

Volumen 14 N° 3
Diciembre 2008

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

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL



INSTITUTO FORESTAL
CHILE



VOLUMEN 14 N° 3

**CIENCIA E
INVESTIGACIÓN
FORESTAL**

DICIEMBRE 2008

RELACIONES INTERNACIONALES Y COMUNICACIONES INFOR

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



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

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

RELATION BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES OF CORK FROM *Quercus suber*

Ofélia Anjos¹; Helena Pereira²; M. Emilia Rosa³

SUMMARY

Cork is known as the material used for the production of wine stoppers. The specific properties of cork, e.g. low density, very low permeability to water, elastic properties and inertness have made it the best sealant for quality wine.

The relation between compression, tensile and bending stress in cork and the influence of structural characteristics of cork on its mechanical behaviour are analyzed in this paper. The material was sampled from raw cork planks of good quality (class 1) and poor quality (class 4) collected at one industrial mill after post-harvest six-month air stabilization, water boiling and air drying as usually applied in cork industrial processing. The samples had densities ranging 0.123 - 0.203 g.cm⁻³ and porosities between 0.5 and 22.0%.

There are differences between the type of stress and the corresponding direction of stress. For the same direction of stress, the Young modulus in tension is higher than in bending and it is lowest in compression. The bending Young module was well correlated with the tensile Young module, because while in bending the sample is submitted to both tensile and compression stresses, the fracture occurs in the tensile zone. There were no significant differences in the mechanical properties of cork samples obtained from cork planks of different quality classes but the density is an important factor and samples with higher density showed overall larger resistance. Mechanical properties were influenced by the structural features related to the lenticular channels, namely the presence of thick walled and lignified cells that may border the lenticular channels.

Key words: *Quercus suber*, cork, mechanical properties, Young modulus, quality, lenticular channels, density, porosity.

¹ Unidade Departamental de Silvicultura e Recursos Naturais, Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Portugal. E-mail: ofelia@esa.ipcb.pt

² Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Portugal. E-mail: hpereira@isa.ul.pt

³ Departamento de Engenharia de Materiais, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Portugal. E-mail: emilia.rosa@ist.utl.pt

RELACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CORCHO DE *Quercus suber*

RESUMEN

El corcho se conoce como el material utilizado para la producción de tapones para las botellas de vino. Sus propiedades específicas, entre ellas, baja densidad, muy escasa permeabilidad al agua, propiedades elásticas y su condición de material inerte, lo convierten en el mejor sellante para los vinos de calidad.

En el presente documento se estudia la relación entre los esfuerzos de compresión, tracción y flexión en corcho, así como la influencia de sus características estructurales sobre su comportamiento mecánico. El material fue muestreado desde planchas en bruto de buena (clase 1) y mala calidad (clase 4) obtenidas de una planta industrial, después de una estabilización al aire de 6 meses post-cosecha, hervido en agua, y secado al aire, tal como normalmente se utiliza el corcho en sus procesos de transformación industrial. Las muestras utilizadas presentaban valores de densidad que fluctuaban entre 0,123 y 0,203 g/cm³ y una porosidad variable entre 0,5 y 22,0%.

Existen diferencias entre el tipo y dirección de aplicación del esfuerzo. Para la misma dirección de esfuerzo el módulo de elasticidad es mayor en tracción que en flexión, obteniendo los valores más bajos en compresión. El módulo de elasticidad en flexión se correlacionó bien con el módulo de elasticidad en tracción, debido a que mientras en flexión la muestra está sometida a ambos esfuerzos (tracción y compresión), la fractura se produce en la zona de tracción. No hubo diferencias significativas en las propiedades mecánicas de las muestras obtenidas de planchas de corcho de distintas clases de calidad, no obstante la densidad fue un factor importante, de modo que las muestras más densas mostraron mayor resistencia. Las propiedades mecánicas estuvieron influenciadas por las características estructurales relacionadas con los canales lenticulares, particularmente con la presencia de células de pared gruesa y lignificada que pueden rodear a estos canales.

Palabras clave: *Quercus suber*, corcho, propiedades mecánicas, módulo de elasticidad, calidad, canales lenticulares, densidad, porosidad.

INTRODUCTION

The cork that is world wide known as the sealant in wine bottles is derived from the outer bark of one evergreen European oak, the cork oak (*Quercus suber* L.). Cork is a cellular material with structural and chemical features that impart it with peculiar and interesting physical and mechanical properties (Fortes *et al.*, 2004). Cork is a highly ordered structure of small, hollow and non-communicating cells (Pereira *et al.*, 1987), with suberin as the main structural component of cell walls (Pereira, 1988).

The porosity of cork given by the presence of lenticular channels is the main quality parameter and it is used to grade the cork raw material in quality classes. A good cork will have few and small diameter pores, while a poor quality cork will have lenticular channels with a large cross-sectional area. The appreciation is visual and a broad range of porosity is found in each commercial class, especially in the intermediate quality classes (Anjos *et al.*, 1997; Pereira *et al.*, 1996).

Some authors have described the compression behaviour of good quality cork (Rosa and Fortes, 1988; Gibson *et al.*, 1981). The Young's modulus for radial compression is roughly one and a half times that along the other two directions (Rosa and Fortes, 1991; Fortes and Nogueira, 1989). The compressive properties of cork were found to vary with the density (Gibson and Ashby, 1987) and cellular dimensions (Pereira *et al.*, 1992). Rosa and Fortes (1991) observed that the Young's module in tension was higher than the observed in compression. In cork, density varies with the geometry of the cells, the undulation of cell walls and the presence of lenticular channels or other discontinuities (Rosa, 1988).

The mechanical properties of cork may constitute a potential for this material to be used in innovative applications related to diverse fields. The objective of this work is to evaluate the relation between mechanical properties in cork namely tensile, compression and tree point bending tests.

MATERIAL AND METHODS

The compression and tensile properties of cork were studied on samples obtained from good quality (class1) and poor quality (class 4) cork planks and correlated with the density and porosity. The test specimens were cut from each cork plank as plates with 30mm x 5mm x 60mm edge and equilibrated in the laboratorial environment to 9% mean moisture content. Samples were taken from the cork planks in three radial positions: The inner part plank (the belly side), the outer part (the back side) and a mid position. The specimens were weighed and porosity and density calculated.

The porosity (determined by image analysis) was reported as a coefficient of porosity, in percentage, representing the area of pores divided by the total area, and calculated as the mean of the two faces measured in each sample. For the compression tests we measured the porosity on the perpendicular face of the load direction, for the tensile tests we measured the porosity in the higher faces parallel to the load direction and for the bending tests we measured the porosity in the higher faces perpendicular to the load direction.



