 67 (2): 141-148.

Caldentey, J., 1990. Productividad natural de los bosques esclerófilos y espinosos. En: Opciones Silviculturales de los Bosques Esclerófilos y Espino de la Zona Central de Chile. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Apuntes Docentes Nº 3. Pp 38-55.

Cogollor, G., 1990. Problemas fitosanitarios del tipo forestal esclerófilo. En: Opciones Silviculturales de los Bosques Esclerófilos y Espino de la Zona Central de Chile. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura. Apuntes Docentes Nº 3. pp 142-165.

Cornejo, R. y Gandara, J., 1980. Influencia de la estrata arbustiva en la productividad de la estrata herbácea de la estepa de Acacia caven (Mol) Hook. et Arn. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad e Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales 74 p.

Del Fierro, P., 2001. Efecto de los tratamientos de corte sobre el rebrote de Acacia caven (Mol.) Mol. en Aucó, IV Región. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 109 p.

Donoso, C., 1982. Reseña Ecológica de los Bosques Mediterráneos de Chile. Bosque 4 (2): 117-146.

Fuenzalida, H. y Pisano, E., 1965. Biogeografía. En: Geografía Económica de Chile. CORFO. pp 228-266.

Gajardo, M. y Verdugo, R., 1979. Rendimiento en hojas de boldo (*Peumus boldus* Mol.), corteza de quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) y carbón de espino (*Acacia caven* Mol.) en la V Región. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 94 p.

Gajardo, R., 1983. Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa de Chile. CONAF/ Un versidad de Chile. 240 p.

Gomez, H., 1976. Estimación de algunos componentes de biomasa vegetal en *Nothofagus glauca* (Phil) Krasser. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 50 p. INE Instituto Nacional de Estadística. 1982. Vivienda, hogar y familia, XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 234 p.

Magni, C., 1995. Acumulación de biomasa y nutrientes en un bosque mixto natural de Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) y Coigüe de Magallanes (*Notofagus betuloides* (Mirb.) Oerst) en la XII Región. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 93 p.

Martinez, J., 1984. Distribución de las áreas bocosas en la Provincia de Melipilla (Región Metropolitana). Tesis Ingeniero forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 95 p.

Navarro, R., 1995. Efecto de una intervención silvicultural sobre el crecimiento y producción de fitomasa de Acacia caven en Melipilla, Región Metropolitana. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 87 p.

Oyarzún, M. y Palavicino, V., 1984. Evaluación de especies leñosas, para ser usadas con fines energéticos, en la Provincia de Choapa, IV Región. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 159 p.

Pardé, J., 1980. Forest Products Abstracts Review article. Vol 3 (8): 165-184 p.

Parra, G., 2001. Función de biomasa total y por componentes del espino en Pencahue. Memoria Ingeniero Forestal. Universidad de Talca. 54 p.

Peralta, M., 1976. Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Editorial de Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago. 340 p.

Prado, J., Infante, P., Arriagada, M. y Aguirre, S., 1988. Funciones de biomasa para siete especies arbustivas en la IV Región. CONAF/PNUD/FAO. Proyecto FO: DP/CHI/83/017. Documento de Trabajo Nº 14. 24 p.

Prodan, M., Peters, R., Cox, F. y Real, P., 1997. Mensura Forestal. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 561 p.

INFOR

Rodriguez, R., Matthel, S. y Quezada, M., 1983. Flora arbórea de Chile. Universidad de Concepción. Chile. pp 51:54.

Santibañez, F. y Uribe, J. M., 1993. Atlas agroclimatológico de Chile. Regiones Quinta y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 65 p.

Satoo, T. y Madgwick, H., 1982. Forest Biomass. Ed. Martinus Nijhoff /Dr. W. Junk Plublishers. London. England.

Vita, A., 1997. Silvicultura de formaciones nativas. En: Forestación y Silvicutura en zonas áridas y semiáridas de Chile. Valdebenito, G. y Benedetti, S. (Eds.). Seminario internacional: "Forestación y silvicultura en zonas áridas y semiáridas", INFOR, La Serena 21-25 Octubre 1996. pp 257-273.

VITA, A., Serra, M., Grez, I., Olivares, A. y Gonzalez, M., 1995. Intervenciones silviculturales en espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.) en la zona árida de Chile. Ciencias Forestales. (10) Nº 1-2. pp 51-62.

INFOR

INFOR

ANALISIS AGROFORESTAL DE LA PEQUEÑA PROPIEDAD AGRICOLA EN LAS REGIONES DEL BÍO BÍO Y LA ARAUCANIA, CHILE

Alvaro Sotomayor G.[1], Alejandro Lucero I.[1], Hans Grosse W.[1], Andres Bello[1], Hernan Soto[1]

RESUMEN

Con el fin de conocer la realidad socioeconómica de los pequeños productores agrícolas, y su disposición para aplicar modelos agroforestales en sus predios, durante l meses de mayo a noviembre del año 2008 se aplicaron encuestas directas a 63 productores las Comunas de El Carmen, Hualqui y Los Álamos de la Región del Bío Bío, y de las Com de Los Sauces, Melipeuco y Teodoro Schmidt de la Región de La Araucanía.

De los resultados obtenidos se concluye que un 93,1% de los propietarios están dispuestos a establecer modelos agroforestales en sus predios y sólo un 27,5% una plantación tradicional a alta densidad. Los problemas mas frecuentes que les impide establecer árboles en sus campos, son la baja superficie predial, la falta de financiamiento, el no saber cómo hacerlo, y el no poder hacerlo solo, con un 48,6; 47,9; 25,7 y 20,8 %, respectivamente.

Algunos beneficios que indican los propietarios para establecer proyectos de forestación bajo modelos agroforestales, son mejorar los ingresos del grupo familiar, mejorar la calidad de vida, aumentar la productividad predial, controlar la erosión, y asegurar el abastecimiento energético del hogar, con un 81,8; 57,7; 50,5; 50,5, y 44,1 %, respectivamente.

Otros aspectos a considerar en planes de desarrollo agroforestal para el sector agrícola, son el envejecimiento de la población rural, el bajo nivel educacional de los propietarios, la baja superficie predial y la necesidad de biomasa para calefacción y preparación de alimentos En el presente estudio se refleja que un 71,6% de la población se encuentra entre los 51 y 80 años, que un 67,1% tienen educación básica incompleta a básica completa, que el 80% de los predios tienen entre 1-20 ha de superficie, que el 92,9% posee electricidad como energía para iluminar sus hogares y que el 90,3 y 83,3% usa leña para calefacción y para el cocimiento de alimentos, respectivamente.

En cuanto a los ingresos, el 83,7% de estos provienen del trabajo realizado en sus propiedades rurales, a través de ventas de productos agrícolas, con un ingreso medio mensual de $ 175.331.

1-Instituto Forestal, Sede Bio Bio, Chile. asotomay@infor.cl; alucero@infor.cl; hgrosse@infor.cl; hsoto@infor.cl; abello@infor.cl

INFOR

SUMMARY

For knowing socio-economic realities of small farmers, and their willingness to implement agroforestry models in their farms, during May to November of 2008 surveys were applied to 63 producers in the Community of El Carmen, Hualqui and Los Alamos of Bio Bio Region, and Los Sauces, Teodoro Schmidt and Melipeuco of La Araucanía Region of Chile.

From the results it was concluded that 93.1% of owners are willing to establish agroforestry models in their farms, but only 27.5% a traditional high-density plantation. The most frequent problems that prevent them from establishing trees in their fields, are low farm size, lack of funding, not knowing how to implement these models, and that they can not do it alone, with a 48.6; 47.9; 25.7 and 20.8 %, respectively.

Some benefits listed by the owners to establish afforestation projects under agroforestry models are the improvement of household income, improve quality of life, increase farm productivity, erosion control, and secure energy supplies from home, with 81.8; 57.7; 50.5; 50.5 and 44.1 %, respectively.

Other aspects to consider in agroforestry development plans for the agricultural sector are the high age of the rural population, low educational level of owners, low farm size and the need for biomass for heating and food preparation. The present study shows that 71.6% of the population is between 51 and 80 years old, 67.1 % had incomplete basic education to complete basic education, 80 % of the farms have between 1 and 20 hectares, 92.9% have electricity to light their homes, and 90.3 and 83.3 % use firewood for heating and for cooking of food, respectively.

Regarding income, 83.7 % of these come from work on their farms through sales of agricultural products, earning an average monthly income of $ 175,331.

INFOR

INTRODUCCION

Entre los meses de agosto de 2007 y diciembre de 2008, se llevó a cabo el Programa "*Desarrollo, Validación y Asistencia Técnica para la Incorporación de Sistemas Productivos Agroforestales en la Agricultura Familiar Campesina*", en adelante Programa Desarrollo Agroforestal, financiado por el Ministerio de Agricultura y ejecutado por el Instituto Forestal de Chile (INFOR), cuyo objetivo fue difundir e implementar modelos agroforestales para contribuir a un desarrollo sustentable de la Agricultura Familiar Campesina en las Regiones del Bio Bio y La Araucanía, Chile.

Uno de los productos considerados en este programa es obtener la Linea Base Socio-Económica de los 123 pequeños productores participantes en las comunas de trabajo seleccionadas, para posteriormente evaluar los impactos del trabajo desarrollado (Cuadro N° 1).

Cuadro Nº 1
PROPIETARIOS PARTICIPANTES Y ENCUESTADOS POR COMUNA Y REGIÓN

Propietarios Participantes	Biop Bio (Nº)				La Araucania (Nº)				Total	Encuestados (%)
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Total	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Total		
Atendidos por Programa	18	15	26	59	27	6	31	64	123	51,2
Encuestados	9	14	11	34	12	5	12	29	63	

El principal uso de los suelos agrícolas de las Regiones del Bio Bio y de La Araucanía, en la pequeña propiedad agrícola, según los resultados de este estudio, son la producción de papas, hortalizas, trigo, avena y praderas naturales, destinadas al uso ganadero extensivo. Otro uso importante de estas regiones es el forestal, con plantaciones de las especies pino radiata (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucaliptus globulus y E. nitens*) como las más importantes. Las plantaciones cubren una superficie de 858.592 ha y 442.106 ha, en la Región del Bio Bio y de La Araucanía, respectivamente, y el bosque nativo, ubicado preferentemente en las zonas altas de las Cordilleras de Los Andes y de La Costa 777.266 ha y 937.312 ha, respectivamente (INFOR, 2008).

La pequeña propiedad participa escasamente en la propiedad de las plantaciones, con un 7% en la Región del Bio Bio y un 10% en la Región de La Araucanía (INFOR, 2007). Esto dado la escasa superficie disponible para realizar plantaciones en sus unidades prediales, por su uso eminentemente agrícola y ganadero, y debido a la poca aceptación de los agricultores y ganaderos por actividades de forestación tradicional, ya que usualmente las perciben como una competencia hacia sus usos productivos agrícolas tradicionales (Sotomayor, 2009a). Esta visión de los productores agropecuarios es similar a la que ocurre en otras regiones del mundo (Arnold, 1983). El cambio de percepción de los productores ganaderos en estas regiones, frente a la reintroducción de árboles en su sistema productivo en una forma complementaria a la ganaderia, es un desafio para politicas de fomento. El cambiar las actitudes y percepciones usualmente es un proceso lento, dado que el manejo de los recursos agrícolas y de suelos

INFOR

está firmemente arraigado en el sistema cultural y productivo de los agricultores (Arnold, 1983; Longhurst, 1983; Sotomayor, 1989; Sotomayor, 2009b).

Una práctica que han estado estudiando en los últimos años INFOR, INDAP e INIA, que son instituciones vinculadas al Ministerio de Agricultura de Chile, es el uso de sistemas agroforestales y dentro de estos, principalmente sistemas silvopastorales y cortinas cortavientos, para así reintroducir el árbol en una forma amigable con los sistemas productivos ganaderos y con la cultura y tradición de los productores. De esta forma, se espera reducir el nivel de erosión de los suelos y mejorar la productividad de estos, protegiéndolos de los factores erosivos más importantes, que son el viento y la lluvia (Teuber y Ganderatz, 2009).

Los modelos agroforestales o la agroforestería, son sistemas que combinan árboles o arbustos con cultivos agrícolas y/o ganado en un mismo sitio, bajo distintas formas de ordenamiento en forma deliberada, con el objetivo de producir alimento para los animales, productos derivados del ganado y productos forestales como madera y pulpa, y otros como leña, carbón, miel, frutos y hongos (Sotomayor, 1990; Sotomayor *et al.*, 2007). Combe (1982) y Torres (1983) definieron *silvopastoralismo* como cualquier situación donde árboles y pasturas con animales se desarrollan juntas. En este tipo de sistemas integrados de producción, los árboles pueden producir madera aserrable, postes, leña, forraje para el ganado y frutas, a la vez que ayudan a mejorar la producción de pasto y ganado, reduciendo la influencia de los vientos y otorgando sombra (Sotomayor 1990; Murgeitio 2009). Los árboles y arbustos forrajeros pueden proveer además alimento para el ganado y una cubierta para el suelo, que frena el crecimiento de las malezas y controla los procesos de erosión (Sotomayor, 2009b). El ganado provee un ingreso anual, controla el desarrollo de las malezas y reduce la competencia entre forraje y árboles (Murgeitio, 2009; Sotomayor, 2009b).

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es conocer parte de la realidad socioeconómica de los productores agrícolas en las Regiones del Bío Bío y La Aracucanía, a través de una muestra representada por los participantes en el Programa Desarrollo Agroforestal, y visualizar su disponibilidad para establecer modelos agroforestales en sus unidades prediales.

MATERIAL Y METODO

Para obtener la información de línea base socioeconómica de los productores, se utilizó una metodología de encuestas directas a los propietarios participantes. Esta encuesta se aplicó a un universo de 63 productores pertenecientes a grupos PRODESAL (Programa de Desarrollo Local) de las Comunas de El Carmen, Hualqui y Los Álamos, de la Región del Bio Bío, y de las Comunas de Los Sauces, Melipeuco y Teodoro Schmidt, de la Región de La Araucanía, equivalente al 51% del total de propietarios con los que se trabajó en el Programa Desarrollo Agroforestal.

La encuesta incluyó los siguientes aspectos:

Antecedentes Personales: Para conocer la población rural en las comunas de trabajo

INFOR

se recogieron antecedentes de edad, nivel educacional, oficio propietario, vivencia y tiempo de permanecía en el predio, composición del grupo familiar, y sistema de trabajo predial.

Antecedentes Prediales: Para conocer las características prediales se obtuvo información de superficie del predio (ha), construcciones, uso de energía para calefacción y cocción de alimentos, abastecimiento de agua, y acceso predial.

Uso Actual de la Tierra: Para analizar las posibilidades de establecimiento agroforestal, se recogió informacion sobre el uso agrícola, forestal y ganadero, actual y potencial, y otros usos prediales.

Ingresos Familiares: Se obtuvo información de las fuentes de ingresos prediales y extraprediales, de forma de calcular los ingresos familiares.

Herramientas y equipos para uso en labores productivas y abastecimiento para el hogar.

Disposición y problemas para establecer árboles, con fines forestales y agroforestales, tanto para obtención de ingresos, biomasa para energía, y protección de suelos, aguas y cultivos.

Beneficios percibidos del manejo forestal o agroforestal, producto de la forestación.

Ingresos silvoagropecuarios generados de productos agrícolas, ganaderos y forestales, y existencia de productos.

Capacitación y Uso de Programa de Fomento y de Información: Para conocer la capacidad de los productores para iniciar proyectos innovativos agroforestales, se consultó sobre las capacitaciones recibidas, uso de programa de fomento para la producción silvoagropecuaria y sistemas de informacion utilizados para obtener antecedentes productivos y otros relacionados con el desarrollo predial.

Buenas Prácticas Silvoagropecuarias: Conocimiento de las bondades de las buenas prácticas e implementación de estas.

Los Grupos PRODESAL son propietarios organizados, beneficiarios de INDAP, pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina (AFC), que son atendidos por las Municipalidades, a través de profesionales del área silvoagropecuaria en virtud de un convenio establecido entre INDAP y la respectiva Municipalidad (INDAP, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se entregan los resultados de las encuestas aplicadas, ordenadas por los factores de evaluación indicados en el capítulo anterior.