The different mechanical tests were made at a constant crosshead speed of 2 mm min⁻¹ (equivalent to a strain rate of 2×10^{-3} s⁻¹) up to a strain of 80%, for compression test, and up to fracture on the bending tests (equivalent to a strain rate of 1.4×10^{-3} s⁻¹). The tensile test used a crosshead speed of 5 mm min⁻¹, corresponding to a strain rate of 1.7×10^{-3} s⁻¹. Young's modulus was calculated from the average slope of the stress-strain curve between the loads of 10 N and 100 N, corresponding to strains between approximately 1% and 2.5%.

The samples obtained from cork planks of different commercial quality classes, had densities ranging 0.123 - 0.203 g.cm⁻³ and porosities between 0.5 and 22.0%.

Notation list

Notation for the tensile tests:

- Ab** – load according to axial direction in a specimen from the inner part plank;
- Ai** – load according to axial direction in a specimen from the mid point;
- Ac** – load according to axial direction in a specimen from the outer part plank;
- Tb** – load according to tangential direction in a specimen from the inner part plank;
- Ti** – load according to tangential direction in a specimen from the mid point;
- Tc** – load according to tangential direction in a specimen from the outer part plank.

Notation for the bending tests:

- Rct** – load according to radial direction, where the force is applied in the other part plank and the direction of tensile/compression is tangential;
- Rbt** – load according to radial direction, where the force is applied in the inner part plank and the direction of tensile/compression is tangential;
- At** – load according to axial direction, perpendicular to the lenticular channel where the direction of tensile/compression is tangential;
- Rca** – load according to radial direction, where the force is applied in the other part plank and the direction of tensile/compression is axial;
- Rba** – load according to radial direction, where the force is applied in the inner part plank and the direction of tensile/compression is axial;
- Ta** – load according to tangential direction, perpendicular to the lenticular channel where the direction of tensile/compression is axial.

RESULTS AND DISCUSSION

The stress – strain curves up to a strain of 80% of cork samples in compression parallel to each of the three main directions and for the two quality grades are represented in Figure N° 1 (Anjos *et al.*, 2006). The stress-strain behaviour of cork sample in compression, for both quality classes was similar. The most significant differences referred to somewhat higher stress values for the region of larger deformations for class 4, corresponding to strains above 50%.

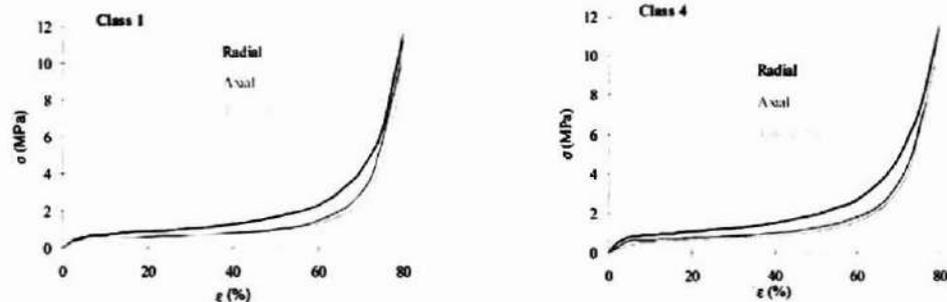


Figure N° 1

STRESS-STRAIN CURVES FOR THE COMPRESSION OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF CLASS 1 AND CLASS 4 IN THE THREE DIRECTIONS (RADIAL, AXIAL AND TANGENTIAL).

The mechanical behaviour observed is common to previous results by other authors (Rosa *et al.*, 1990; Rosa and Fortes, 1988; Gibson *et al.*, 1981; Anjos *et al.*, 2005). The curves followed the pattern of an elastic region up to strains of approximately 5%, corresponding to the elastic bending of the cell walls, followed by a large plateau for strains between about 5% to 60% caused by the progressive buckling of the cell walls, with a subsequent steep increase of stress for higher strains with the crushing and collapse of the cells.

The average Young's module for the two quality classes observed (Table N°1) are 18.3 and 16.9 MPa for the radial and axial directions, and 12.3 MPa for the tangential direction. A similar difference in Young's module was reported for raw cork (Rosa and Pereira, 1994; Pereira *et al.*, 1992), although in other studies a lower value was found for the radial compression (Rosa *et al.*, 1990). When comparing the Young's modulus, and the stress values for strains of 5%, 25%, 50%, 75% and 80% in compression for both quality classes (Table N° 1), it can be seen that in all cases the values are high for class 1, but without significant differences of the mean values of the two quality classes (Scheffé test). The analysis of variance of the Young's module showed that the quality class was not a significant factor of variation or its interaction with the direction of compression; the direction of compression was a highly significant factor accounting for 60% of the total variation.

In the present study, the densities of the cork samples under compression ranged 0.121 to 0.197g.cm⁻³ (Table A.1, see appendice). Anjos *et al.* (2006) observed an increasing E with density, especially for compression in the radial direction. The effect was less marked for compression in the tangential direction.

Table N° 1

COMPRESSION PROPERTIES OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT COMMERCIAL QUALITY (CLASS 1 AND CLASS 4, RESPECTIVELY GOOD AND POOR) IN THE THREE DIRECTIONS (RADIAL, AXIAL AND TANGENTIAL). MEAN OF TWELVE SAMPLES AND STANDARD DEVIATION

Compression properties *	Class 1			Class 4		
	Radial	Axial	Tangential	Radial	Axial	Tangential
E (MPa)	17.94±2.865	16.60±1.790	13.42±1.423	18.65±3.312	17.08±2.266	11.20±1.727
σ_5 (MPa)	0.61±0.057	0.59±0.061	0.56±0.044	0.59±0.068	0.57±0.104	0.44±0.048
σ_{25} (MPa)	0.91±0.122	1.02±0.142	0.89±0.099	1.15±0.199	0.88±0.203	0.91±0.072
σ_{50} (MPa)	1.28±0.251	1.65±0.340	1.21±0.144	1.81±0.370	1.47±0.520	1.25±0.488
σ_{75} (MPa)	5.34±0.105	5.31±0.163	5.37±0.147	6.37±2.352	6.97±2.665	6.38±0.389
σ_{80} (MPa)	17.99±0.217	10.58±0.330	10.70±0.303	10.25±0.271	10.39±0.331	10.40±2.294

Young's modulus (E), stress for strains of 5% (σ_5), 25% (σ_{25}), 50% (σ_{50}), 75% (σ_{75}) and 80% (σ_{80}).

Adjusted stress strain curves obtained in tensile tests are shown in Figure N° 2. The curves are similar for the three planes, but the inner part was slightly more resistant than the outer part of the cork plank. For all tests the cork from class 1 was statistically (ANOVA test) higher resistant under tension than that observed for the class 4.

Table N° 2 indicates the Young's module, stress and strain at fracture. The cork samples presented higher resistance in tensile that in compression. That behaviour could be explained by the structure of cork, where the stiffness of undulated plates (the cell walls) increases as the amplitude of the undulations decreases: while compression increases the amplitude, tension decreases it (Rosa, 1991). The differences observed between samples could be explained by the presence of cork defects. In the inner part of the plank the higher tensile resistance occurred because the cells are well arranged and there are few defects, with only a few sclerenchymatic cells, and a lower porosity (Table A2, see appendice).