Antecedentes Generales de la Pequeña Propiedad

- Edad de los Productores

La edad promedio de los propietarios encuestados, pertenecientes al total de las comunas consideradas, es de 55,4 años, con una concentración de un 60,0 % en el rango entre los 51 y 70 años, y sólo un 28,0 % bajo los 50 años (Cuadro N° 2). Es importante considerar que la proporción de productores sobre 60 años corresponde a un 35,8%, lo que incide en la estrategia de trabajo con ellos, y su baja disposición a participar en proyectos innovativos, en relación a productores con edades inferiores.

Cuadro N° 2
FRECUENCIA RELATIVA POR RANGO DE EDAD DE LOS PROPIETARIOS

Rango Edad Propietarios (años)	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
21-30	0,0	0,0	30,0	10,0	8,3	0,0	0,0	2,8	**6,4**
31-40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	2,8	**1,4**
41-50	22,2	23,1	20,0	21,8	41,7	0,0	16,7	19,4	**20,6**
51-60	22,2	46,2	40,0	36,1	25,0	40,0	41,7	35,6	**35,8**
61-70	55,6	23,1	10,0	29,5	8,3	40,0	8,3	18,9	**24,2**
71-80	0,0	7,7	0,0	2,6	16,7	20,0	25,0	20,6	**11,6**

- Educación

Del total de los propietarios encuestados, un 67,1% tienen educación entre básica incompleta y básica completa a sin estudios, y sólo un 32,8% poseen educación media y técnica. También es destacable que sólo un 8% de los propietarios no cuentan con educación escolar (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 3
ESCOLARIDAD DE LOS PROPIETARIOS

Estudios	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Sin estudios	0,0	7,1	0,0	2,4	8,3	33,3	0,0	13,9	**8,1**
Básico incompleto	0,0	50,0	70,0	40,0	58,3	0,0	8,3	22,2	**31,1**
Básico completo	66,7	14,3	20,0	33,7	0,0	33,3	33,3	22,2	**27,9**
Media incompleto	0,0	7,1	0,0	2,4	8,3	0,0	25,0	11,1	**6,7**
Media Completa	22,2	14,3	10,0	15,5	16,7	0,0	25,0	13,9	**14,7**
Técnico completo	11,1	7,1	0,0	6,1	8,3	16,7	8,3	11,1	**8,6**
Técnico incompleto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	5,6	**2,8**

INFOR

De la información de los Cuadros N° 2 y 3, se puede deducir que los propietarios rurales están aumentando en edad y no disponen de estudios que pasan de la educación básica. Lo anterior implica que la estrategia de extensión a preparar para su apoyo en proyectos innovativos, o en rubros diferentes a lo que usualmente realizan en sus campos, debe considerar estos aspectos. Esto implica preparar materiales y capacitación de características más prácticas que teóricas, con poco material escrito, redactado de forma sencilla y con figuras explicativas.

- Integrantes del Grupo Familiar y Forma de Trabajo

El grupo familiar promedio de la pequeña propiedad rural esta constituido por 5 personas, siendo en un 54,4% de los casos el propietario del predio una mujer y en un 45,6% un hombre.

Cuadro N° 4
PROPIETARIOS DE PREDIOS POR GÉNERO

Genero Propietario Predio	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Hombre	44,4	28,6	27,3	33,43	58,3	40,0	75,0	57,78	45,6
Mujer	55,6	71,4	72,7	66,57	41,7	60,0	25,0	42,22	54,4

La forma de trabajar la producción silvoagropecuaria consiste básicamente en un trabajo familiar, entre la pareja y sus hijos, involucrando eventualmente hermanos y padres que aún viven con ellos. Sólo un bajo porcentaje (8,3%) lo hace contratando fuerza de trabajo externa, por la avanzada edad de los propietarios, o cuando estos realizan labores adicionales que les impiden dedicarse solo al trabajo en el campo (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5
FORMA DE TRABAJO PREDIAL

Con quién trabaja el predio	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Solo	0	25,0	22,2	15,74	41,7	0	41,7	27,78	21,8
Familia	87,5	75,0	77,8	80,09	50,0	87,5	41,7	59,72	69,9
Jornal	12,5	0	0	4,17	8,3	12,5	16,7	12,50	8,3

- Oficio

El 92 % de los propietarios se califica como agricultor y sólo un 8 % declara tener algún oficio relacionado con la agricultura como apicultor, artesano entre otros.

INFOR

- Tiempo de Vida en el Predio

El 66,4 % de los propietarios han vivido en su propiedad agrícola más de 20 años y un 34% más de 40 años (Cuadro N° 6). Esto indica que los propietarios disponen de gran experiencia en el trabajo agrícola, recogiendo gran parte de ésta de sus padres, lo que lleva al arraigo de la forma y cultura de vida en el campo.

Cuadro N° 6
TIEMPO DE VIDA EN EL PREDIO

Tiempo vive en el predio	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
No vive en predio	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	20,0	16,7	20,6	10,3
01 - 10	0,0	33,4	0,0	11,1	8,3	0,0	8,3	5,6	8,3
11 - 20	25,0	0,0	0,0	8,3	0,0	40,0	25,0	21,7	15,0
21 - 30	25,0	33,3	57,1	38,5	8,3	20,0	16,7	15,0	26,7
31 - 40	25,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	2,8	5,6
41 - 50	12,5	33,3	28,6	24,8	25,0	0,0	8,3	11,1	18,0
> 50	12,5	0,0	14,3	8,9	25,0	20,0	25,0	23,3	16,1

- Superficie Predial

El 80,0 % de los predios tienen entre 1 y 20 ha, con una alta proporción en el rango inferior o menor a las diez hectáreas y sólo un 20,0% dispone de superficies mayores (Cuadro N° 7). El promedio de superficie en la Región del Bío Bío corresponde a 17,2 ha y en la Región de La Araucanía a 10,9 ha, Lo anterior condiciona la disponibilidad de superficie que los propietarios pueden destinar a la introducción de árboles forestales en el predio, ya que según la apreciación de los propietarios, les restaría áreas de producción agrícola para sus propias necesidades y generación de ingresos anuales. Para reintroducir el árbol en estos predios, sin que esto provoque rechazo entre los propietarios, resulta ventajoso utilizar diseños agroforestales, ya que estos los consideran enfoques amigables con los usos agropecuarios al no competir con rubros de primera necesidad para ellos.

Cuadro N° 7
PARTICIPACIÓN POR RANGO DE TAMAÑO PREDIAL

Superficie Predial (ha)	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
01 - 10	22,2	28,6	45,5	32,08	66,7	80,0	50,0	65,6	**48,8**
10,1- 20	55,6	42,9	27,3	41,90	0,0	20,0	41,7	20,6	**31,2**
20,1- 30	0,0	0,0	27,3	9,09	16,7	0,0	8,3	8,3	**8,7**
30,1- 40	11,1	7,1	0,0	6,08	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,0**
> 40	11,1	21,4	0,0	10,85	16,7	0,0	0,0	5,6	**8,2**

INFOR

- Vivienda e Insumos Básicos

El 100% de los propietarios tienen su casa propia y el 79% son dueños de una bodega, galpón y gallinero. En el 99% de los casos la casa habitación se encuentra en el predio, llegando a estas la electrificación rural en un 92,9% de los casos.

Cuadro N° 8
FUENTE DE ENERGÍA PARA ILUMINACIÓN DEL HOGAR

Fuente Energia para Iluminación Hogar	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
1.Electncidad	100,0	100,0	90,9	96,97	83,3	100,0	83,3	88,89	92,9
2.Combustible	0,0	0,0	9,1	3,03	8,3	0,0	0,0	2,77	2,9
3.Vela	0,0	0.0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0
4. Otra	0,0	0.0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0

La importancia de la disponibilidad de biomasa, que se pudiera generar al introducir árboles con esos fines en las propiedades agrícolas es evidente, dado que mayoritariamente se calefaccionan (Cuadro N° 9) y cocinan (Cuadro N° 10) con leña, con un 90 y 83%, respectivamente.

Cuadro N° 9
TIPO DE ENERGÍA PARA CALEFACCIÓN DEL HOGAR

Fuente Energia para Calefacción	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
1.Electricidad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.Combustible	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	5,6	2,8
3.Leña	100.0	100,0	100,0	100,0	58,3	100,0	83,3	80,6	90,3
4. Otra	0,0	0.0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	5,6	2,8

Cuadro N° 10
TIPO DE ENERGÍA PARA COCCIÓN DE LOS ALIMENTOS

Fuente Energia para Cocinar	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T Schmidt	Promedio	
1.Electricidad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
2.Gas	50,0	61,5	10,0	40,5	50,0	0,0	41,7	30,6	**35,5**
3.Leña	50,0	100,0	100,0	83,3	75,0	100,0	75,0	83,3	**83,3**
4. Otra	0.0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	2,8	**1,4**

Considerando que es la leña la que provee de energía y calefacción a los hogares, ya sea de bosque nativo o de plantaciones forestales, se debe considerar su abastecimiento como un aspecto importante al diseñar el ordenamiento predial y al destinar áreas y especies forestales apropiadas para ello.

En relación al recurso hídrico, el 98,8% de los propietarios obtiene el agua para cocinar, lavar y para la limpieza personal de pozo, vertiente o río , y sólo el 4,9% de agua potable (Cuadro N° 11).

Cuadro 11
ORIGEN DEL AGUA PARA EL HOGAR

Origen Agua Hogar	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T Schmidt	Promedio	
1.Pozo	33,3	81,8	50,0	55,1	33,3	0,0	50,0	27,8	**41,4**
2.Vertiente	55,6	9,1	80,0	48,2	41,7	80,0	50,0	57,2	**52,7**
3.Río	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	20,0	0,0	9,4	**4,7**
4.Potable	11,1	18,2	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,9**

Debido al destino de los recursos hídricos prediales y su uso en los hogares rurales, es importante planificar en los programas de forestación, la protección de quebradas y ríos con sistemas de protección de riberas (riparian buffer), para reducir la contaminación de los acuíferos frente a productos químicos y orgánicos generados de actividades agropecuarias y domiciliarias, y reducir la sedimentación producto de arrastre de suelos por prácticas agrícolas y forestales.

- Accesibilidad

En cuanto a la accesibilidad para llegar a los predios, la situación es dispar entre las comunas consideradas. Un 65,0% de los predios disponen de acceso permanente con camino de ripio o asfalto, y en algunas comunas como El Carmen y Melipeuco existen problemas de accesibilidad por contar con caminos de tierra. Por el contrario, en la comuna de Los Álamos, todas las casas se encuentran a orilla de camino y se accede en un 71% de estas a través de un camino con carpeta de ripio con más de 3 m de ancho, y al 29% restante a través de camino asfaltado (Cuadro N° 12).

INFOR

Cuadro N° 12
ACCESIBILIDAD PREDIAL

Accesibilidad Predial	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
a) asfalto	11,1	28,6	0,0	13,2	25,0	0,0	0,0	8,3	**10,8**
b) ripio mas de 3 m	66,7	71,4	0,0	46,0	58,3	20,0	83,3	53,9	**50,0**
c) ripio menos de 3 m	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	16,7	8,3	**4,2**
d) tierra mas de 3 c/a	0,0	0,0	90,9	30,3	8,3	80,0	0,0	29,4	**29,9**
e) tierra mas de 3 s/a	0,0	0,0	9,1	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,5**
f) tierra menos de 3 m c/a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
g) tierra menos de 3 s/a	22,2	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,7**

- Ingresos

El 83,7% de los propietarios obtienen sus ingresos principalmente del campo. Otra fuente de ingreso importante es el trabajo fuera del campo, donde se considera labores como asalariados, lo cual es importante en comunas de la Región de La Araucanía con un 34,9%. En el origen otros, con un 13,7% de participación en los ingresos, figuran pensiones, trabajos asalariados de sus conyugues, o ingresos de talleres artesanales y otros. En las comunas de Los Álamos, Los Sauces y Teodoro Schmidt este ingreso adicional es importante al ayudar sustancialmente en los ingresos totales (Cuadro N° 13).

Cuadro N° 13
ORIGEN DE LOS INGRESOS FAMILIARES

Origen Ingresos	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T. Schmidt	Promedio	
Campo	92,7	78,2	82,6	84,5	100,0	48,5	100,0	82,8	**83,7**
Trabajos Fuera del Campo	1,8	0,0	17,4	6,4	33,3	46,4	25,0	34,9	**20,7**
Otros	5,5	21,8	0,0	9,1	25,0	5,1	25,0	18,4	**13,7**

Los ingresos medios de las familias del campo, incluyendo todos los ingresos tanto del campo como otros, corresponden a $ 175.331 al mes por propietario, con una alta proporción (cerca del 38%) con ingresos mensuales bajo los 100 mil pesos. El rango de ingresos del campo fluctúa entre $21 mil y hasta más de $500.000/mes, considerando algunos casos en la comuna de Los Álamos con ingresos superiores a 1 millón por mes. Ingresos obtenidos fuera del campo corresponden al 17,8% (Cuadro N° 14).

INFOR

Cuadro N° 14
INGRESOS MENSUALES POR COMUNA Y REGIÓN

Ingresos Mensuales Grupo Familiar ($)	Bio Bio (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T. Schmidt	Promedio	
0 - 100 mil	50.0	21.4	88,9	53,4	16,7	40,0	8,3	21,7	**37,6**
101 - 200 mil	37,5	21,4	0,0	19.6	50.0	20.0	41,7	37.2	**28,4**
201 - 300 mil	12,5	21,4	11,1	15,0	25,0	40,0	16,7	27,2	**21,1**
300 - 500 mil	0,0	14,3	0,0	4,8	0,0	0,0	25.0	8.3	**6,5**
> 500 mil	0.0	21,4	0,0	7,1	8,3	0,0	8.3	5,6	**6,3**

Uso Silvoagropecuario de la Tierra

A continuación se exponen los principales usos de la tierra en la pequeña propiedad silvoagropecuaria, en las comunas consideradas en el Programa Desarrollo Agroforestal.

- Cultivos Agrícolas

Los usos agrícolas más importantes en estas dos regiones son pradera natural con un 81,6%, papas con un 66,1%, hortalizas con un 68,1%, y trigo con un 34,9%, lo cual está en relación con la capacidad de uso de los suelos y el clima, y con la dieta alimenticia de las familias rurales de estas regiones. Las hortalizas se relacionan especialmente con las huertas caseras y con el trabajo de la mujer, de donde los propietarios obtienen vegetales para su alimento diario, como lechugas, tomates, arvejas, habas y otros. Uso importante son las praderas, especialmente las naturales, para alimento del ganado domestico (Cuadro N° 15), el que se practica principalmente en suelos de aptitud forestal y ganadera.

Cuadro N° 15
FRECUENCIA POR TIPO DE CULTIVO AGRÍCOLA

Cultivos Agricolas	Bio Bio (N°)				La Araucania (N°)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Papa	42,8	85.7	100,0	76.2	41,7	60.0	66.7	56.1	**66,1**
Trigo	14,2	92,9	100,0	38,1	33,3	20,0	41,7	31,7	**34,9**
Hortalizas	85.7	42,9	0.0	42,9	100,0	80,0	100,0	93,3	**68,1**
Avena	14.3	28.6	90.9	35,1	25,0	20,0	41,7	28,9	**32,0**
Flores	14,3	0,0	0,0	4.8	0.0	0,0	0.0	0,0	**2,4**
Pradera artif.	28.6	14 3	9.1	12,6	25,0	40,0	8,3	24,4	**18,5**
Pradera nat.	71,4	100.0	100,0	90,5	83,3	60.0	75,0	72.8	**81,6**

INFOR

- Animales Domésticos y Apicultura:

Cada propietario posee en promedio 11,1 vacunos (mínimo 6 y máximo 17), 0,8 equinos (mínimo 0 y máximo 2), 5,0 porcinos (mínimo 1 y máximo 20), 6,3 ovinos (mínimo 0 y máximo 23), figurando sólo en la Comuna de El Carmen caprinos con 5 unidades por familia (Cuadro N° 16). El 100% de los productores declaran tener aves de gallinero, las cuales son principalmente para consumo propio y producción de huevos.

Cuadro N° 16
ANIMALES DOMÉSTICOS POR PROPIETARIO

Animales domésticos	Bío Bío (Nº)				La Araucanía (Nº)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Vacunos	6	15	11	11	8	17	10	12	**11,1**
Equinos	1	1	2	1	0	1	0	0	**0,8**
Porcinos	1	5	2	3	20	1	1	7	**5,0**
Ovinos	1	0	23	8	3	8	3	5	**6,3**
Caprinos	0	0	5	2	0	0	0	0	**0,9**
Aves	8	15	8	10	112	4	17	44	**27,3**

Con respecto a la apicultura la situación es dispar, ya que en promedio sólo el 23% declaran poseer panales de abeja, pero existen algunas comunas, como Hualqui y Teodoro Schmidt, donde esta producción es importante alcanzando un 44 y 33%, respectivamente. Esto se puede deber a que en estas comunas existe una mayor presencia de bosque nativo y otro tipo de flora melífera, como aromos y flores silvestres (Cuadro N° 17).

Cuadro N° 17
APICULTURA EN LA PROPIEDAD RURAL

Apicultura	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Si	44,4	14,3	28,6	29,1	16,7	0,0	33,3	16,7	**22,9**
No	55,6	85,7	71,4	70,9	83,3	100,0	66,7	83,3	**77,1**

- Uso Forestal

Con relación al tipo de recursos forestales en la pequeña propiedad, estos son:

Un 63,9% de los propietarios tienen plantaciones forestales. Destacan las Comunas de El Carmen y Teodoro Schmidt por la presencia de plantaciones con fines agroforestales, producto de trabajos realizados por INFOR en conjunto con los equipos PRODESAL en temporadas anteriores. También se destaca el uso de cortinas cortavientos en la Comuna

INFOR

de Los Álamos, que es otra forma de uso agroforestal. Esta opción agroforestal nace por la ocurrencia de fuertes vientos en la zona, protegiendo con estas cortinas vegetales la producción agrícola (Cuadro N° 18).

Cuadro N° 18
PLANTACIONES FORESTALES EN LA PEQUEÑA PROPIEDAD

Plantaciones Forestales	Bío Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Plantación forestal	77,8	57,14	66,7	67,20	83,3	40,0	58,3	60,6	**63,9**
Cortinas forestales	11,1	35,71	0,0	15,61	0,0	0,0	16,7	5,6	**10,6**
Plantac. Agroforestal	0,0	0,00	83,3	27,78	0,0	0,0	33,3	11,1	**19,4**
No tiene	22,2	35,71	33,3	30,42	33,3	60,0	33,3	42,2	**36,3**

Las especies forestales de uso más frecuente en la pequeña propiedad rural son el pino radiata (36,9%) y eucalipto (51,5%), ya sea E. globulus o E. nitens (Cuadro N° 19). Interesante es la presencia de castaño en las Comunas de El Carmen, Melipeuco y Teodoro Schmidt, producto de proyectos de investigación y desarrollo realizados por INFOR y CONAF en temporadas pasadas, los que se realizaron con el apoyo de programas de desarrollo local de las comunas referidas, que han difundido las bondades de esta especie por su producción frutal y forestal.

Cuadro N° 19
ESPECIES FORESTALES MAS USADAS

Especies Forestales Usadas	Bío Bío (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Pino	55,6	57,1	22,2	45,0	33,3	20,0	33,3	28,9	36,9
Eucalipto	66,7	100,0	22,2	63,0	66,7	20,0	33,3	40,0	51,5
Castaño	0,0	0,0	33,3	11,1	8,3	20,0	16,7	15,0	13,1
Pino oregon	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	16,7	12,2	6,1
Alamo	0,0	0,0	11,1	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Otras	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	33,3	13,9	6,9

Un 51,4% de los propietarios declaran tener bosque nativo, destacándose las Comunas de El Carmen, Melipeuco y Teodoro Schmidt, dado que las dos primeras están ubicadas en la Precordillera de Los Andes, y en la Cordillera de la Costa de la Región de la Araucania la tercera, donde existe una mayor presencia de este recurso natural (Cuadro N° 20).

INFOR

Cuadro N° 20
BOSQUE NATIVO

Tenencia Bosque Nativo	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Alamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T Schmidt	Promedio	
SI	44,4	30,8	90,0	55,1	8,3	60,0	75,0	47,8	51,4
NO	55,6	69,2	10,0	44,9	91,7	40,0	25,0	52,2	48,6

Herramientas e Implementos para la Agricultura

Los implementos de trabajo silvoagropecuarios más relevantes que poseen estos agricultores son: El 67 % es dueño de un caballo o yunta de bueyes, que usan como tracción animal para el trabajo en el campo o como medio de transporte; entre 76 y 89 % tiene herramientas básicas como hacha, rozón, hechona y otros; un 66,6 % tiene arado que es fundamental para el laboreo del suelo; un 50,0% tiene vehiculo para movilizarse, lo cual les permite mejorar su gestión de negocios, y un 66,6% tiene motosierra. Interesante es el alto uso de bombas de agua (20-88,9%), tanto para regadio como para llevar el agua al hogar (Cuadro N° 21).

Cuadro N° 21
TENENCIA DE IMPLEMENTOS PARA LA AGRICULTURA

IMPLEMENTOS DE TRABAJO AGRICOLA	Bio Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio Comunas
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
TRACTOR	0,0	17,0	9,1	8,7	0,0	0,0	25,0	8,3	**8,5**
ARADO	66,7	58,0	90,0	71,6	41,7	60,0	83,3	61,7	**66,6**
CABALLO O BUEY	55,6	83,0	100,0	79,5	33,3	80,0	50,0	54,4	**67,0**
MOTOSIERRA	66,7	42,0	90,9	66,5	41,7	100,0	58,3	66,7	**66,6**
BANCO ASERR	11,1	8,0	0,0	6,4	0,0	0,0	16,7	5,6	**6,0**
ROZÓN	77,8	33,0	100,0	70,3	91,7	80,0	91,7	87,8	**79,0**
HECHONA	77,8	33,0	100,0	70,3	91,7	80,0	75,0	82,2	**76,2**
HACHA	77,8	75,0	100,0	84,3	91,7	100,0	91,7	94,4	**89,4**
VEHICULO	55,6	58,0	18,2	43,9	33,3	60,0	75,0	56,1	**50,0**
HORNO CARB.	0,0	0,0	28,6	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,8**
BOMBA AGUA	88,9	58,0	55,6	67,5	66,7	20,0	50,0	45,6	**56,5**

Existencia y Potencialidad de Plantaciones Forestales - Agroforestales y Bosque Nativo en la Propiedad Agrícola

- Disposición para Establecer Forestación

Del total de los propietarios entrevistados, que han participado en charlas agroforestales

INFOR

y actividades de capacitación producto del Programa de Desarrollo Agroforestal, un 93,1% están dispuestos a establecer algún modelo agroforestal en sus predios, y sólo un 27,5% una plantación forestal tradicional. Esta diferencia radica en la poca aceptación para establecer plantaciones a densidades altas, sólo con fines madereros, dado que se percibe que esto originará una disminución en la capacidad de producción agropecuaria, lo cual es su principal fuente de ingreso (Cuadro N° 22).

Cuadro N° 22
DISPOSICIÓN A FORESTAR Y/O MANEJAR BOSQUES Y PLANTACIONES

Disposición a Forestar o Manejar Bosques	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Forestación Agroforestal	100,0	100,0	100,0	100,0	91,7	100,0	66,7	86,1	**93,1**
Forestación Plantación Tradicional	22,2	42,9	50,0	38,4	25,0	0,0	25,0	16,7	**27,5**
Manejar Plantaciones	88,9	35,7	83,3	69,3	8,3	20,0	0,0	9,4	**39,4**
Maneja BN	33,3	21,4	75,0	43,3	0,0	20,0	16,7	12,2	**27,7**

También se menciona como necesidad, con un 39,4% de los propietarios, el requerimiento de ayuda para manejar sus plantaciones forestales existentes. Con respecto a propietarios con bosque nativo, entre un 0 y 89% requieren ayuda en manejo de estos bosques naturales, dependiendo de las comunas y presencia de este recurso.

- Problemas Detectados para Forestar o Manejar Bosques

Dentro de los problemas detectados para establecer plantaciones agroforestales o tradicionales, los propietarios mencionan la falta de financiamiento, con un 47,9%, y la pequeña superficie predial que les impide destinar terrenos para forestar, con un alto porcentaje (97,2%) en la Región de La araucanía. Otros aspectos son no saber cómo hacerlo por falta de informacion tecnológica, con un 25,7%, y que no puede hacerlo solo, con un 20,8%. Este último problema se relaciona con la avanzada edad de algunos propietarios, principalmente en el caso de las mujeres. También mencionan problemas de escasez de mano de obra, falta de capacitación y de malos accesos a la propiedad o terrenos (Cuadro N° 23).

INFOR

Cuadro N° 23
PROBLEMAS DETECTADOS PARA ESTABLECER MODELOS AGROFORESTALES

Problemas para forestar	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Falta de financiamiento	25,0	66.7	87,5	59,7	0,0	100,0	8,3	36,1	**47,9**
Escasez de mano de obra	12,5	33,3	62,5	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**18,1**
No puede hacerlo solo por Edad o Genero, u otro	25,0	33,3	37,5	31,9	0,0	0,0	0,0	0,0	**16,0**
No sabe como hacerlo (Falta de tecnología)	50,0	33,3	62,5	48,6	0,0	0,0	8,3	2,8	**25,7**
No puede hacerlo sólo	62,5	16,7	37,5	38,9	8,3	0,0	0,0	2,8	**20,8**
Está muy endeudado para entrar a nuevas inversiones	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,1**
Problemas legales propiedad tierra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Ausencia de poderes compradores	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Lejanía de los poderes compradores	12,5	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,1**
Precios de venta muy bajos de los productos que podría producir	0,0	16,7	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,8**
Malos accesos al bosque	12,5	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,1**
Costo de transporte muy alto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Calidad del bosque	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Superficie muy pequeña				0,0	91,7	100,0	100,0	97,2	**48,6**
Otros	0,0	16,7	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,8**

- Beneficios de la implementación de proyectos agroforestales

En relación a los beneficios que los productores identifican sobre el establecimiento de proyectos agroforestales en sus predios, destacan entre otros que mejoran los ingresos familiares con un 81,8%, junto con mejorar la calidad de vida (57,7%); que aumentan la productividad del predio y controlan la erosión con un 50,5%, y luego que aseguran el

INFOR

abastecimiento energético con un 41,3%, lo que se relaciona con la necesidad de energía para calefacción y alimentación, y con los beneficios que obtienen de los árboles. También se indican aspectos como la incorporación de fuente de trabajo y la conservación de recursos naturales como opciones interesantes (Cuadro N° 24).

Cuadro N° 24
BENEFICIOS DE ESTABLECER MODELOS AGROFORESTALES

Beneficios establecimiento modelos agroforestales	Bio Bio (%)				La Araucania (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Mejorar los ingresos del grupo familiar	55,6	71,4	88,9	72,0	100,0	100,0	75,0	91,7	**81,8**
Incorporar una nueva fuente de trabajo	77,8	28,6	66,7	57,7	0,0	0,0	75,0	25,0	**41,3**
Aumentar la productividad del predio	88,9	57,1	88,9	78,3	8,3	60,0	0,0	22,8	**50,5**
Asegurar la conservación de la tierra, agua y otros recursos	33,3	71,4	55,6	53,4	33,3	0,0	0,0	2,8	**28,1**
Evitar migraciones del grupo familiar	0,0	28,6	44,4	24,3	0,0	0,0	25,0	19,4	**21,9**
Controlar erosión	88,9	71,4	44,4	68,3	41,7	40,0	25,0	32,8	**50,5**
Asegurar el abastecimiento energético del hogar	88,9	100,0	22,2	70,4	33,3	20,0	0,0	17,8	**44,1**
Mejorar Calidad de vida	55,6	85,7	66,7	69,3	0,0	80,0	16,7	46,1	**57,7**
Mejora en el Bosque	11,1	42,9	0,0	18,0	0,0	0,0	8,3	13,9	**15,9**
Otros		28,6	0,0	9,5	33,3	0,0	0,0	11,1	**10,3**

Mercado y Comercialización de Productos Silvoagropecuarios

- Mercado y Comercialización

En términos generales la producción maderera, producto de plantaciones forestales, es baja, dado que en los predios encuestados la edad de las plantaciones fluctúa entre 2 a 6 años. En promedio sólo entre el 7 a 33% de los propietarios ha realizado alguna venta de productos forestales a terceros, con productos de bajo valor como madera para pulpa, leña y carbón. Sólo en el caso de Los Álamos se realizó alguna venta de trozos para aserradero (Cuadro N° 25).

INFOR

Cuadro N° 25
PRODUCTOS OBTENIDOS DE PLANTACIONES FORESTALES

Productos de plantaciones forestales	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Trozo para aserradero	0,0	7,1	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,2**
Pulpa	22,2	14,3	12,5	16,3	33,3	20,0	8,3	20,6	**18,4**
Estacas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
Leña	66,7	0,0	0,0	22,2	33,3	20,0	16,7	23,3	**22,8**
Carbón	33,3	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**5,6**

El bosque nativo en tanto, en estas comunas se le destina principalmente a la producción de leña y estacas. Otros usos no mencionados en la encuesta, pero detectados en conversaciones con productores, son el uso para mantención de animales dentro del bosque y protección de aguadas y suelos (Cuadro N° 26).

Cuadro N° 26
PRODUCTOS OBTENIDOS DEL BOSQUE NATIVO

Productos del Bosque Nativo	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Trozo aserradero	0,0	21,4	0,0	7,1	0,0	0,0	25,0	8,3	**7,7**
Pulpa	0,0	21,4	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,6**
Estacas	10,0	28,6	80,0	39,5	0,0	20,0	8,3	9,4	**24,5**
Leña	15,0	21,4	100,0	45,5	0,0	20,0	33,3	17,8	**31,6**
Carbón	10,0	0,0	27,3	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	**6,2**

Respecto del aprovechamiento de Productos Forestales No Madereros (PFNM), sólo un 21% de los encuestados declaró producción y ventas de estos productos, siendo la comuna con más actividad en esta área, la Comuna de Hualqui. Los productos de mayor importancia corresponden a hongos (8,9%), flores (8,4%), miel (7,6%), frutos de avellana (4,2%) y otros frutos como rosa mosqueta (1,9%) y castaña (2,1%), (Cuadro N° 27).

Cuadro 27
PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM)

Productos FNM	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Avellana	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	8,3	**4,2**
Rosa Mosqueta	11,1	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,9**
Flores	22,2	0,0	0,0	7,4	0,0	20,0	8,3	9,4	**8,4**
Hongos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	33,3	17,8	**8,9**
Miel	22,2	11,1	12,1	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**7,6**
Castaña	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,1**
Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**

En materia de producción agrícola, los principales productos, tanto para venta como para consumo, son el ganado doméstico relacionado con las praderas naturales mencionado anteriormente, luego la producción de papas, trigo y avena, como producto forrajero para los animales. También resultan interesantes las hortalizas, especialmente en Hualqui, Los Álamos y Los Sauces (Cuadro N° 28).