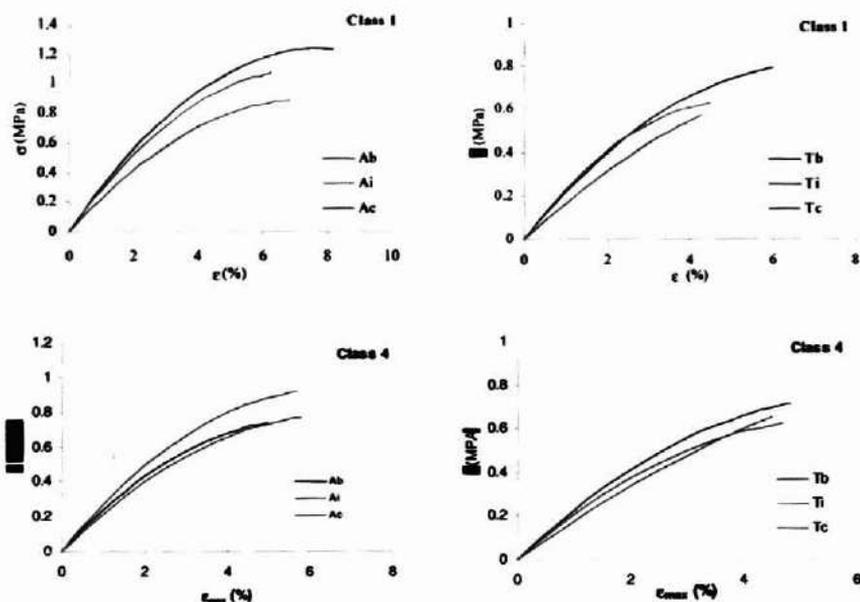


Figure N° 2

STRESS-STRAIN CURVES FOR THE TENSILE TESTES OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF CLASS 1 AND CLASS 4 IN THE DIRECTIONS AXIAL AND TANGENTIAL FOR TREE PLANES (INNER, OUTER AND MID)

The cork has higher resistance under tensile tests for the axial direction because there is higher residual tension on cork in tangential direction due the cork growth in the tree stem. Also the pores are not circular in the tangential section, and they have an approximate elliptical form with the higher axis in the axial direction.

The densities of the cork samples under tensile ranged 0.148 to $0.178 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (Table A.2, see appendice), and there is a good correlation between Young's module and density. The same results were observed by Gibson and Ashby (1987) and Anjos (2005).

The stress strain curves obtained in bending tests are represented in Figure N° 3. The curves are similar for the different direction and similar to those obtained for the tensile tests. As in tensile, the material resistance was lower in the tangential direction. For most tests the resistance was higher for the class 1 corks than for class 4 corks, due to the differences in cell structure and defects as explained before. The ANOVA results show that the more important factor to explain the variability was the internal tension in the specimen. The density in that tests specimen was very similar (Table A.3, see appendice) and the porosity in the fracture zone was very important for the higher or lower cork resistance.

Table N° 2

TENSION PROPERTIES OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT QUALITY (CLASS 1 AND CLASS 4) IN THE INNER, OUTER AND MID PART OF THE PLANK. MEAN OF TWELVE SAMPLES AND STANDARD DEVIATION

Compression properties *	Class 1			Class 4		
	Ab	Ai	Ac	Ab	Ai	Ac
E (MPa)	35.31±1.48	31.70±2.35	25.40±3.17	28.00±3.89	22.87±4.50	26.65±3.18
σ_r (MPa)	1.27±0.07	1.00±0.12	0.89±0.15	0.83±0.23	0.75±0.14	0.73±0.10
ϵ_r (%)	8.22±0.68	6.27±1.36	6.89±1.0	5.72±1.50	5.79±0.98	4.98±1.11
	Tb	Ti	Tc	Tb	Ti	Tc
E (MPa)	23.72±1.36	23.88±1.42	18.62±2.99	24.31±2.77	19.84±5.34	20.86±5.00
σ_r (MPa)	0.75±0.10	0.62±0.06	0.50±0.13	0.70±0.12	0.56±0.20	0.57±0.13
ϵ_r (%)	5.97±1.11	4.50±0.63	4.44±1.44	4.82±0.92	4.40±0.83	4.73±1.07

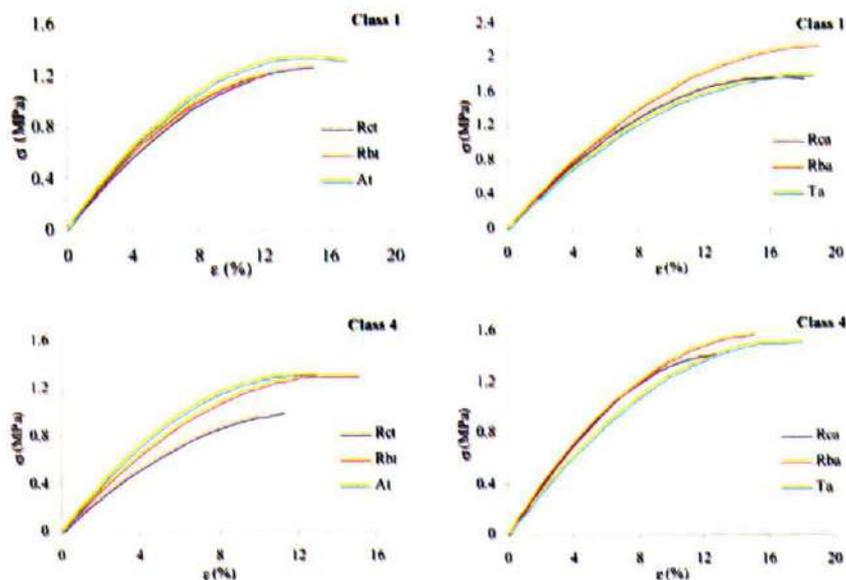


Figure N° 3

STRESS-STRAIN CURVES FOR THE BENDING TESTS OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF CLASS 1 AND CLASS 4 IN THE TWO DIRECTIONS

Table N° 3

BENDING PROPERTIES OF CORK SPECIMENS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT COMMERCIAL QUALITY (CLASS 1 AND CLASS 4, RESPECTIVELY GOOD AND POOR). MEAN OF TWELVE SAMPLES AND STANDARD DEVIATION

Compression properties *	Class 1			Class 4		
	Rct	Rbt	At	Rct	Rbt	At
E (MPa)	16,25±1,26	17,66±1,47	17,88±2,43	15,34±1,28	16,72±2,10	16,86±3,82
σ_f (MPa)	1,18±0,22	1,13±0,22	1,29±0,11	0,98±0,07	1,3±0,03	1,30±0,27
ϵ_f (%)	15,04±2,29	12,57±1,71	13,08±1,56	11,19±2,63	15,03±1,11	13,35±1,58
	Rca	Rba	Ta	Rca	Rba	Ta
E (MPa)	21,52±3,13	22,51±1,68	21,76±2,09	21,09±3,49	19,29±2,11	18,69±1,34
σ_f (MPa)	1,67±0,27	1,57±0,32	1,63±0,17	1,35±0,05	1,53±0,27	1,43±0,11
ϵ_f (%)	17,56±1,75	18,41±3,92	17,58±1,94	12,68±4,81	14,97±2,20	18,81±4,65

The comparison of compression tensile and bending behaviour of cork is shown in Figure N° 4 in relation to the average Young's module for class 1 and 4. When the fracture zone on bending tests was near the inner part plank we compared with the tensile value in the same plane. The Young's module in compression are lowest than in tensile or bending. The highest resistance of cork is observed for the tensile stress. The behaviour of cork in bending seems to be influenced by the specimen zone that is submitted to compression, because the variation for bending and compression are very similar. If the fracture zone in the specimen submitted to the bending test was near the inner part of the plank or in the outer part is not correlated with the bending Young's module, but this is an important factor for the Young's module measured in tensile.

For class 4 corks, the tensile Young's modules are higher than those in bending and compression. There was no correlation between Young's module measured in bending and compressions tests, as it was the case for class 1 corks. This can be explained by the higher percentage of defects in this poor quality cork planks, which showed a higher porosity and more frequent occurrence of sclerenchymatic cells.

For the fracture stress values in tension (Figure N° 5), the previously observed relation is inverted, and the average values of the bending stress fracture are higher than the observed in tensile stress fracture. The variability observed in tensile tests is superior to that observed in bending. While the average value of the Young's modules in bending was higher to the Young's modules in tension, the tension that is necessary to fracture is lesser. Because in that test is necessary exceed too the resistant of the compression zone.



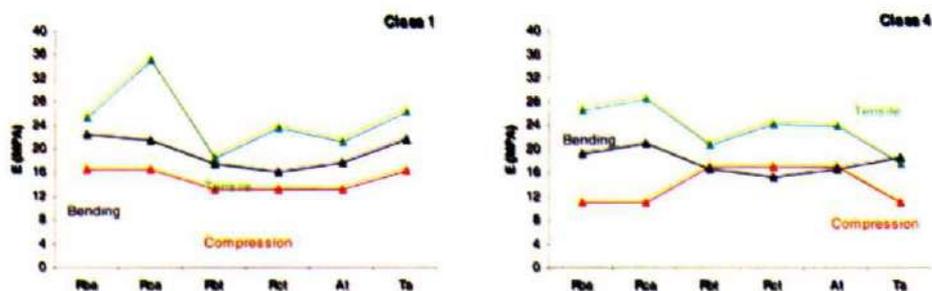


Figure N° 4
VARIATION OF THE AVERAGE VALUES OF THE YOUNG'S MODULUS IN BENDING, TENSILE AND COMPRESSION TESTS FOR CORK PLANKS OF CLASS 1 (LEFT) AND CLASS 4 (RIGHT)

Figure N° 6 represent for class 1 and class 4 the variation of average values of strain in bending testes and tensile, for the two quality class. The average values of the fracture strain in bending testes are superior to those observed in the tensile tests, independent of the quality class. A similar behaviour is observed between the average values of fracture strain in tension and the average values of the fracture strain in bending tests for quality class 1.

So we can conclude that the bending Young's modulus depends on the behaviour of the zone submitted in compression. The fracture stress result for a set of two stress (tensile and compression) and the fracture strain are well correlated with the tensile zone.

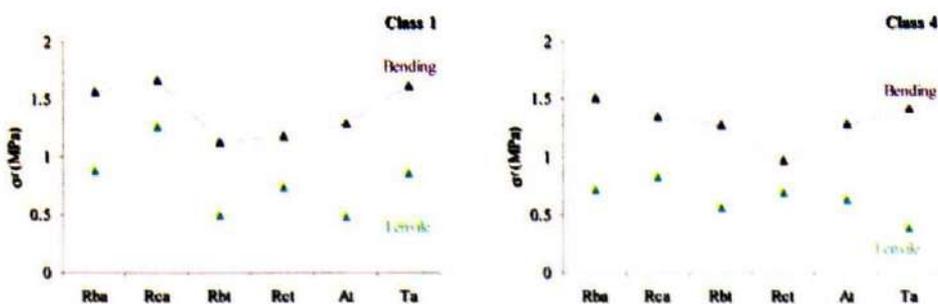


Figure N° 5
VARIATION OF THE AVERAGE STRESS VALUES IN BENDING AND TENSILE TESTS FOR CORK PLANKS OF CLASS 1 (LEFT) AND CLASS 4 (RIGHT)

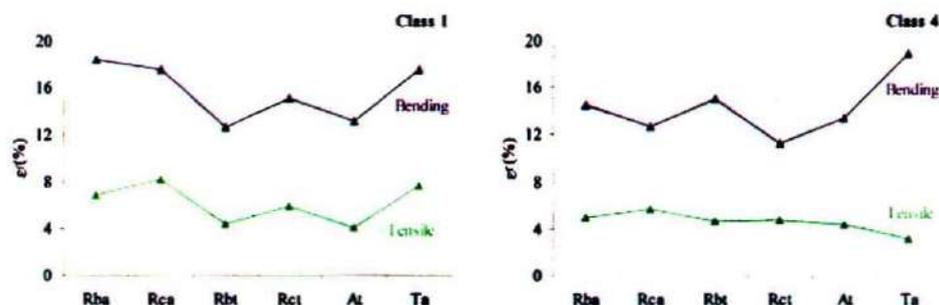


Figure N° 6

VARIATION OF THE AVERAGE STRAIN VALUES IN BENDING AND TENSILE TESTS FOR CORK PLANKS OF CLASS 1 (LEFT) AND CLASS 4 (RIGHT)

CONCLUSIONS

Cork shows some differences in its mechanical properties regarding the type of stress and the corresponding direction of stress. For the same direction of stress, the Young modulus in tension is higher than in bending and it is lowest in compression. The bending Young's modulus were well correlated with the tensile Young's modulus, because while in bending the sample is submitted to both tensile and compression stresses, the fracture occurs in the tensile zone. There were no significant differences in the mechanical properties of cork samples obtained from cork planks of different quality classes but the density is an important factor and samples with higher density showed overall larger resistance. Mechanical properties were influenced by the structural features related to the lenticular channels, namely the presence of thick walled and lignified cells that may border the lenticular channels.

The results showed that the cork resistance was higher for the inner part plank, caused by the cork structure. The cork was higher resistant too for the axial direction because in that direction there aren't so many residual tension. The mechanical behaviour is well correlated with the density and strongly affected by the cell structure defects namely the porosity.