Cuadro N° 28
PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Productos Agricolas	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Papa	60,0	86,0	100,0	82,0	50,0	60,0	66,7	58,9	**70,4**
Trigo	20,0	93,0	85,7	66,2	50,0	20,0	58,3	42,8	**54,5**
Avena	0,0	36,0	57,1	31,0	16,7	40,0	50,0	35,6	**33,3**
Hortalizas (porotos, Lechugas, etc.)	60,0	43,0	0,0	34,3	41,7	0,0	16,7	19,4	**26,9**
Pradera Artificial	60,0	14,3	0,0	20,0	16,7	0,0	16,7	11,1	**15,6**
Pradera Natural	100,0	92,9	71,4	88,1	100,0	60,0	100,0	86,7	**87,4**
Otros	40,0	0,0	0,0	13,3	16,7	40,0	25,0	27,2	**20,3**

Programas y Proyectos de Apoyo a la Producción Silvoagropecuaria

Dadas la característica de los productores encuestados, que corresponden a pequeños propietarios agrícolas pertenecientes a programas PRODESAL, la totalidad de ellos utilizan instrumentos de fomento productivos relacionados con el Ministerio de Agricultura. El 34,4 % de los propietarios ha ocupado el D.L.701 de Fomento Forestal para realizar plantaciones forestales, siendo la Comuna de Hualqui la que menos ha usado este instrumento, y el 72,4% ha usado el programa de recuperación de suelos degradados SIRSD. Si bien conocen otros programas a través del PRODESAL, como los SAT (Sistema de Asesoría Técnica) y PDI (Programa de Desarrollo de Inversiones) de INDAP, o la ley de riego, su uso ha sido escaso. Esto se relaciona con la categoría de pequeño propietario, relacionado con programas PRODESAL, los cuales son los que tienen menos recursos y no tienen facilidades para optar a otros programas de

INFOR

fomento donde se les exige una mayor inversión. Como se ha indicado anteriormente, la gran mayoria de propietarios participantes de este programa son propietarios asistidos por PRODESAL, lo cual se relaciona con la alta mención de este programa por los propietarios encuestados (Cuadro N° 29).

Cuadro N° 29
PROGRAMA DE FOMENTO O APOYO UTILIZADOS

Programa Fomento Ocupado	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
DL.701	11,1	50,0	30,0	30,4	41,7	40,0	33,3	38,3	**34,4**
SIRSD	77,8	100,0	100,0	92,6	50,0	40,0	66,7	52,2	**72,4**
PDI	44,4	12,5	0,0	19,0	0,0	20,0	8,3	9,4	**14,2**
SAT	22,2	0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,7**
Prodesal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	60,0	66,7	75,6	**87,8**
Riego	0,0	12,5	0,0	4,2	0,0	0,0	16,7	5,6	**4,9**
Otros	0,0	12,5	0,0	4,2	100,0	60,0	83,3	81,1	**42,6**

Capacitación y Medios de Información Utilizados

Las capacitaciones que han recibido los agricultores son muy diversas y complementarias a su labor de agricultor. Estas han incluido los temas agrícolas, hortalizas, manejo y sanidad animal, suelos, riego, manejo forestal en general a través de charlas de CONAF e INFOR, apicultura y praderas. El énfasis se encuentra en la parte relacionada con los cultivos agrícolas, manejo animal y hortalizas. Los PRODESAL comunales han tenido un rol protagónico en la coordinación, dictación de charlas y capacitación (Cuadro N° 30).

Cuadro N° 30
CAPACITACIONES RECIBIDAS

Capacitaciones recibidas	Bio Bio (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Cultivos agricolas, hortalizas	55,6	50,0	60,0	55,2	8,3	60,0	25,0	31,1	**43,1**
Praderas	11,1	7,1	40,0	19,4	0,0	20,0	0,0	6,7	**13,0**
Riego	11,1	14,3	0,0	8,5	8,3	20,0	0,0	9,4	**9,0**
Forestal en General	44,4	21,4	60,0	42,0	16,7	20,0	25,0	20,6	**31,3**
Manejo y sanidad animal	22,2	28,6	40,0	30,3	25,0	60,0	41,7	42,2	**36,2**
Suelos	44,4	28,6	50,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**20,5**
Otras (avicultura, gestion, BPA, apicultura)	22,2	28,6	30,0	26,9	16,7	0,0	25,0	13,9	**20,4**

El 90% de los propietarios encuestados y que trabajaron en el Programa Desarrollo

INFOR

Agroforestal, indicaron que requieren capacitación y asistencia técnica para el establecimiento y manejo de los modelos agroforestales a instalar y su seguimiento posterior. Otro aspecto que se destaca es el apoyo en la creación de praderas y su manejo en sistemas silvopastorales (Cuadro N° 31).

Cuadro N° 31
NECESIDADES DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

Listado de demandas de capacitación y asistencia técnica detectadas	Interés (%)
Manejo agroforestal.	83,3
Protección	16,7
Establecimiento	83,3
Pradera y manejo posterior	66,7
BPAF	33,3
Mantención y manejo agroforestal	83,3

Para estos propietarios es fundamental que se continúe con acciones de asistencia técnica, para asegurar un adecuado manejo y mantención de los modelos agroforestales establecidos entre agosto y septiembre 2008, para así no perder el esfuerzo realizado, y obtener plantaciones agroforestales de buena calidad.

El 85,2% de los propietarios reciben informacion tecnológica y productiva a través de programas de apoyo municipales, como PRODESAL-PRODER (Programa de Desarrollo Rural), dado que tienen reuniones periódicas como grupos asociados. Los otros medios importantes son la radio con un 59,3%, y la televisión con un 60,1%. Es interesante también la recepción de información a través de organizaciones civiles, como juntas de vecinos, en especial en las comunas de la Región de La Araucanía.

Cuadro N° 32
MEDIOS DE RECEPCIÓN DE INFORMACION TÉCNICA O FOMENTO

Medio Información Principal Técnica y Programas Fomento	Bío Bío (%)				La Araucanía (%)				Promedio
	Hualqui	Los Álamos	El Carmen	Promedio	Los Sauces	Melipeuco	T.Schmidt	Promedio	
Prodesal-Proder	88,9	100,0	87,5	92,1	100,0	60,0	75,0	78,3	**85,2**
INDAP	11,1	40,0	37,5	29,5	0,0	20,0	25,0	15,0	**22,3**
CONAF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
SAG	22,2	10,0	0,0	10,7	0,0	0,0	16,7	5,6	**8,1**
Radio	0,0	30,0	87,5	39,2	75,0	80,0	83,3	79,4	**59,3**
Diario	0,0	10,0	25,0	11,7	33,3	0,0	58,3	30,6	**21,1**
TV		60,0	37,5	32,5	83,3	80,0	100,0	87,8	**60,1**
Otros (Junta Vecinos, etc.)	11,1	10,0	50,0	23,7	91,7	100,0	100,0	97,2	**60,5**

INFOR

Implementación de Mejores Prácticas

Un aspecto que se ha abordado con intensidad durante los últimos años por los servicios del Ministerio de Agricultura, como INFOR, SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) e INDAP, son las buenas practicas agrícolas, relacionado con las exigencias internacionales de mejorar los aspectos ambientales aplicados en las prácticas silvoagropecuarias. El 47,3% de los propietarios sabe lo que significa la implementación de buenas prácticas, tanto de la parte agropecuaria como forestal, pero sólo el 43,9% las ha implementado y relacionado principalmente con los aspectos agrícolas y pecuarios. La Comuna con mayor implementación es Hualqui seguida de Teodoro Schmidt y Los Álamos.

Cuadro N° 33
IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGROFORESTALES

Comuna	Buenas Practicas Agroforestales			
	Conoce (%)		Implementado (%)	
	SI	NO	SI	NO
Hualqui	100,0	0,0	87,5	12,5
Los Alamos	55,6	44,4	55,6	44,4
El Carmen	25	75,0	25	75,0
Los Sauces	16,7	83,3	16,7	83,3
Melipeuco	20,0	80,0	20,0	80,0
T Schmidt	66,7	33,3	58,3	41,7
Promedio	47,3	52,7	43,9	56,2

CONCLUSIONES

En cuanto a las características generales de la población rural en las comunas estudiadas, se observa un envejecimiento de la población rural con un 71,6% de ella con edades entre los 51 y 80 años; un 67,1% tienen educación básica incompleta a básica completa; el 54,4% de los propietarios son mujeres y el 66,4 % de ellos han vivido más de 20 años en el predio. Lo anterior condiciona la metodología de trabajo con estos productores, ya que por su edad y educación especialmente, es un grupo poco proclive al cambio, en especial a nuevas formas de trabajo, nuevas propuestas innovativas y nuevos productos silvoagropecuarios. También son personas a las que se les debe atender con una metodología de capacitación y/o transferencia tecnológica más práctica que teórica, con mucha demostración de método, y con documentos divulgativos simples, con figuras y fotos que demuestren lo que se les desea explicar, y con poco texto.

El 80% de los predios tienen entre 1 y 20 ha; el 92,9% usan electricidad como forma para iluminar sus hogares, el 90,3 y 83,3% usan leña para calefacción y cocimiento de alimentos, respectivamente, y el 98,8% usan agua no potable para uso domestico. Lo anterior indica la importancia de la utilización de especies arbóreas y arbustivas con un valor energético, junto con especies apropiadas para la protección y recuperación de cursos de agua.

INFOR

En cuanto a los ingresos, el 83,7 de estos provienen del trabajo realizado en sus propiedades rurales, obteniendo el 87,1% ingresos menores a los 300 mil pesos mensuales, con un ingreso promedio de $175.331. La incorporación de árboles a través de una ordenación agroforestal, puede contribuir a incrementar estos ingresos, tanto por lo productos maderables que se generan, como por el aumento de la productividad agropecuaria por la protección otorgada por las especies arbóreas.

Los principales productos agrícolas que producen en sus tierras son papas, trigo y hortalizas, y praderas naturales para la alimentación del ganado domestico. Las aves, vacunos y ovinos constituyen el principal tipo de animales domésticos presentes en los predios.

En cuanto al uso forestal, un 63,9% de los propietarios tienen plantaciones forestales y l eucalipto y pino radiata son las principales especies usadas para plantaciones, y secundariamente participa el castaño. Un 51,4% tienen bosque nativo, siendo las Comunas de El Carmen en la Región del Bío Bío, y Teodoro Schmidt en La Araucanía, las que poseen más de este recurso natural.

De los resultados obtenidos se puede concluir que un 93,1 % de los propietarios están dispuestos a establecer modelos agroforestales en sus predios, pero sólo un 27,5 % con plantaciones tradicionales monoéspecificas a alta densidad. La baja disposición a forestar en la forma tradicional, esta relacionado con la visión de competencia que se percibe entre el uso forestal y agrícola, por la escasa superficie disponible, y por la percepción de una reducción de la productividad agrícola por efecto de la forestación. Una visión contraria se percibe por los agricultores al forestar con un ordenamiento agroforestal, dado que se aprecia que de esta forma se aumenta la productividad predial, junto con un aumento en la sustentabilidad de la producción.

Los problemas mas frecuentes que les impiden establecer árboles en sus campos son la baja superficie predial, la falta de financiamiento, el no saber como hacerlo, y el no poder forestar por si solos, con una mención relativa del problema de un 48,6; 47,9; 25,7 y 20,8 %, respectivamente.

Algunos beneficios que se indican para establecer proyectos de forestación con modelos agroforestales son el mejorar los ingresos del grupo familiar, mejorar la calidad de vida, aumentar la productividad predial, controlar la erosión, y asegurar el abastecimiento energético del hogar, con una mención relativa del problema de un 81,8; 57,7; 50,5; 50,5 y 44,1 %, respectivamente.

INFOR

REFERENCIAS

Arnold, J. E., M., 1983. Economic considerations in agroforestry projects. Agrofor.Syst. 1:229-311.

Combe, J., 1982. Agroforestry techniques in tropical countries: potential and limitations. Agrofor. Syst. 1: 13-27.

INDAP, 2009. Programa de desarrollo Local (PRODESAL). Disponible en: http://www.indap.gob.cl/prodesal/, diciembre 2009.

INFOR, 2007. Superficie de plantaciones forestales, Regiones de Coquimbo a Aysén. Informe Técnico Nº 174, Instituto Forestal, Chile, Diciembre 2007.

INFOR, 2008. Anuario Forestal 2008. Boletín Estadístico Nº 121. Instituto Forestal, Santiago, Chile.

Longhurst, W. M., 1983. Wildlife interactions with domestic animals and forests. In: Foothills for Food anf Forest. Ed. by Hannaway D.B. Oregon State Univ. Timber Press, Beaverton, Oregon. pp. 309-320.

Murgeitio, E., 2009. Aspectos relacionados con la sustentabilidad social y ambiental de los sistemas silvopastoriles en América tropical. En: Actas del 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp. 66-69.

Sotomayor, A., 1989. Sistemas silvopastorales y su manejo. Documento Técnico Nº 42. Revista Chile Forestal, Diciembre 1989. CONAF. 8p.

Sotomayor, A., 1990. Sistemas silvopastorales y su manejo. Chile Agrícola 157:203-206.

Sotomayor, A., Garcia E., Gonzalez M., Lucero A. y Vargas V., 2007. Modelos agroforestales: Sistema productivo integrado para una agricultura sustentable. Instituto Forestal, Concepcion, Chile

Sotomayor, A., 2009a. Manejo silvopastoral con *Pinus contorta* Doug.ex.Loud. como alternativa productiva sustentable para propietarios ganaderos en la Región de Aysén, Chile. Tesis Doctoral presentada a la Universidad de Córdoba, como requisito para optar al Titulo de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

Sotomayor, A., 2009b. Sistemas silvopastorales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura en Chile. En: Actas del 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp.26-47.

Teuber, O. y Ganderatz, S., 2009. Características geográficas y edafoclimáticas de la Región de Aysén. En: Sistemas Agroforestales para la Región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo. pp: 85-128. Ed: Teuber O. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal. Coyhaique, Chile.

Torres, F., 1983. Role of woody perennials in animal agroforestry. Agrofor. Syst. 1:131-163

INFOR

INFOR

APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO REDUCIDO EXPERIENCIAS EN LA INVESTIGACIÓN Y LA CAPACITACIÓN EN OPERACIONES FORESTALES EN CUBA

Dr. Fidel Cándano Acosta.
Universidad de Pinar del Río, Cuba. fcandano@af.upr.edu.cu

RESUMEN

El trabajo presenta una retrospectiva de las acciones realizadas en la investigación y la capacitación en el aprovechamiento de los bosques en Cuba. Investigaciones dirigidas a lograr un aprovechamiento sostenible, tales como: Desarrollo de un Software para realizar análisis de la eficiencia económica de los sistemas de cosecha y optimización de los costos en base a una densidad de caminos; Uso de sistemas de Información geográfica y algoritmos de programación matemática; Aplicación de iniciativas para reducir los daños en la construcción de viales y disminución de los parámetros constructivos de los caminos; Evaluación de daños provocados al ecosistema forestal por las operaciones de aprovechamiento de madera, evaluación de los daños a la regeneración natural y a los árboles remanentes; Evaluación de los desperdicios de madera, evaluación de las pérdidas en el corte de madera por la altura inadecuada de los tocones, desperdicios en el troceado y desperdicios en el desrame; Análisis de indicadores ergonómicos en el corte de madera con motosierra, evaluación de alternativas para disminuir los efectos negativos sobre los obreros en esta operación; Planificación del Aprovechamiento Forestal en entidades productivas aplicando los principios del Manejo Forestal Sostenible; Confección del plan estratégico de aprovechamiento a partir de la planificación global de la empresa; y Confección de planes operativos.

Con los resultados de las experiencias nacionales e internacionales se ha diseñado una estrategia de capacitación que involucra la dirección nacional forestal, instituciones de investigaciones, empresas forestales y la universidad como la ejecutora directa de la capacitación. Se han programado cursos a diferentes niveles, para gerentes y funcionarios de la política forestal, para técnicos vinculados con el aprovechamiento forestal y para obreros directamente ejecutores de las operaciones. En la actualidad se trabaja en la confección del Código Modelo para el Aprovechamiento Forestal en Cuba.

Palabras claves: Aprovechamiento forestal, Investigación y capacitación.

INFOR

FOREST HARVESTING OF REDUCED IMPACT EXPERIENCES IN THE INVESTIGATION AND THE TRAINING IN FOREST OPERATIONS IN CUBA

SUMMARY

The work presents a retrospective of the actions carried out in the investigation and the training in the use of the forests in Cuba. Investigations directed to achieve a sustainable use, such as; Development of a software to carry out analysis of the economic efficiency of the harvest systems and optimization of the costs based on a density of road; The use of systems of geographical information and algorithms of mathematical programming; Application of initiatives to reduce the damages in the construction of road density to decrease the constructive parameters of the roads; Evaluation of provoked damages to the forest ecosystem caused by forest operations, evaluation of the damages to the natural regeneration and the trees remainders; Evaluation of the wooden waste, evaluation of the losses in the wooden cut because of inadequate height of the stumps, the waste in the crosscutting and waste in the delimbing; Analysis of ergonomic indicators in the wooden cut with power saw, evaluation of alternatives to diminish the negative effects on the workers in this operation; Planning of the forest operations in productive entities applying the principles of the sustainable forest management; Elaboration of strategic plan for a better harvest based on the global planning of the company; and Elaboration of operative plans.