REFERENCES

- Anjos, O.; Pereira, H. and Rosa, M.E., 2006.** Effect of quality, porosity and density on the compression properties of cork. *Wood Science and Technology* submitted.
- Anjos, O.; Pina, P. and Rosa, M.E., 1997.** Caracterização da porosidade da cortiça amadia cozida através de análise de imagem. in *Proceedings of the I Congresso Forestal Hispano Luso*, Pamplona, Junio 1997, edited by Tricas, F.P. and Vicuña, M.R. 295 p.
- Fortes, M.A. and Nogueira, M.T., 1989.** The poisson effect in cork. *Materials Science and Engineering, A* 122: 227-232.
- Fortes, M.A.; Rosa, M.E. and Pereira, H., 2004.** *A Cortiça*. Editora IST Press, Lisboa.
- Gibson, L.J. and Ashby, M.F., 1997.** *Cellular Solids – Structure and properties*. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge. 532 p.
- Gibson, L.J.; Easterling, K.E. and Ashby, M.F., 1981.** The structure and mechanics of cork. *Proc. Roy. Soc. London A* 377: 99-117.
- Pereira, H., 1988.** Chemical composition and variability of cork from *Quercus Suber* L. *Wood Science and Technology*, 22:211-218.
- Pereira, H.; Graça, J. and Baptista, C., 1992.** The effect of growth rate on the structure and compressive properties of cork, *IAWA Bull.* 13:389-396.
- Pereira, H.; Lopes, F. and Graça, J., 1996.** The evaluation of the quality of cork planks by image analysis. *Holzforschung*, 50:111-115.
- Pereira, H.; Rosa, M.E. and Fortes, A.M., 1987.** The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. *IAWA Bull.* n.s., 8: 213-218.
- Rosa, M.E. and Fortes, M.A., 1988.** Densidade da cortiça: factores que a influenciam, *Cortiça*. 593: 65-69.
- Rosa, M.E. and Fortes, M.A., 1988.** Rate effects on the compression and recovery of dimensions of cork. *Journal of Materials Science* 23: 879-885
- Rosa, M.E. and Fortes, M.A., 1991.** Deformation and fracture of cork in tension. *Journal of Material Science* 26: 341-348
- Rosa, M.E.; Pereira, H. and Fortes, M.A., 1990.** Effects of hot water treatment on structure and compressive properties of cork. *Wood and Fiber Science* 22: 149-164.
- Rosa, M.E. and Pereira, H., 1994.** Effects of long term treatment at 100°C-150°C on structure, chemical composition and compression behavior of cork. *Holzforschung* 48: 226-232.

APPENDICE DENSITY AND POROSITY OF TEST SPECIMEN

Table A1

DENSITY AND POROSITY OF THE CORK SPECIMENS USED IN THE COMPRESSION TESTS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT COMMERCIAL QUALITY. MEAN OF TWELVE SAMPLES, STANDARD DEVIATION, AND MINIMUM AND MAXIMUM VALUES

Cork plank quality	Direction of compression	Density (g cm ⁻³)	Porosity * (%)
		Mean±std.dev	Mean±std.dev
Class 1	Radial	0.152±0.009	6.56±1.72
	Axial	0.152±0.011	4.26±1.72
	Tangential	0.151±0.0136	3.45±2.86
Class 4	Radial	0.162±0.0155	8.76±4.61
	Axial	0.162±0.0052	4.54±1.32
	Tangential	0.160±0.0087	4.75±2.48

* Porosity of the faces perpendicular to the direction of compression.

Table A2

DENSITY AND POROSITY OF THE CORK SPECIMENS USED IN THE TENSILE TESTS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT COMMERCIAL QUALITY (CLASS 1 AND CLASS 4). MEAN OF TWELVE SAMPLES AND STANDARD DEVIATION.

Cork plank quality	Plane of tensile	Density (g cm ⁻³)	Porosity * (%)
		Mean±std.dev	Mean±std.dev
Class 1	inner	0.178±0.010	3.51±0.41
	mid	0.169±0.007	5.22±0.63
	outer	0.152±0.005	6.35±0.79
Class 4	inner	0.171±0.012	4.67±1.15
	mid	0.148±0.011	5.76±1.23
	outer	0.160±0.015	7.80±0.64

* Porosity of the higher faces parallel to the direction of tension.

Table A3

DENSITY AND POROSITY OF THE CORK SPECIMENS USED IN THE BENDING TESTS OBTAINED FROM CORK PLANKS OF DIFFERENT COMMERCIAL QUALITY (CLASS 1 AND CLASS 4, RESPECTIVELY GOOD AND POOR). MEAN OF TWELVE SAMPLES, STANDARD DEVIATION, AND MINIMUM AND MAXIMUM VALUES

Cork plank quality	Sample	Density (g cm ⁻³)	Porosity * (%)
		Mean±std.dev	Mean±std.dev
Class 1	Rct	0.177±0.010	3.71±1.42
	Rbt	0.170±0.007	7.21±2.23
	At	0.176±0.008	4.60±0.93
	Rca	0.174±0.008	3.86±1.05
	Rba	0.174±0.007	7.18±2.46
	Ta	0.174±0.007	5.07±0.35
Class 4	Rct	0.194±0.017	6.02±1.29
	Rbt	0.187±0.014	10.83±1.43
	At	0.180±0.014	6.07±0.82
	Rca	0.194±0.013	7.06±1.32
	Rba	0.189±0.011	11.03±2.83
	Ta	0.183±0.009	6.81±0.61

* Porosity of the higher faces perpendicular to the direction of bending.

LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL “VIÑALES” ANTE LOS RETOS DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Ynocente Betancourt Figueras¹; Josefa Villalba Fonte²; Joel Calzadilla López³

RESUMEN

La Empresa Forestal Integral Viñales es una de las 27 empresas forestales existentes en Cuba. Posee una extensión de 54 mil hectáreas, de las cuales 47 mil corresponden a bosques pertenecientes a 7 formaciones forestales diferentes. Se destaca la formación de *pinares*, que ocupa 35 mil hectáreas entre plantaciones y bosques naturales. Las dos especies de pino predominantes son el *Pinus caribaea* var. *caribaea* y el *Pinus tropicalis*.

La superficie patrimonial de la empresa ocupa el 62% del territorio del municipio de Viñales, donde la principal actividad la constituye el turismo de naturaleza, al cual la empresa realiza importantes contribuciones y beneficios con sus bosques, los que en la actualidad no se valoran.

La empresa tiene elaborada su proyección estratégica hasta el año 2010, sin embargo ésta sólo incluye la valoración de su producción principal: madera aserrada y madera rolliza, mientras que entre los productos forestales no madereros solo considera a la resina de pino.

El presente documento tiene por objetivo formular una propuesta destinada a elaborar una nueva estrategia, que incluya la valoración total de los bienes y servicios que sus bosques aportan al sector del turismo y a la comunidad en general.