With the results of the national and international experiences, a training strategy, that involves the National Forest Service, institutions of investigations, forest companies and the University leading the training, has been designed. Courses have been programmed at different levels, for managers and executives dealing with forest policy, for technicians linked to the forest use and for workers directly involved in the operations. At the present time authors are involved in designing a model code for the forest harvest in Cuba.

Key words: Forest Harvesting, Investigation and Training.

INFOR

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los bosques desempeña un papel importante en las diferentes regiones del mundo, no solo por los beneficios económicos para las personas vinculadas con el sector, también es muy apreciada la diversidad de usos de un recurso renovable enmarcado en ecosistemas con funciones protectoras, de conservación de la biodiversidad y valores recreativos insustituibles.

Es importante destacar el alcance de la sostenibilidad, la interacción entre los diferentes factores que abarca este término. Para que haya sostenibilidad tiene que haber gestión sostenible de los recursos naturales, tiene que haber agricultura sostenible, tiene que haber ciudades sostenibles, tiene que existir ciencia y tecnología sostenible, tiene que haber relaciones sociales sostenibles y tiene que haber integración regional sostenible.

En el caso propio del manejo de bosques un grupo de disciplinas tienen que avanzar con igual intensidad, el fomento de los bosques, la protección, la ordenación, la cosecha de madera, la transformación a nivel de industrias y la gestión en la comercialización de los productos. De no ocurrir seria muy difícil alcanzar niveles superiores de eficiencia.

El término manejo sostenible de los bosques o sostenibilidad en el manejo de bosques ha evolucionado desde un simple enfoque en el rendimiento de madera hacia la utilización de una variedad más amplia de productos forestales maderables, no maderables y de servicios. El término ha sido muy abordado y desde siglos pasados se hacia referencia a él, no con la profundidad y la dimensión que hoy se le confiere pero sí con igual intención salvando las diferencias de cada época.

Este trabajo está encaminado a profundizar en la caracterización del aprovechamiento de los bosques tropicales en el mundo y en el plano nacional, evidenciar los resultados obtenidos que han hecho posible un incremento de la eficiencia con la introducción de la Extracción de Impacto reducido (EIR) y el análisis de la estrategia a seguir para contribuir al manejo forestal sostenible de los bosques tropicales.

OBJETIVOS

Los objetivos generales de este trabajo están encaminados a:

Difundir la superioridad de la EIR sobre los sistemas tradicionales de extracción de madera con los resultados de diferentes autores y la propia información del autor.

Presentar algunas iniciativas trabajadas en el contexto de Cuba y la aplicación de herramientas matemáticas e informáticas para incrementar la eficiencia en el aprovechamiento de los bosques tropicales.

Explicar algunas ideas de cómo se ha materializado a través de una estrategia de capacitación las directrices de la EIR.

INFOR

ANTECEDENTES GENERALES

Se puede aseverar que el aprovechamiento forestal en las diferentes regiones del planeta se ha caracterizado por un alto impacto negativo y lo demuestran los resultados de diferentes autores (Mattson & Jonkers, 1981; Hendrison, 1990; Warkotsch, 1992; Dykstra,1992; Migunga, 1995; Fenner, 1996; Van der Hout, 1999 y Jonkers, 2002), reflejando daños al suelo, daños a la regeneración natural, pérdidas de madera, impactos al paisaje, extinción de especies de maderas de alto valor comercial y daños al ecosistema en general.

Los daños a la salud de los obreros es motivo de alta preocupación considerando los resultados expuestos por (Blombãck, 2001), cuando afirma que en algunos países la actividad forestal presentó la mayor tasa de fatalidades (160 por 100 mil personas empleadas) en comparación con otras industrias. El autor refiere que la situación en los trópicos ha permanecido sin cambios y en algunos casos se ha deteriorado reportando tasas de fatalidades de hasta 14 muertes por millón de metros cúbicos de madera extraída. Otros tipos de accidentes se encuentran opacados, principalmente los relacionados con la excesiva carga de trabajo físico, el ruido y la vibración. También se hace referencia al costo indirecto de los accidentes que se estima supera hasta seis veces los costos directos.

Estos resultados desfavorables han provocado que el los últimos años y más puntual a partir de la Cumbre de Río, organizaciones internacionales, políticos, funcionarios públicos, gerentes del sector forestal y científicos hayan decidido enfrentar la situación desarrollando varias acciones concretas como los códigos modelos de aprovechamiento forestal, iniciados por (Dykstra & Heinrich, 1996) y seguidos por otros códigos regionales y territoriales, estudios monográficos de la FAO y los Congresos Regionales y Mundiales de la IUFRO que dan una gran posibilidad de discutir sobre el tema.

Se han logrado numerosos avances en la investigación e introducción de la extracción de impacto reducido como una contribución al manejo forestal sostenible, demostrado por autores como (Amaral *et al.*, 1998; Winkler, 1998; Bull *et al.*, 2001; Winkler & Nöbauer, 2001; Vergara, 2002; Fredericksen *et al.*, 2003 y De Graaf *et al.*, 2003) citados por (FAO, 2004), observando la conveniencia de incrementar la planificación y capacitación para obtener a largo plazo mayores beneficios económicos, ambientales y sociales.

A pesar de no tener grandes extensiones, el fomento de los bosques en Cuba en las últimas décadas es notable, la cobertura forestal es aproximadamente la cuarta parte del territorio. Simultáneamente se aprecia un incremento anual en los volúmenes de madera a aprovechar y este aprovechamiento ha sido un reflejo de lo ocurrido en el plano internacional referente al nivel de impactos negativos que han empobrecido a los ecosistemas forestales.

Utilizando conocimientos generados a nivel mundial y con el apoyo de organizaciones nacionales y extranjeras vinculadas al área forestal, se ha desarrollado un grupo de investigaciones científicas y cursos de capacitación a diferentes niveles, para materializar las directrices del aprovechamiento forestal de impacto reducido como una contribución al manejo sostenible de los bosques tropicales.

INFOR

MATERIALES Y MÉTODOS

Como se trata de exponer las experiencias en la investigación y la capacitación de Cuba en el tema del aprovechamiento forestal de impacto reducido en los bosques tropicales, se ha realizado una profunda revisión sobre algunos aspectos que inciden en la eficiencia de este proceso, basada en los resultados nacionales y de otras regiones. En el trabajo se muestra un grupo de resultados obtenidos en Cuba y se señalan deficiencias que aún están por resolver para la aplicación de la EIR. Los resultados del autor son presentados y resumidos en el Cuadro N° 1 y Figura N° 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de Software, Sistemas de Información Geográfica y Algoritmos de Programación Matemática para el Análisis de la Eficiencia Económica de los Sistemas de Cosecha

Las operaciones de cosecha forestal son costosas e intervienen muchos recursos económicos, financieros y humanos en el proceso, su ejecución también tiene gran repercusión sobre el ecosistema forestal y en los obreros. Considerando estos aspectos, se han desarrollado técnicas automatizadas capaces de evaluar, simular y optimizar el resultado de posibles alternativas a utilizar para evitar errores o malgastar recursos. PACE en 1986; NETWORK en 1988; FOROPERA en 1989; FRP-Harvest en 1992; HELIPACE en 1992; PLANS en 1992; STRATIS en 1992; PLANEX en 1995 y ROADENG en 1995 (Shemwetta & Garland, 1996) son ejemplos de softwares existentes que pueden ser usados para incrementar la eficiencia de las operaciones de aprovechamiento. Otros softwares se han realizado en el sur del continente americano tales como; SIMM por Mac Donagh *et al.* (2000); SCM por Malinovski & Malinovski (2000); VECTORPLANE por Martini & Estraviz (2000), capaces de calcular, optimizar y simular indicadores de eficiencia de los sistemas de cosecha forestal.

En este sentido se ha desarrollado un software (SECTAM) que es capaz de avaluar la eficiencia de los sistemas de cosecha de madera y que cuenta con algunas ventajas con respectos a otros elaborados con anterioridad, como el hecho de poder actualizar modelos estadísticos o expresiones capaces de calcular determinadas variables según la conveniencia del usuario. Además cuenta con reportes gráficos que facilitan la interpretación de la información.

El sistema de información geográfica (SIG) y los algoritmos de programación matemática constituyen herramientas claves para compatibilizar las operaciones de aprovechamiento con el ecosistema. Primeramente, el SIG tiene la gran fortaleza que permite analizar de forma holística toda el área de trabajo a partir de sus características: Localización de cursos de agua, tipo de relieve, tipo de suelo, vegetación, entre otras, demostrado por (Chen *et al.,* 1996), lo cual permite determinar la mejor o las mejores alternativas para la proyección de caminos, patios de acopio y las pistas de arrastre. En la actualidad en las empresas forestales de Cuba se trabaja para implantar esta herramienta en la toma de decisiones y para monitorear los impactos provocados sobre el área de aprovechamiento.

INFOR

Los algoritmos de programación matemática son muy utilizados para minimizar o maximizar determinadas funciones. En el caso de Cuba, se ha trazado los viales forestales mediante la modelación matemática para minimizar las funciones de costo y movimiento de tierra en la construcción de caminos forestales (Tchikoue, 1996). Técnicas de investigación de operaciones han sido empleadas por Fosado (1999) en el tratamiento económico-matemático de la planificación operativa del proceso de aserrado de la madera. Tratamiento económico-matemático en el perfeccionamiento de la ordenación de plantaciones puras, León (1999). La aplicación del análisis multicriterio para la selección de tecnologías de aprovechamiento (Domínguez, 2003) y la aplicación de polinomios de interpolación de Langrage por Estevez (2000), para representar el modelo matemático del terreno. Este grupo de investigaciones ha propiciado integrar los análisis y su aplicación, incrementando la eficiencia de las operaciones de aprovechamiento forestal, tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

Iniciativas para Reducir los Daños en la Construcción de la Red de Caminos

Como se demuestra en los resultados de diversas publicaciones, la mayor parte de la erosión de los suelos, más del 90 por ciento en ciertos estudios, está directamente relacionada con los caminos, los patios de acopio y las pistas de arrastre (Hamilton, 1988; Bruijrseel y Critchley, 1994, citados por Dykstra, 1996).

Varios parámetros son claves en la construcción de una red caminera que sea compatible con el medio ambiente. Primeramente es muy importante determinar la densidad óptima de caminos, puntos de acopio y las pistas de arrastre, basado en las características del sistema de cosecha para minimizar el costo de las operaciones, utilizando algún software, en el caso de Cuba se creó el SECTAM. El trazado o proyección del camino sobre el terreno desempeña un papel preponderante, pudiendo evitar excesivos movimientos de tierra, construcción de alcantarillas o puentes innecesarios, aprovechar la aptitud de algunos suelos para facilitar la construcción del camino o la cercanía de mejoramiento para el acabado de la superficie de rodamiento. Esto se puede lograr actualizando las capas de información del área de aprovechamiento y analizar las posibles alternativas. Los métodos de construcción del camino también constituyen una iniciativa muy renovadora demostrada por Winkler (1998), sobre todo en terreno con grandes pendientes al utilizar la retrocavadora para los movimientos de tierra, dando cortes de alta calidad sin muchos movimientos de la máquina con respecto al Buldózer o Angledozer utilizado convencionalmente.

En las condiciones de Cuba se ha investigado más y se está trabajando con mayor dedicación en la reducción de los parámetros constructivos del camino (Domínguez, 2003), demostrando una disminución significativa del costo de construcción y del impacto que se produce sobre el área de aprovechamiento. También se visualiza una disminución de los costos en la reparación o mantenimiento de estos y una mayor vida útil por la conservación de la calzada que se redujo de 5,5 a 4 metros para caminos de transporte.

INFOR

Evaluación de Daños Provocados al Ecosistema Forestal por las Operaciones de Aprovechamiento de Madera

Cuando se hace referencia a los daños provocados al ecosistema forestal por las operaciones de aprovechamiento en Cuba, se corresponde con lo ocurrido en el plano internacional. Daños al suelo, por compactación y eliminación de la cubierta vegetal por el pase múltiple de las máquinas (Voorhees, 1991; Warkotsch *et al.*, 1992; Migunga, 1995; Cordero, 1995 y Fenner, 1996), las que ocasionan degradación del ecosistema al ser el suelo un factor importante que garantiza el crecimiento y desarrollo de los árboles. En este sentido se han realizado investigaciones en empresas forestales de la Provincia Pinar del Río, demostrando diferencias significativas, más del 25 %, entre el volumen de los árboles que crecen en áreas afectadas por la acción de compactación del suelo y los que lo hacen en áreas con ausencia de este efecto.

Por otra parte se han estimado pérdidas de suelo por erosión que alcanzan la cifra de 0,89 a 1,3 t/ha/año, dependiendo de las pendientes del terreno, la cubierta vegetal del terreno y el sistema de corta. En esta dirección se han obtenido modelos estadísticos para estimar el nivel de compactación del suelo en función de variables como el número de pases de las màquinas, la humedad de suelo, entre otras, a tono con los resultados mostrados por Gayoso *et al.* (1991) y desde el punto de vista práctico se ha materializado utilizar las pistas de arrastre y evitar pases fuera de estas en correspondencia con resultados de Migunga (1995), que demuestra que los primeros pases de las máquinas producen la mayor compactación en los suelos.

En el caso de los bosques de coníferas, situados en la parte norte de la provincia sobre una cordillera con pendientes entre 12 y 25 grados y un suelo con una capa vegetal muy reducida, la preocupación fundamental es la eliminación de la cubierta vegetal que unido a las fuertes lluvias de verano favorecen el proceso de erosión. A pesar de aplicar el principio de utilizar las pistas de arrastres, ha sido una práctica habitual el acordonamiento de los residuos poscosecha y la combinación de yuntas de bueyes para almacenar los árboles cerca de la pista y evitar movimientos innecesarios de los skidders sobre las áreas de corte. También se ha sustituido los tractores de cuchillas por tractores de neumáticos (skidders) que son menos agresivos a la cubierta vegetal.

Los daños a los árboles remanentes, a la regeneración natural y a los árboles a cosechar, son impactos negativos muy comunes derivadas de las operaciones de aprovechamiento y que afectan la dinámica del ecosistema y los resultados económicos de las entidades productivas, demostrado por Dykstra *et al.* (1996), Pinard & Cropper (2000) y Jackson *et al.* (2002), citados por (FAO 2004),

El resultado de estas investigaciones internacionales han servido para desarrollar trabajos similares en Cuba y teniendo en cuenta las especificidades de los ecosistemas locales, en la actualidad se aplican alternativas tecnológicas como la combinación de animales y skidders para el arrastre de madera y el trazado previo de pistas de arrastre considerando la dirección de caída de los árboles a cosechar.

INFOR

La evaluación de las pérdidas de madera también constituye una preocupación de los científicos. La aplicación de deficientes técnicas de corte, desrame y troceado de los árboles y las pérdidas de los troncos durante el arrastre son causas esenciales de este impacto negativo, reflejados por Gerwing *et al.* (1996), Bowyer (1997), Uhl *et al.* (1997), Barreto *et al.* (1998), Chua (2002), Holmes et al. (2002) y Jonkers (2002), citados por (FAO, 2004).

Los resultados del Cuadro N° 1 fueron obtenidos en bosques mixtos de latifoliadas en Cuba. De forma general se aprecia una disminución de los daños aplicando el sistema de extracción de impacto reducido, correspondiéndose con los autores citados. Es importante destacar que las diferencias en los costos de ambos sistemas de extracción no son significativas.

Cuadro N°1
RESULTADOS DE LOS IMPACTOS CAUSADOS POR DIFERENTES SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE MADERA

Parámetros Evaluados	Extracción Tradicional	EIR
Densidad de las vías arrastre	193 m/ha	61 m/ha
Zona principal de vía de arrastre	11,2 %	4,4 %
Volumen de pérdidas de madera	14,6 %	9,9 %
Árboles gravemente dañados	51 %	23 %
Pies gravemente dañados	6 %	2,1 %
Daños a árboles talados	15 %	7 %
Tasa de utilización	43 %	58 %

En la actualidad se trabaja en otras direcciones como disminuir los impactos a la fauna, evitando realizar operaciones de aprovechamiento en el periodo de reproducción de las principales especies y desde el punto de vista paisajístico, se evita talar grandes extensiones continuas de superficies boscosas que atenúen la belleza natural del paisaje.