Por primera vez en Cuba se estudia la valoración económica, social y ambiental del impacto que producen en el sector del turismo los productos forestales no madereros y los servicios ambientales.

Palabras claves: Estrategia empresarial, turismo de naturaleza, servicios ambientales, sustentabilidad.

¹ Centro de Estudios Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba. E-mail: betancourt@af.upr.edu.cu

² Centro de Estudios Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba. E-mail: villalba@af.upr.edu.cu

³ Empresa Forestal Integral Viñales. Pinar del Río. Cuba



THE INTEGRAL FOREST COMPANY "VIÑALES" FACES THE CHALLENGES OF THE SUSTAINABLE FOREST DEVELOPMENT

SUMMARY

The Integral Forest Company of Viñales is one of the 27 Forest Companies placed in Cuba. It has 54 thousand hectares; 47 thousand of them are occupied by forests belonging to 7 different forest formations. It stands out the formation of pinegroves, which occupies 35 thousand hectares between plantations and natural forests. The two predominant pine species are *Pinus caribaea* var. *caribaea* and the *Pinus tropicalis*.

The Company occupies 62% of the territory of the municipality of the same name. The main activity of the territory constitutes the nature tourism to which the Company contributes important taxes and benefits with its forests, those that at the present time are not valued.

The Company has elaborated its strategic projection until the year 2010, however this has only included the valuation of its main production: sawed wood and plump wood, about the non timber forest products, only the pine resin is included.

The objective of this paper is to constitute a proposal destined to elaborate a new strategy, that includes the total valuation of the goods and services that the Company's forests contribute to the tourism sector and to the general community.

In Cuba it is the first time that economical, social and environmental valuation of the impact of the non timber forest products and the environmental services produce on the tourism sector are analyzed.

Key words: Management strategy, nature tourism, environmental services, sustainable.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Forestal Integral "Viñales" (EFI Viñales), perteneciente al Grupo Empresarial de Montaña del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Río, es un caso atípico entre las 27 empresas forestales de Cuba. En efecto, esta se ubica en un territorio donde el sector económico prioritario es el turismo, de modo que los bosques de la empresa tributan importantes beneficios a dicho sector.

Su actividad se relaciona con la producción de madera aserrada, madera rolliza, resina, carbón y otros productos forestales en menor cuantía, así como con tareas de reforestación y en menor medida con el manejo de las plantaciones existentes. Sin embargo, enfrenta el desafío de diversificar su producción y prestar mayor atención a los servicios ambientales que sus ecosistemas forestales ofrecen al turismo y a la comunidad en general.

Al respecto, la EFI Viñales no dispone de una estrategia a mediano plazo que considere las potencialidades del sector forestal en el territorio y su vinculación con el turismo. Esto incide en un manejo desordenado que no valora otros bienes y servicios ambientales que puede ofrecer para responder a las nuevas exigencias del desarrollo sustentable.

Analizando su actual objeto social, así como la influencia de los bosques sobre los recursos naturales, como principales atractivos del turismo en la región, se analizan y proponen alternativas para que en los próximos diez años la empresa pueda dar respuesta a las nuevas exigencias del desarrollo sustentable.

A partir de su Proyecto de Ordenación, se pretende redefinir su estrategia considerando el aprovechamiento de los Productos Forestales No Madereros (PFNM) y los Servicios Ambientales (SA) que sus bosques prestan, situación que le permitirá obtener nuevos y mayores ingresos que se reinvertirán en la reforestación y manejo sustentable.

La importancia de esta investigación radica en que por primera vez se establece una proyección a mediano plazo para una empresa forestal cubana, que considera los resultados del Proyecto de Ordenación y no sólo los indicadores productivos del sector, elaborando un diagnóstico relacionado con los servicios ambientales que los bosques ofrecen al turismo y que hasta el presente no se han valorado.

El valor práctico de este trabajo está determinado por el hecho que, a partir de la estrategia que se elabora para la empresa, el manejo forestal responderá a criterios de sustentabilidad avalados por los resultados del proyecto de ordenación, el conocimiento de los servicios ambientales y de los principales PFNM, lo que incidirá en un mayor reconocimiento social e incrementará las ganancias de la Empresa.



OBJETIVOS

Elaborar, a partir de los resultados del Proyecto de Ordenación de la empresa Viñales, una estrategia que le permita diseñar e implementar un programa que determine los bienes y servicios ambientales que presta al desarrollo del turismo local, manejando con criterios de sustentabilidad los ecosistemas forestales.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar el estado actual del sector forestal en el municipio de Viñales y la incidencia del mismo en el turismo y otras ramas productivas.
- Valorar los resultados del Proyecto de Ordenación.
- Proyectar la estrategia a mediano plazo.
- Diseñar un programa para la implementación de la estrategia.
- Valorar cualitativamente la correspondencia entre la estrategia y el programa por parte de expertos, especialistas y organismos afines.

ANTECEDENTES GENERALES

A partir de la denominada "Cumbre del Milenio" celebrada en Río de Janeiro, Brasil, el año 1992, mucho se ha escrito sobre lo que se entiende por desarrollo sustentable. Al respecto, Febles (2000, cit. por Marcos, 2004) señala que la sustentabilidad es algo que aún se está tratando de definir. Algunos autores prefieren definir la sustentabilidad como la seguridad de que las futuras generaciones tendrán iguales oportunidades para adquirir los recursos que el planeta posee. Otros consideran que este concepto se refiere al tipo de desarrollo que es económicamente viable y que no afecta al medio ambiente, siendo además socialmente justo.

En la actualidad existe la tendencia y el interés por lograr el manejo sustentable de los bosques, reducir el deterioro ambiental, proteger la biodiversidad y desarrollar la economía. De esta forma se contribuye al desarrollo sustentable, concepto que cada vez adquiere más aceptación en todo el mundo como marco para definir la política económica.

Entre los servicios ambientales y sociales que proporcionan los bosques y los árboles figuran la conservación de la diversidad biológica, la fijación de carbono para mitigar el cambio climático, la conservación de suelos y aguas, la generación de oportunidades de empleo y de actividades recreativas, la mejora de los sistemas de producción agrícola, la mejora de las condiciones de vida en los núcleos urbanos y periurbanos y la protección del patrimonio natural y cultural (FAO, 1998).

Los bosques tropicales solo se podrán conservar si se reduce la presión humana sobre ellos y si su aprovechamiento se inspira en una ordenación permanente y cuidadosa. Los factores que contribuyen a la destrucción de los bosques tropicales son complejos, pero el problema más urgente es el de las relaciones entre el bosque y la población que vive en él o en sus alrededores.

Situación de los Bosques de Cuba

Herrero (2000) destaca que la destrucción o desaparición de los bosques en Cuba se relaciona con los sistemas sociales imperantes. Se establecen tres etapas antes de la Revolución: Desde 1492 hasta 1800; desde 1801 hasta 1900; y desde 1901 hasta 1958. De estas etapas la que más incidió en la desaparición y degradación de los bosques fue la del período neocolonial, (1902-1959), en la que la tasa anual de deforestación fue máxima (70.000 ha/año), provocada fundamentalmente por la expansión acelerada de la industria azucarera y el desplazamiento de grandes masas de campesinos pobres hacia las montañas. La tasa de deforestación, aunque variable, se mantuvo positiva por más de 400 años, revirtiéndose definitivamente a partir de 1959.

La superficie cubierta originalmente por bosques en Cuba se estima entre el 75 y el 95% del territorio; sin embargo, en 1959 estas áreas habían disminuido hasta valores del 8 al 16%. Las causas de esta disminución fueron las necesidades de maderas para construcciones navales, civiles y militares, la necesidad de espacio para la ganadería y, en especial, para el cultivo de la caña, la fabricación de carbón, y el uso directo como combustible y otras (Betancourt, 1972).

De acuerdo a Herrero (2006), al año 2005 la superficie cubierta por bosques en Cuba se estima en un 24,2% del territorio, lo que equivalía a 2.600.000 ha. Su distribución espacial presenta marcadas diferencias entre provincias y se acentúa a nivel de municipio.

La Situación Forestal de Pinar del Río

De acuerdo con SEF (2005), la cubierta forestal de la provincia de Pinar del Río es de 422.900 ha, que representan el 39,1% de la superficie geográfica de la provincia. Este valor supera al 24,2% que posee el país y al 27% que se considera internacionalmente como el porcentaje mínimo que debe tener un país o región para que el bosque pueda jugar el papel que le corresponde en la economía y en la sociedad.

La cubierta forestal de la provincia está integrada por un 78% de bosques naturales y un 22% de plantaciones, de éstas últimas más del 95% se han realizado después del triunfo de la Revolución. En dicha cobertura están representadas 12 formaciones boscosas, de las cuales las más importantes desde el punto de vista productivo son las formaciones de pinares, las que ocupan el 38% de la superficie forestal.

Pinar del Río es la provincia cubana con mayor porcentaje de superficie cubierta por bosques y está entre las de mayor desarrollo forestal, sus empresas forestales aportan anualmente más de 90.000 m³ de madera aserrada, madera rolliza, postes para servicio público, cujes⁴ para tabaco, leña, carbón y resina de pino.

En menor cuantía se aprovecha la tierra de hoja y otros PFNM, sin embargo el nivel de ingresos por este concepto dista mucho de su verdadero potencial. También existen otros

⁴ Varas transversales usadas para colgar tabaco (Nota del Editor).

productos, como la miel y la cera, que son aprovechados por otras empresas sin que ellas ni sus trabajadores reciban beneficios importantes.

Caracterización Geoclimática del Municipio de Viñales

El municipio de Viñales tiene una población de 27.111 habitantes y una extensión territorial de 704,26 km². Se localiza en la zona occidental del país, en la Provincia de Pinar del Río (Figura N° 1).



Figura N° 1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE VIÑALES EN CUBA
(Fuente: Servicio Estatal Forestal Pinar del Río)

El territorio es de clima cálido. Se caracteriza fundamentalmente por su diversidad litológica y de relieve cársico (mogotes, sierras, abras, valles, entre otros), presencia de las inusuales alturas de Carso Tropical, elevada cavernosidad y presencia del mayor sistema cavernario de Cuba y América Latina. El mismo es escenario de la mayor geo y biodiversidad de Cuba, con sus aguas subterráneas, superficiales y mineromedicinales; multiplicidad de ecosistemas en diferente grado dinámico-evolutivo, existencia de especies florísticas autóctonas, endémicas, amenazadas y carismáticas (Jaula, 2001). Cuenta con la única especie viva declarada Monumento Nacional del Planeta: la palma corcho (*Microsycas calocoma*, Miq.) -fósil viviente- además de una gran diversidad de fauna, en particular moluscos y aves.

Tales características hacen de Viñales un fuerte exponente del desarrollo del turismo de naturaleza en Cuba, donde este se convierte en la principal fuente económica de la región.

Principales Formaciones Boscosas de la Empresa

El 71,8% de los suelos del municipio están ocupados por bosques (Figura N° 2), los que se distribuyen en los cuatro ecosistemas forestales existentes en la zona: pinares, encinares, manglares y xerófito de mogotes. Esta situación confirma el potencial del rubro forestal, el que se encamina a convertirse en el principal sector económico del territorio en un plazo de 10 años.

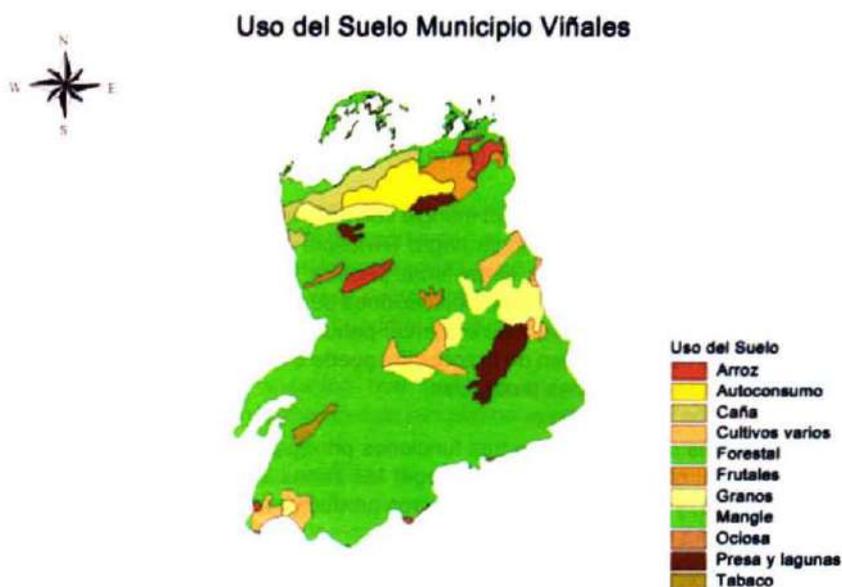


Figura N° 2
USO DEL SUELO EN EL MUNICIPIO DE VIÑALES
(Fuente: Servicio Estatal Forestal Pinar del Río)

Pinares

Los pinares naturales son la principal formación boscosa en el territorio de la EFI Viñales. Cubren una extensión de 8.790,9 ha. Constituyen la única formación indígena de Cuba con un dosel arbóreo formado por solo una, o excepcionalmente dos especies. Su existencia obedece a factores edáficos, pues viven en suelos ácidos con poca capacidad para retener agua. Así, aunque estos lugares se encuentran dentro de regímenes climáticos correspondientes a los montes semicaducifolios, las especies típicas de estos montes no pueden existir en los pinares debido a la gran escasez de agua durante la temporada de sequía, mientras que los pinos con sus hojas extremadamente xeromorfas se adaptan a esa condición.