Análisis de Indicadores Ergonómicos para Disminuir los Efectos Negativos sobre los Obreros

En varios trabajos científicos se muestra la factibilidad de evaluar las características de cada operación y poder ajustar las herramientas a las aptitudes de los obreros (Sene, 1994; Apud, 1994; Minetti *et al.*, 1999). Varios son los impactos negativos provocados por el ruido, las vibraciones, el desprendimeinto de gases tóxicos de las máquinas, que son los causantes de enfermedades prematuras y accidentes de trabajo por posiciones incómodas y prolongadas. Coicidiendo con Apud *et al.* (1999), resulta una paradoja que no se preste atención a los implementos de uso humano, hasta que estos empiezan a demostrar su ineficiencia o a provocar daños en la población.

Las operaciones de aprovechamiento forestal se desarrollan en un entorno difícil, un fuerte esfuerzo físico y alto riesgo de accidentes, resultando en baja productividad, bajos salarios

INFOR

y una fuerza laboral inestable en correspondencia con lo expuesto por Blombãck (2001). Estas características del trabajo forestal son desfavorables para el desarrollo de destrezas, lo que es a su vez una condición previa para la implementación de la EIR como plantea el autor.

Un pesquisaje médico efectuado a un grupo de operadores que realizan la operación de corte con motosierra en empresas forestales de Cuba, indicó que los mismos presentan el 43 por ciento de los síntomas mas frecuentes de enfermedades provocadas por esta herramienta, tales como: Dolores musculares (50 por ciento), dolores lumbares y de espalda (75 por ciento), hormigueo intermitente de los dedos (54 por ciento), pérdida de sensibilidad en los dedos de las manos (51 por ciento), dolores cervicales (75 por ciento) y pérdida de la audición (52 por ciento). A partir de esta información se comenzó ha realizar varios trabajos que vincularon variables como aptitud física, composición corporal, carga fisiológica de trabajo y alimentación de los trabajadores forestales (Figura N° 1).

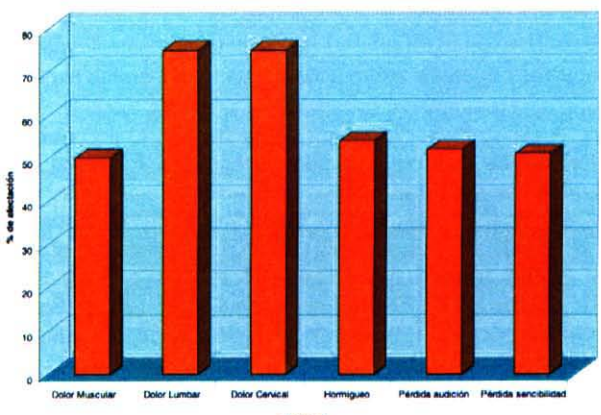


Figura N°1
COMPORTAMIENTO DE LAS AFECTACIONES A LA SALUD EN OPERADORES DE SIERRAS DE CADENA EN CUBA.

Siendo esta operación la más crítica para la salud de los obreros forestales, se realizó una investigación que consistía en la rotación de operadores de motosierras con su ayudante que pasó a hacer la misma función, se evaluaron aspectos ergonómicos, productivos y económicos y los resultados demostraron mejor equilibrio y disminución de la carga fisiológica de los obreros comparado con los obtenidos por el método tradicional, con la reducción de las posibilidades de fatiga fisiológica por sobrecarga excesiva de trabajo y los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales. Por otra parte, aumentaron los rendimientos lo que justifica salarios básicos de operadores para ambos integrantes de la pareja y se observó mayor uniformidad en la caída de los árboles, que se traduce en la reducción de costos y de daños a la cubierta vegetal en la operación de arrastre.

De acuerdo con los resultados, el método de rotación del operador permite reducir los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales en los operadores de motosierras, al

INFOR

equilibrar y disminuir la carga fisiológica de trabajo en un 13,69 %, el tiempo de exposición a posturas incomodas así como los efectos nocivos de la motosierra en un 52,08 %, mientras que la productividad en tiempo efectivo se elevó en 27,32 %o respecto al método tradicional de un operador y un ayudante. Este es un ejemplo que muestra las tres aristas de la sostenibilidad, contribución económica, ambiental y beneficios para los obreros. Este criterio de seguridad y salud ocupacional será incluido en el código modelo para el aprovechamiento forestal en Cuba.

Planificación del Aprovechamiento Forestal en Entidades Productivas Aplicando los Principios del Manejo Sostenible

Aunque se afirma que la Extracción de Impacto Reducido (EIR) consiste en la implantación de las operaciones de aprovechamiento forestal planeadas, de forma intensiva y cuidadosamente controladas a fin de reducir a un mínimo el impacto sobre el ecosistema forestal, obtener el máximo de beneficios y a un costo aceptable, el número de publicaciones sobre la planificación del aprovechamiento forestal es prácticamente insignificante con respecto a otros temas, como los impactos negativos sobre ecosistema forestal o los aspectos económicos.

Una de las publicaciones de mayor impacto en la aplicación y contribución al aprovechamiento forestal de impacto reducido en bosques tropicales fue la de Dykstra & Heinrich (1996). También se destacan otras investigaciones, como Lee (1982), Jonkers *et al.* (1984), De Bonis (1986), Foahom *et al.* (2001), Dykstra *et al.* (2001), Applegate (2002), Jackson (2002), Sparma *et al.* (2002), citados por FAO (2002). Los resultados obtenidos por Hendrison (1990), Amaral *et al.* (1998), Winkler (1998), Reid & Rice, (1997); Sist *et al.* (1998), Elias (1999), Ruslim *et al.* (1999), Van der Hout (1999), Armstrong & Inglis (2000), Sist (2000), citados por Bull *et al.* (2001), citados por FAO (2004), son un reflejo de la viabilidad económica, social y ambiental de la aplicación del Aprovechamiento de Impacto Reducido (EIR).

En el Estudio Monográfico de Aprovechamiento Forestal N°15, realizado por Winkler (2002), citado por FAO (2004), se concluye afirmando que todavía no se reconoce en la planificación global una herramienta indispensable para llevar a cabo operaciones de aprovechamiento forestal eficaces y respetuosas con el medio ambiente y que la supervisión de las operaciones de explotación con el objetivo de mejorar las prácticas parece ser mínima, tanto por parte de los supervisores de las empresas como de los organismos forestales de Papúa Nueva Guinea. Los conocimientos técnicos de la mano de obra relacionada con la explotación forestal son escasos.

Sin embargo, en el Estudio Monográfico N° 16 realizado por Winkler & Nöbauer (2001), citados por FAO (2004), en Surinam, se demuestra que, incluso con un esfuerzo mínimo de planificación, la explotación forestal planificada, tal como se aplica en la parcela experimental de la zona de estudio, es económica y ecológicamente superior a la explotación tradicional. Simultáneamente, se desarrolló el Estudio Monográfico N° 17 por Richter (2001), citado por FAO (2004), sobre la evaluación económica y financiera de las operaciones de aprovechamiento de madera en Sarawak, Malasia, con resultados muy convincentes acerca de la sostenibilidad de la EIR, en correspondencia con los resultados anteriores.

INFOR

Como afirma la mayoría de estos autores, existen premisas claves que definen el éxito de la EIR, como la planificación de las operaciones (planes estratégicos y planes operativos), la implementación, control y evaluación de las operaciones de aprovechamiento y la formación de fuerza de trabajo forestal capacitada y motivada. La deficiencia en la materialización de estas premisas existe en casi todos los países tropicales.

Estrategia de Capacitación para la Fuerza de Trabajo Vinculada con el Aprovechamiento Forestal

Las dificultades mencionadas anteriormente también forman parte de las deficiencias del sector forestal en Cuba y, a partir de los resultados de experiencias nacionales e internacionales, se ha diseñado una estrategia de capacitación que involucra a la Dirección Nacional Forestal, instituciones de investigaciones, empresas forestales y la Universidad para impartir la capacitación. Primeramente de forma plenaria se impartieron seminarios para introducir el tema del Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido a los principales dirigentes y técnicos vinculados con el sector forestal de todo el país, para discutir resultados puntuales obtenidos en las investigaciones y cuestiones básicas relacionadas con este tema. De estos encuentros se logró movilizar la conciencia de los principales dirigentes del sector, los cuales determinan el grado de prioridad de esta actividad y de inculcar a los técnicos de la necesidad de prepararse para enfrentar el reto de la EIR.

Posteriormente se indicó realizar talleres en todo el país, por regiones, con la asistencia de los especialistas del Servicio Estatal Forestal, que son los encargados de fiscalizar el trabajo de las empresas forestales, y los técnicos que atienden estas actividades en cada empresa forestal, como ejecutores de los proyectos de aprovechamiento forestal. El propósito fundamental de estos encuentros fue elaborar un documento llamado Esquema Tecnológico para el Aprovechamiento Forestal, para la cual se utilizó la técnica de trabajo en grupo. Finalmente, se elaboró este documento que hoy forma parte de los instructivos técnicos de la Dirección Forestal Nacional y es de obligatorio cumplimiento.

Independientemente de haber impartido cursos de capacitación de forma continua, las exigencias actuales indican la preparación de cursos de manera diferenciada, acorde con la tarea de cada trabajador, elaborando los cursos para operarios de máquinas, los cursos para supervisores y gerentes y los cursos para funcionarios que toman decisiones superiores y en la actualidad se trabaja en la confección del Código Modelo para el Aprovechamiento Forestal en Cuba.

CONCLUSIONES

Existe un conocimiento significativo de los resultados de la literatura internacional que demuestra la viabilidad económica, social y ambiental de la aplicación del Aprovechamiento de Impacto Reducido como una contribución al Manejo Sostenible de los Bosques Tropicales y que es objeto de investigación, transferencia y aplicación en las condiciones de las empresas forestales de Cuba.

Queda demostrado que la planificación del aprovechamiento forestal todavía no se

INFOR

reconoce como una herramienta indispensable por empresarios para llevar a cabo operaciones de aprovechamiento forestal eficaces y respetuosas con el medio ambiente, que es la temática de menos referencia en la investigación de este tema a pesar de ser una premisa insoslayable para lograr Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido.

Es posible elaborar herramientas y desarrollar investigaciones, vinculadas a las operaciones de aprovechamiento, y una estrategia que puede contribuir modestamente a la preparación de gerentes, técnicos y obreros en el territorio nacional y con posibilidades de aplicar en países con menos alcance en la formación de fuerza de trabajo forestal capacitada, como una premisa importante para el aprovechamiento sostenible de los bosques tropicales.

REFERENCIAS

Amaral, P., Verissimo, A., Barreto, P. e Vidal, E., 1999. Floresta para sempre. Um manual para a produção de madeira na Amazônia. Belém, Pará, Brasil. 155 p.

Apud, E. A., 1994. Model to estimate reference yields in harvesting using ergonomically principles. VIII Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba, Brasil. pp 23- 31.

Blombäck, P., 2001. La capacitación para alcanzar la calificación. Actualidad Forestal Tropical. OIMT. Vol. 9, No. 2, pp 13-14.

Chen, Z. L, Tao, T., Jianyue and M, Jianxiao, 1996. Application of geographic information systems in forest engineering. Planning and Implementing Forest Operations to Achieve Sustainable Forests. Council on forest engineering (COFE), 19 th Annual Meeting. IUFRO. USA. pp 141- 146.

Cordero, W., 1995. Uso de bueyes en operaciones de aprovechamiento forestal en áreas rurales de Costa Rica. Estudio Monográfico de explotación forestal. 3. FAO. Roma. 1995. 41 p.

Dominguez, A., 2003. Proyección general de redes viales forestales de reducido impacto ambiental. Tesis doctoral. Universidad de Alicante-Universidad de Pinar del Río, Cuba. 131 p.

Dominguez, F., 2003. Selección de tecnologías para el aprovechamiento forestal empleando análisis multicriterio. Tesis doctoral. Universidad de Alicante-Universidad de Pinar del Río, Cuba. 141 p.

Dykstra, D. P., 1992. Sostenimiento de los bosques tropicales mediante sistema de explotación ecológicamente adecuados. Revista Unasilva. Volumen 43. No. 169. 1992 / 2. 6-11 p.

Dykstra, D.P. and Heinrich, R., 1996. Model Code of Forest Harvesting Practices. Forestry Paper 133. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 85 p.

Estevez, I., 1999. Modelo matemático del terreno empleando polinomios de interpolación de

INFOR

Langrage, su aplicación en la ingeniería. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 141 p.

FAO, 2002. Applying Reduced Impact Logging to Advance Sustainable Forest Management. Asia-Pacific Forestry Commission. Bangkok, Thailand. 311 p.

FAO, 2004. Reduced Impact Logging in Tropical Forests. Literature Synthesis, Analysis and Prototype Statistical Framework. 287 p.

Fenner, P., 1996. Relações entre o trafego de veiculos e as deformacões físicas dos solos florestais. IX. Seminario de Actualizacão, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 39-44.

Fosado, O., 1999. Tratamiento económico-matemático para la planificación operativa del proceso de aserrado de la madera. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 121 p.

Gayoso, J. and Iroumé, A., 1991. Compactation and disturbances from logging in southern Chile. Instituto de Manejo Forestal, Universidad Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile. pp 64-70.

León, M. A., 1999. Tratamiento económico-matemático en el perfeccionamiento de la ordenación de plantaciones puras. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 137 p.

Mac Donagh, P, Bazerque, S. y Durán, D., 2000. Programa de gestión para el manejo de maquinaria en cosecha de madera. XI Seminario de Actualizacão, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 259-273.

Malinovski, R. A, e Malinovski, J. R., 2000. Programa de computação para simulação e controle de operacões de colheita de madeira. XI Seminario de Actualizacão, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 152-196.

Martini, L. E. e Estraviz, L.C., 2000. A gestão dos custos florestais e do abastecimento industrial a través de sistemas de otimizacão. XI Seminario de Actualizacão, Sistema de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba- Paraná- Brasil. pp 124-139.

Migunga, G. A., 1995. Tropical forest soil compaction: Effects of multiple log skidding Tractor Passes on Surface soil Bulk density at Sao – Hill. Tanzania. IUFRO XX. Word Congress. 6-12 Agust 1995. Finland. pp 223-223.

Minetti, L. J., Machado, C.C, de Souza, A.P. e Fiedler, N. C., 1999. Perfil do operador de motosserra profissional e do futuro do Brasil diante das questões cultural, política, regional e de competitividade: Viçosa, UFV.Univ.. pp 304- 321.

Sene, J., 1994. Análise fisiológica e biomecânica da função motosserrista. VIII Seminário de Atualização sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Curitiba, Brasil. 1994. pp 1- 20.

INFOR

Shemwetta, D. T. and Garland, J. J., 1996. Timber harvest planning in the pacific northwest: Lessons for Tanzanian forest plantations. Planning and implementing forest operations to achieve sustainable forests. Council on forest engineering (COFE), 19 th Annual Meeting. IUFRO. USA. pp 212- 218.

Tchikoue, H., 1996. Trazado de viales forestales mediante la modelación matemática. Tesis doctorado. Universidad de Pinar del Río. Cuba. 166 p.

Voorhees, W. B., 1991. Compaction effects on yield-are they significant. Transactions of the ASAE. Vol. 34 . 7 p.

Warkotsch, P. W and Olsen, G.F., 1992. Identification and quantification of soil compaction due to various harvesting methods. 17 th Animal Meeting of the council of Forest Engineering IUFRO. JULY 24-29 1994. Oregon, USA. 16 p.

Winkler, N., 1998. Environmentally Sound Road Construction in Mountainous Terrain. Forest Harvesting. Case study 10. Rome, Italy. 66 p.

INFOR

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) PRIMER SEMESTRE 2009.

Daniel Soto. Ingeniero Forestal, Sede Metropolitana, INFOR. Chile. dsoto@infor.cl

RESUMEN

Chile dispone de 16 millones de hectáreas de bosques; 13,7 millones de hectáreas de bosques nativos y 2,3 millones de hectáreas de bosques plantados. Los bosques generan materia prima para la industria primaria y secundaria de la madera, lo que en el país se traduce en importantes volúmenes de pulpa y papel, madera aserrada y elaborada, tableros de diferentes tipos y otros productos, los cuales satisfacen el mercado interno y un permanentemente creciente mercado de exportaciones que deja retornos de exportaciones por más de 5.400 millones de dólares (2008).

Los bosques tienen múltiples funciones económicas, sociales y ambientales, y todas ellas deben ser cumplidas para lograr cabalmente el manejo forestal sostenible. Además de la madera para uso industrial, los bosques generan una cantidad y variedad de otros bienes y servicios de gran importancia para la sociedad y en especial para las comunidades rurales. Entre estos, son de creciente relevancia los servicios ambientales, relacionados con aire, agua, paisaje y otros, y los productos forestales no madereros (PFNM), representados por diferentes productos químicos y medicinales, alimentos y otros.

Los PFNM son medios interesantes de ingresos para el desarrollo rural y los volúmenes obtenidos muestran un importante crecimiento en los años recientes, sus exportaciones muestran un incremento en los montos, cercano al 19 % anual desde el año 2004, llegando en el año 2008 a 72 MM US$ FOB (Valdebenito y Barros, 2009).

La relevancia que está adquiriendo el mercado de estos productos y su importancia para la actividad económica rural motivan la necesidad de investigar y valorar estos productos y su impacto social y económico. Desde hace algunos años el Instituto Forestal (INFOR) desarrolla investigaciones sobre PFNM y, en el año 2008, dentro del marco de un Convenio de Colaboración entre INFOR y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), se inicia un seguimiento permanente del mercado de exportaciones de estos productos, se analiza las tendencias de los principales de estos y se actualiza la información tecnológica para diferentes PFNM.

El presente trabajo analiza, caracteriza y cuantifica las exportaciones de PFNM en el primer semestre del año 2009. El monto de exportación se ha visto afectado por la crisis económica internacional y anota una baja importante, de 32 %, respecto de igual semestre del año anterior, sin embargo mantiene un nivel interesante y permite proyectar una cifra anual que mantiene la tendencia creciente que registran estas exportaciones desde el año 2004.

Palabras clave: Productos Forestales No Madereros, exportación.

INFOR

SUMMARY

The Chilean forest cover is 16 million hectares; 13.7 million hectares native forests and 2.3 million hectares planted forests. The forests resources generate raw material for the primary and secondary forest industry, currently that means important pulp and paper, sawn and elaborated wood, several kinds of boards and veneers and other product volumes, which satisfy the domestic markets and increasing foreign markets allowing more than 5.400 million dollars a year (2008) incomes for exports.

Forests have a great variety of economical, social and environmental functions, and all that functions have to be present in order to reach sustainable forest management. Forests provide wood for industrial purposes, but generate as well a number of goods and services of great importance to the society and the rural population. Among these, of increasing interest are environmental services, related to air, water, landscape and others, and non wood forest products (NWFP), such as different chemical and medicinal products, foods, and others.

The NWFP are important means for rural development and the obtained volumes show a significant grow in the recent last years. The exported amounts are increasing at a rate close to 19 % since 2004 and in 2008 reached 72 MM US$ FOB (Valdebenito y Barros, 2009).

The increasing importance acquired by the markets of this kind of products and its relevance regarding to the rural economy have motivated more research to characterize and value the NWFP and its social and economic impact. The Chilean Forest Institute (INFOR) has been carrying out research on the matter and, in 2008, under the framework of an agreement between INFOR and the National Forest Corporation (CONAF), started a work to include NWFP on the INFOR's regular monitoring program of Chilean forest exports.

NWFP exports during the first half of 2009 are analyzed, characterized and quantified on this paper. The exported amount registers the effects of the international economic crisis and shows an important fall, close to 32 %, regarding to the same period of 2008. However, the amount maintains an interesting level and allows forecasting a year figure to support the general positive trend observed since 2004.

Key words: Non Wood Forest Products, Exports.

EXPORTACIONES TOTALES PRIMER SEMESTRE 2009

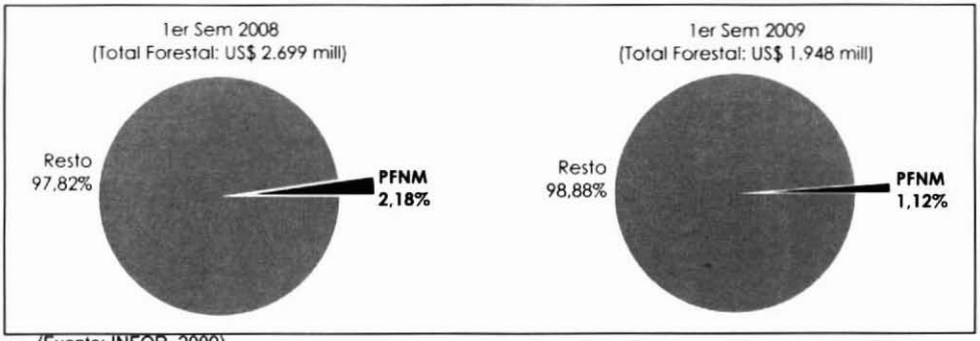
Durante el primer semestre de 2009, las exportaciones de PFNM (primarios y elaborados[1]) totalizaron US$ 21,7 millones, monto que experimentó una caída de 32% respecto del semestre enero-junio de 2008.

Esta menor exportación se explica por una baja en los PFNM primarios, de 28,5 a 18,9 millones de dólares, y dada la importancia que éstos tienen dentro del total de PFNM, su caída

1-Los PFNM primarios incluyen hongos, musgo, semillas, hojas, ramas, corteza y demás partes de plantas. Los PFNM elaborados incluye aceites y extractos.

INFOR

ocasionó un retroceso en la participación relativa de estos productos a nivel del total forestal, de poco más de un punto porcentual (Figura N° 1).



(Fuente: INFOR, 2009)

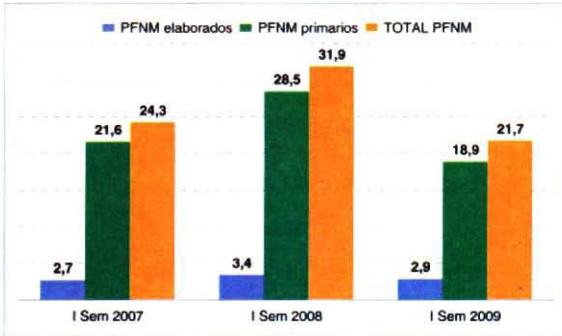
Figura N° 1
PARTICIPACIÓN DE LOS PFNM DENTRO DEL TOTAL NACIONAL, 1ER SEM 2008-2009

Las cantidades físicas asociadas a las exportaciones de PFNM también revelaron una importante caída, aunque menor que el monto, de un 24% en iguales semestres y de 41% en relación con el semestre inmediatamente precedente, lo que revela un cierto grado de desaceleración de la demanda mundial especialmente en algunos segmentos de productos y mercados específicos como, por ejemplo, plantas y partes de plantas para uso medicinal y perfumería.

No obstante lo anterior, se destaca el positivo efecto de la exportación de los PFNM elaborados, los cuales están compuestos principalmente por aceites vegetales y extractos. Además de incrementar su participación relativa dentro del total de PFNM (de 11% en el primer semestre de 2008 a un 13,2% en 2009), los PFNM elaborados muestran una tasa de crecimiento con signo positivo en los últimos 5 semestres, de 1,7%, versus un -3,3% que experimentaron en este mismo lapso los PFNM primarios. Ello da cuenta de la mayor estabilidad en la comercialización de productos con mayor valor agregado.

En el ámbito de los mercados de destino, el freno de la actividad exportadora de PFNM tuvo su explicación fundamentalmente en una menor demanda de parte de la Unión Europea, principal socio comercial para Chile en estos productos y que ha representado durante el período entre el 56% y 73% de todas las exportaciones de PFNM chilenos.

Dado que una parte importante de los envíos nacionales de PFNM corresponden a plantas y partes de plantas, es interesante analizar el comercio exterior de este grupo de productos, que genéricamente se clasifican bajo la glosa 1211.90 del Sistema Armonizado. Este código arancelario, si bien es representativo de cómo evoluciona el comercio mundial de plantas y partes de plantas especialmente para usos medicinales, farmacéuticos, aromáticas y otros similares, su descripción genérica no permite establecer conclusiones precisas para productos específicos debido que no se dispone de mayor desagregación en las estadísticas. La glosa arancelaria de la Comunidad a nivel del octavo dígito que se utiliza en el comercio exterior es la 1211.9085.



(Fuente: INFOR, 2009)

Figura N°2
EVOLUCIÓN EXPORTACIONES DE PFNM, SEMESTRE ENERO-JUNIO, PERÍODO 2007 A 2009

Cuadro N° 1
MONTOS Y VOLÚMENES DE EXPORTACIÓN DE PFNM PARA LOS ÚLTIMOS CINCO SEMESTRES, PERÍODO 2007-2009

Año -Semestre	(MM US$ FOB)	(M t)
2007 - I Sem	24,3	9,8
2007 - II Sem	29,5	11,5
2008 - I Sem	31,9	9,3
2008 - II Sem	40,1	12,0
2009 - I Sem	21,7	7,1

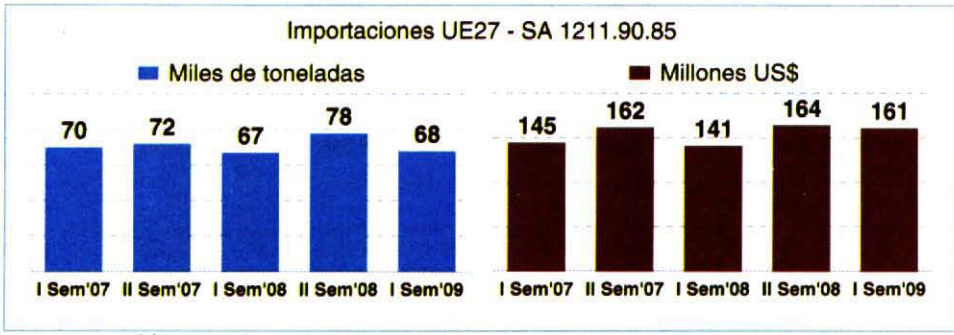
(Fuente: INFOR, 2009)

Las compras internacionales que ha realizado la UE en esta glosa muestran que, en general, éstas se han mantenido estables y sin grandes variaciones puntuales en los últimos 20 meses, entre 11.300 y 12.000 toneladas por mes. A nivel de agregados semestrales, los últimos 5 periodos se han caracterizado por importaciones que crecen hacia el segundo semestre de 2008 para luego bajar durante enero-junio de 2009. Comparando iguales periodos (1er semestre) de 2008 y 2009 la variación fue levemente positiva tanto en cantidad como en el monto de las importaciones.

En efecto, se observa que el conglomerado europeo importó un 2,2% más de toneladas de plantas y partes de plantas y un 14,2% superior en monto (enero-junio 2009/2008), aunque la variación fue negativa respecto del semestre inmediatamente anterior. Esto es consistente con la evolución semestral de las exportaciones chilenas de PFNM, donde se destaca el segundo semestre de 2008 con un fuerte movimiento comercial, para luego bajar en el primer semestre de este año.

INFOR

Una proyección simple para el total de 2009 indicaría que las importaciones de plantas y partes de plantas de uso medicinal, aromático y otros (1211.9085) por parte de la UE podrían caer en torno al 6%, respecto del año 2008.



(Fuente: EUROSTAT, 2009)

Nota: Descripción TARIC del código 1211.90.85: Las demás plantas, partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, medicina o para usos insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, incluso cortados, quebrantados. La misma glosa 1211.9085 muestra que a nivel de países integrantes de la UE, el grupo de los diez principales importadores son en orden de importancia: Alemania, Francia, España, Italia, Reino Unido, Bélgica, Polonia, Holanda, Irlanda y Austria. Estos aglutinan el 92% del volumen total importado y en el primer semestre 2009 sólo Alemania, Reino Unido e Irlanda aumentaron sus importaciones respecto de igual período de 2008.

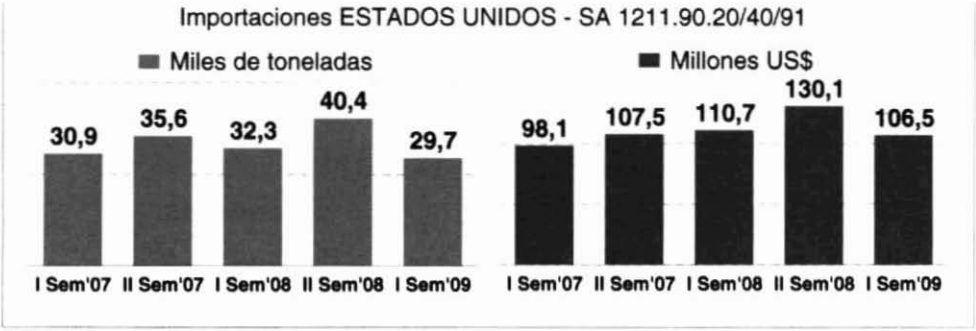
Figura N° 3

UNIÓN EUROPEA (UE27). IMPORTACIONES DE PLANTAS Y PARTES DE PLANTAS DE USO MEDICINAL, AROMÁTICO, PERFUMERÍA Y OTYROS, CÓDIGO SA 1211.90.85

Alemania es el mayor demandante de plantas y partes de plantas medicinales en la Unión Europea, representa el 34% del volumen importado por la UE y es justamente a ese mercado donde se dirige la mayor parte de los PFNM chilenos. Como se verá más adelante, la principal exportación chilena de PFNM a Alemania son frutos de rosa mosqueta.

Estados Unidos, el otro gran mercado de plantas y partes de plantas medicinales, también mostró una desaceleración de sus compras de estos productos en el primer semestre de 2009, aunque en este caso las variaciones fueron negativas tanto respecto del semestre anterior (julio-diciembre 2008) como del primer semestre de 2008. Las estadísticas de la glosa 1211.90 en Estados Unidos señalan una disminución de -8,2% en las importaciones de estos seis primeros meses, como se puede observar en la Figura N° 4.

INFOR



(Fuente: EUROSTAT, 2009)
Nota: Descripción HTSUS del código 1211.90: "Las demás plantas y partes de plantas (incluidas semillas y frutos) usadas principalmente en perfumería, farmacia o como insecticida, fungicida o propósitos similares, frescos o secos, incluso cortados o pulverizados". No se incluye la glosa 1211.9060 "habas de sarapia (tonka beans)".

Figura N° 4
ESTADOS UNIDOS: IMPORTACIONES DE PLANTAS Y PARTES DE PLANTAS DE USO MEDICINAL, PERFUMERÍA Y OTROS, CÓDIGO SA 1211.90

PRODUCTOS EXPORTADOS

Respecto de los tipos de PFNM exportados por Chile, los más importantes son los frutos, el musgo, los hongos y las hojas, todos los cuales mostraron bajas en los montos y volúmenes exportados en el primer semestre 2009 al compararlo con igual período de 2008. Los Cuadros N° 2 y 3 muestran el listado de los PFNM tanto en monto como en volumen.

Cuadro N° 2
MONTO DE EXPORTACIÓN DE PFNM, PRIMER SEMESTRE AÑO 2008 Y 2009

Producto	1er Sem 2008			1er Sem 2009	
	(M US$ FOB)	(%)		(M US$ FOB)	(%)
Frutos	13.918	(43,7)		5.917	(27,2)
Musgo	7.132	(22,4)		4.819	(22,2)
Hongos	3.560	(11,2)		2.621	(12,1)
Extractos	1.991	(6,2)		1.998	(9,2)
Hojas	1.388	(4,4)		1.810	(8,3)
Hierba	794	(2,5)		1.205	(5,5)
Semillas	54	(0,2)		1.039	(4,8)
Aceite vegetal	1.387	(4,4)		860	(4,0)
Corteza	371	(1,2)		433	(2,0)
Plantas de árboles forestales.	478	(1,5)		246	(1,1)
Otros materiales vegetales	254	(0,8)		185	(0,9)
Ramas	0	(0,0)		82	(0,4)
Cañas	10	(0,0)		26	(0,1)
Otros PFNM	517	(1,6)		480	(2,2)
TOTAL	**31.854**	**(100,0)**		**21.720**	**(100,0)**

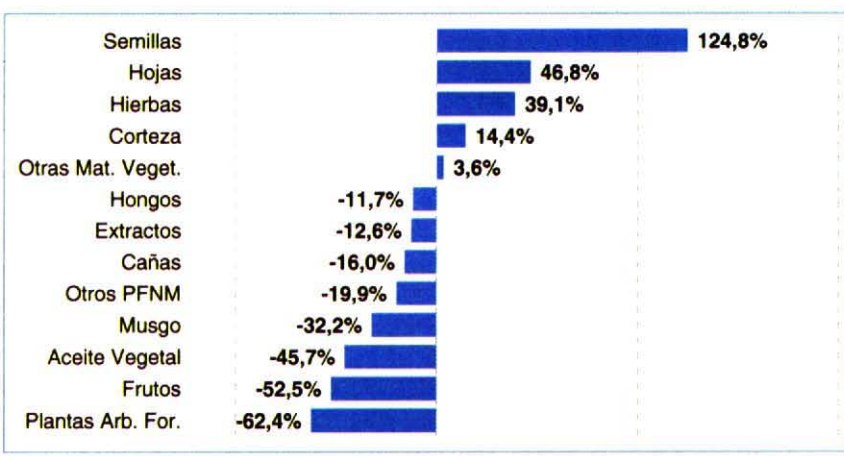
(Fuente: INFOR, 2009).

INFOR

Cuadro N° 3
VOLUMEN DE EXPORTACIÓN DE PFNM, PRIMER SEMESTRE AÑO 2008 Y 2009

Producto	1er Sem 2008 (t)		1er Sem 2009 (t)		Variación (%)
Frutos	3.328		1.581		-52,5
Musgo	2.409		1.633		-32,2
Hongos	848		749		-11,7
Extractos	230		201		-12,6
Hojas	896		1.315		46,8
Hierba	371		516		39,1
Semillas	121		272		124,8
Aceite vegetal	105		57		-45,7
Corteza	139		159		14,4
Plantas de árboles.forestales.	426		160		-62,4
Otros materiales vegetales	166		172		3,6
Ramas			18		-
Cañas	94		79		-16,0
Otros PFNM	211		169		-19,9

(Fuente: INFOR, 2009).



(Fuente: INFOR, 2009)

Figura N° 5
VARIACIÓN EN EL VOLUMEN DE EXPORTACIÓN DE PFNM, PRIMER SEMESTRE 2009/2008

Las "semillas" registraron el mayor aumento en volumen exportado de PFNM , lo que se debió a que en el último período (ene-jun 2009) se exportaron más semillas de rosa mosqueta con molienda fina, variante del producto que registra un considerable mayor precio de venta respecto de otros grados de molienda o picado. Esto permitió que el monto de exportación de semillas presentara un fuerte aumento, de 1.826%.

INFOR

La exportación de "hojas" se compone casi exclusivamente de hojas de boldo, por lo que esta especie comanda la dinámica exportadora en este producto no maderero. Respecto del semestre enero-junio 2008, las hojas de boldo incrementaron su volumen en 54% y en 42% su valor de alcanzando las 1.283 toneladas y US$ 1,56 millones en el primer semestre de 2009. Los tres mayores compradores fueron los protagonistas de estas alzas, Brasil, Argentina y Paraguay, quienes aumentaron sus importaciones de hojas de boldo. Se agregan además aumentos importantes en las exportaciones de hojas a España, Perú, Guatemala y Uruguay.

La exportación del producto "frutos" se compone casi en un 100% por la especie rosa mosqueta. En el primer semestre de 2009 los frutos de rosa mosqueta cayeron un 52,5% en volumen exportado respecto de igual fecha del año anterior, como consecuencia de la caída de su principal mercado de destino, Alemania. Cabe señalar que el 78% de las exportaciones de frutos de rosa mosqueta se destina únicamente a dos mercados: Alemania y Suecia. El primero de ellos, por su participación en el total, fue el que más influyó en la baja de las exportaciones, pero también tuvo gran impacto en la caída de las exportaciones totales de PFNM durante el primer semestre de 2009.

PAÍSES DE DESTINO

Los países de destino de los PFNM chilenos en este primer semestre se presentan en el Cuadro N° 4, los que dentro de un total de 45 destinos diferentes, son liderados por Alemania con US$ 6,3 millones, país que representa el 28,6% de las exportaciones totales del período y que al mismo tiempo experimentó una caída del 49,1% en los retornos. El país de destino con el mayor incremento relativo en las exportaciones de PFNM fue Suecia (+52,3%) y más atrás Rusia (+32,7%), alzas que se explicaron fundamentalmente por mayores exportaciones de rosa mosqueta.

Otros que también aumentaron en este semestre fueron los sudamericanos Argentina, Brasil y Paraguay, en cuyo caso el incremento en las exportaciones fue gracias a las hojas de boldo en cada uno de los tres mercados, pero también tuvo una importante contribución el aceite de rosa mosqueta hacia Argentina y las exportaciones de hongos *Boletus luteus* hacia Brasil.

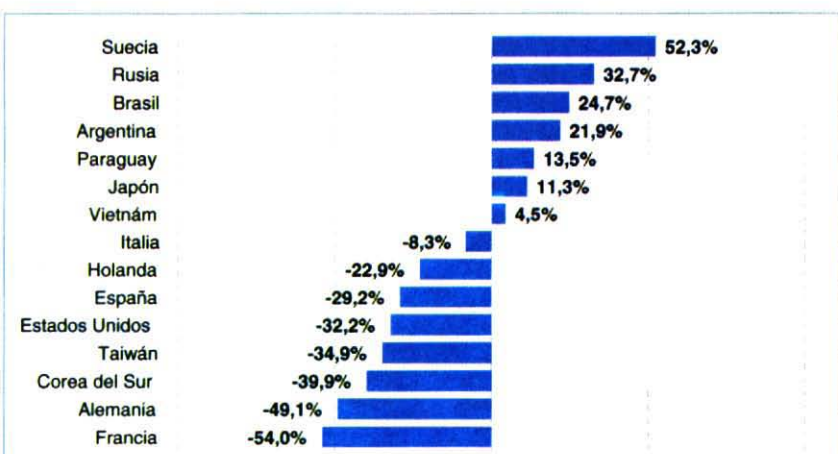
En el extremo de las bajas, fuera de los mercados que registraron movimientos sólo en el 1er semestre 2008 (-100% de variación), estuvieron Costa Rica(-74,6%), Polonia (-90,0%) y Dinamarca (-96,6%), pero ninguno de ellos representa un gran mercado para los PFNM chilenos.

INFOR

Cuadro N° 4
MONTO DE EXPORTACIÓN DE PFNM POR PAÍS, PRIMER SEMESTRE AÑO 2008 Y 2009

País destino	1er Sem 2008 (MM US$ FOB)	(%)	1er Sem 2009 (MM US$ FOB)	(%)
Alemania	12,3	(38,2)	6,3	(28,6)
Estados Unidos	3,8	(11,8)	2,6	(11,8)
Taiwán	2,8	(8,7)	1,8	(8,2)
Japón	1,4	(4,3)	1,6	(7,3)
España	2,0	(6,2)	1,4	(6,4)
Holanda	1,5	(4,7)	1,1	(5,0)
Suecia	0,7	(2,2)	1,1	(5,0)
Argentina	0,8	(2,5)	1,0	(4,5)
Francia	1,9	(5,9)	0,9	(4,1)
Brasil	0,6	(1,9)	0,8	(3,6)
Otros países	4,4	(13,7)	3,4	(15,5)
TOTAL	**32,2**	**(100,0)**	**22,0**	**(100,0)**

(Fuente: INFOR, 2009)

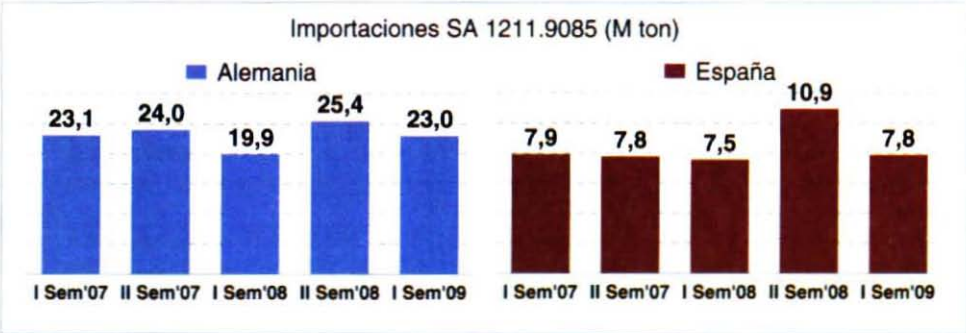


(Fuente: INFOR, 2009)
Nota: 15 principales países destino según monto 2009

Figura 6
VARIACIÓN DEL MONTO EXPORTADO POR PAÍS DESTINO, PRIMER SEMESTRE 2009/2008

La Unión Europea (UE27) representó el 55% del monto exportado de PFNM chilenos en este primer semestre, dentro del cual Alemania y España son los principales destinos. Por su importancia como clientes, se ilustra en la Figura N° 7 cómo estos países han evolucionado en sus importaciones recientes bajo la glosa 1211.9085, es decir, de plantas y partes de plantas

INFOR



Fuente: EUROSTAT, 2009

Nota: Descripción TARIC del código 1211.9085: Las demás plantas, partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, medicina o para usos insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, incluso cortados, quebrantados o pulverizados.

Figura N° 7

ALEMANIA Y ESPAÑA. IMPORTACIONES DE PLANTAS Y PARTES DE PLANTAS DE USO MEDICINAL Y PERFUMERÍA CÓDIGO SA 1211.9085

EXPORTADORES DE PFNM

Un total de 102 compañías enviaron PFNM en el período enero-junio 2009, sólo cuatro empresas más que en similar período de 2008. La principal empresa exportadora es Sociedad Agrícola y Forestal Casino, que totalizó US$ 2,2 millones y cuyos envíos se redujeron drásticamente debido a las menores exportaciones de frutos de rosas mosqueta.

En el recuento de todas las compañías presentes en el primer semestre de 2008 y de 2009, se constata que 71 empresas tuvieron permanencia exportadora en los dos períodos, en tanto que de las restantes, 31 se incorporaron en el último semestre a la actividad exportadora y otras 27, que estaban presentes en 2008, salieron de ella.

Como es frecuente en la actividad productiva de plantas, partes de plantas, frutos y similares, las empresas trabajan un mix de productos que exportan posteriormente a sus clientes en el exterior, por lo que muchas de ellas tienen entre sus embarques a frutos, hojas, semillas, hongos y otros, al mismo tiempo.

INFOR

Cuadro N° 5
MONTO DE LAS EXPORTACIONES DE PFNM, PRIMER SEMESTRE AÑO 2008 Y 2009
PRINCIPALES EXPORTADORES

Exportador	1er Sem 2008 (MM US$ FOB)	(%)		1er Sem 2009 (MM US$ FOB)	(%)
Soc. Agric. y For. Casino Ltda.	6.119	(19,2)		2.247	(10,3)
Desert King Chile S.A.	2.345	(7,4)		2.124	(9,8)
Soc. Agric. y For. Sta. Margarita Ltda.	1.448	(4,5)		1.473	(6,8)
Com. Musgos Alpha Moss Ltda.	1.445	(4,5)		1.072	(4,9)
Industrias Puelche S.A.	1.260	(4,0)		1.006	(4,6)
Conservas Los Angeles Ltda.	1.578	(5,0)		1.006	(4,6)
Atlas Exportac. e Importac. S.A.	989	(3,1)		913	(4,2)
Seaweeds Chile I.C.S.A.	1.647	(5,2)		887	(4,1)
Agro Prodex Internacional S.A.	873	(2,7)		825	(3,8)
Agroindustrial Chimbarongo Ltda.	2.231	(7,0)		767	(3,5)
Los Volcanes Chile Ltda.	702	(2,2)		595	(2,7)
Hojas Export Ltda.	289	(0,9)		553	(2,5)
Soc. Com. y de Inv. Lonquén Ltda.	501	(1,6)		501	(2,3)
Com. Mar Andino O.R.G.Intern. Ltda	1.104	(3,5)		470	(2,2)
Soc. Exportadora Colón Ltda.	509	(1,6)		459	(2,1)
Exportadora Agromar Ltda.	424	(1,3)		408	(1,9)
Comerc. E Industr. Aguamar Ltda.	411	(1,3)		406	(1,9)
Comercial Graneros Ltda.	89	(0,3)		387	(1,8)
Exportaciones Catanzaro Ltda.		(0,0)		377	(1,7)
Costa Verde Trading S.A.	681	(2,1)		371	(1,7)
Otros	7.209	(22,6)		4.873	(22,4)
TOTAL	**31.854**	**(100,0)**		**21.720**	**(100,0)**

(Fuente: INFOR, 2009)

REFERENCIAS

EUROSTAT, 2009. Servicio de Información Estadística de la Unión Europea.
En: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/external_trade/introduction

INFOR, 2009. Bases de datos Exportaciones Forestales Chilenas

Valdebenito, Gerardo y Barros, Santiago, 2009. Productos Forestales No Madereros en Chile. En: Revsita Ciencia e Investigación Forestal, Vol 15 N° 1 Abril 2009. Instituto Forestal, Chile.

INFOR

INFOR

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

INFOR

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 compresión 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

INFOR

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

INFOR

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 Nº 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 asi tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro Nº 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura Nº 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 Nº , 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 Nº , 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.*

INFOR

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 atenidas 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 la 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 m^3, 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

INFOR

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 (Articulo 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.

INFOR

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

ARTICULOS **PAGINA**

SELEÇÃO DE ESPÉCIES/PROCEDÊNCIAS DO GÊNERO *Eucalyptus* POTENCIAIS PARA O SEMI-ÁRIDO DO BRASIL. **Marcos Antônio Drumond e Visêldo Ribeiro de Oliveira. Brasil.** 287

CARBON SEQUESTRATION IN COARSE WOODY DEBRIS IN PINE PLANTATIONS AND OAK STANDS IN NORTHERN SPAIN. **Celia Herrero y Felipe Bravo. España.** 295

CONTROL GENETICO DE LA ADAPTACION A LA SEQUIA DE *Pinus pinaster* A TRAVES DEL ANALISIS DE MICRODENSIDAD. **Nahum M. Sanchez-Vargas, Leopoldo Sanchez, Jesús Vargas-Hernandez, Catherine Bastien y Philippe Rozenberg. Mexico.** 311

UN ENFOQUE METODOLÓGICO PARA EL MODELAMIENTO ESPACIAL DE SERVICIOS AMBIENTALES EN EL SUR DE CHILE. **Gerardo Vergara Asenjo. Chile.** 321

RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO DE RALEO DE UN RODAL DE *Acacia caven* EN LA REGIÓN METROPOLITANA, CHILE. **Donoso, Sergio, Peña, Rojas, Karen y Diaz, Katherin. Chile.** 339

ANALISIS AGROFORESTAL DE LA PEQUEÑA PROPIEDAD AGRICOLA EN LAS REGIONES DEL BÍO BÍO Y LA ARAUCANIA, CHILE. **Alvaro Sotomayor G., Alejandro Lucero I., Hans Grosse W., Andres Bello, Hernan Soto. Chile.** 355

APUNTES

APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO REDUCIDO EXPERIENCIAS EN LA INVESTIGACIÓN Y LA CAPACITACIÓN EN OPERACIONES FORESTALES EN CUBA. **Dr. Fidel Cándano Acosta. Cuba.** 381

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) PRIMER SEMESTRE 2009. **Daniel Soto. Chile.** 395

REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN 407

INFOR

GOBIERNO DE CHILE
Ministerio de Agricultura

Volumen 15 Nº 3
Diciembre 2009