Sólo los pinos que tienen una simbiosis con hongos en forma de una micorriza



hectótrofa son capaces de obtener por esta vía suficiente cantidad de sustancias alimenticias para mantener un crecimiento relativamente rápido y alcanzar el tamaño de árboles.

Los pinares sólo tienen una capa arbórea y una arbustiva. Esta última constituida por arbustos muy variados acidófilos en primer lugar, *Ericaceas*, *Melastomatáceas* (cordobanes). Beneficiada por la poca sombra que se encuentra en los pinares se desarrolla una rica capa herbácea, especialmente de gramíneas y *Ciperáceas* que presentan muchas relaciones con la verdadera sabana de América tropical continental.

Manglares

En la empresa existen 2.572,1 ha de manglares, los cuales se desarrollan por regla general en suelos más o menos arcillosos (pesados) y en lugares protegidos por rompeolas (cayos, bahías, etc.) contra el oleaje muy fuerte.

La frontera hacia el mar la forma el mangle colorado o rojo (*Rhizophora mangle*), detrás de ésta se desarrolla una faja de mangle negro (*Avicenia nitida*) con patabán (*Laguncularia racemosa*), mientras que más hacia tierra firme penetra la yana (*Conocarpus erecta*) y el mangle negro. No obstante a veces hay modificaciones de la zonación, a menudo detrás de la elevación se presentan depresiones más o menos pantanosas donde vuelven a presentarse los manglares, en los cuales el orden de la zonación puede estar perturbado de distinta manera como pasa a menudo en las bahías protegidas.

Los manglares del litoral tienen tres funciones principales: (1) proteger la línea costera contra la erosión del oleaje del mar; (2) proteger las zonas interiores contra salpicaduras y vientos permanentes; y (3) producir madera y otros productos útiles (taninos).

Los manglares son fuente importante de tanino, de leña, de carbón vegetal, pero también de madera de construcción. El contenido de tanino del mangle colorado es de un 20 a 30% (corteza); en patabán en un 15% (corteza y hojas), es decir el potencial de la producción de taninos en los manglares es alto (Samek, 1974).

Encinares

Este ecosistema tiene una extensión de 10.392,3 ha. Posee una estrato arbóreo constituida por la especie *Quercus sagraeana*, el único roble verdadero existente en Cuba (Sablón, 1984), aunque según Samek (1974) y otros botánicos, es posible que exista otra especie de este género en Cuba. Los encinos a veces se encuentran asociados con el *Pinus tropicalis*, pero con frecuencia se encuentra puro. El hombre a través de la crianza de cerdo ha tenido mucho que ver con la extensión de esta formación.

Xerofíticos de Mogote

Cubren una extensión de 5.789,7 ha. Por mogotes se entienden en Cuba las lomas calizas de una estructura extremadamente cársica debido a la escasez del suelo, que sólo

se encuentra en las cavidades de las rocas y tiene poca capacidad para retener el agua. Estos lugares presentan una vegetación del tipo de monte seco, parecida a los montes secos costeros. Una excepción son los mogotes de la sierra de los Órganos en Pinar el Río, donde la vegetación está dominada por elementos florísticos propios.

PFNM Relacionados con el Turismo en el Territorio

Una de las principales justificaciones que ha incentivado el aprovechamiento de los PFNM son los beneficios sociales que aportan, fundamentalmente los que contribuyen a cubrir necesidades de primera urgencia, como son las plantas medicinales. A partir de 1991, cuando se inició la depresión de la economía cubana y hubo una reducción sustancial en disponibilidad de recursos, tales como medicinas, fibras, alimentos, forraje, resinas, colorantes y otros, se inició la recuperación del uso tradicional de muchos productos que habían sido sustituidos por otros productos industriales o de importación.

Hasta el año 2005 EFI Viñales solo comercializa como PFNM, resina de pino, tierra de hoja y semillas, por lo que a nivel de la empresa el estado actual de la utilización de estos recursos es muy bajo y la misma está perdiendo la posibilidad de incrementar sus ganancias, generar empleos e incrementar el nivel de vida de la población, todo ello a través del uso integral y sostenible de los PFNM que brinda el bosque.

También existe una instalación que produce canastas a partir del Guaniquique (*Trichostigma octandrum*) y sin embargo este renglón no aparece registrado.

Se conoce que una amplia variedad de objetos artesanales se venden en los Centros Turísticos a partir de PFNM y de pequeñas piezas de madera, los cuales no son comercializados por la EFI Viñales. En la mayoría de los casos su extracción no se paga y es ilegal. En total las ventas de estos productos en los centros turísticos del municipio sobrepasan los US\$ 500 por día, lo que representa en el año un valor superior a los US\$ 150 millones.

Varias plantas son empleadas con fines ornamentales, destacándose las orquídeas.

El Sector del Turismo en el Municipio

El Sector del turismo en el territorio está estructurado en dos cadenas, una hotelera (HORIZONTES) que comprende los Hoteles de "Los Jazmines", "La Ermita" y "Rancho San Vicente", y una cadena extrahotelera (PALMARES), integrada por el Restaurante "El Mural", Restaurante "Cueva del Indio", Restaurante "Palenque de los Cimarrones" y el Restaurante "El Ranchón".

Al cierre del año 2005 habían visitado el municipio con interés turístico un total de 86.766 turistas-días. Se reportan ganancias totales alrededor de US\$ 2.439.060, de ellos US\$ 634.604 aportados por la cadena "Horizontes" y US\$ 1.804.574 por la cadena "Palmares".

Los Senderos incluidos en el Parque Nacional "Viñales", fueron visitados en el año 2005



por un total de 10.006 turistas con ingresos de US\$ 65.281.

También existe alojamiento informal para turistas, el que está representado por más de 300 casas de familias que alquilan habitaciones, las cuales solamente por el ingreso derivado de los impuestos representa valores cercanos a los US\$ 531 000.

Por concepto de turismo en el territorio, el Estado percibió en el año 2005 un ingreso anual total de US\$ 3.035.341.

Teniendo en cuenta que Viñales constituye el principal polo turístico de la provincia, y que de acuerdo a las tendencias para los próximos años esta situación debe incrementarse, entonces resulta fundamental revisar la proyección de EFI Viñales y de los servicios que sus bosques prestan al turismo, por lo que ello constituirá motivo de nuevas acciones e indicadores para los próximos 10 años.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre los métodos teóricos utilizados se encuentra el denominado "Método Dialéctico Materialista", el cual permitió descubrir la dialéctica del desarrollo del proceso estudiado, mediante las siguientes acciones:

- Análisis del campo de acción, los componentes y contradicciones presentes en este, a partir de la caracterización del sector forestal en el municipio y de la participación de la Empresa Forestal como actor principal en el proceso de cambios que se deben producir.
- Definición del proceso mediante el cual se desarrolla esa contradicción. Los métodos empíricos utilizados para cumplir los objetivos propuestos fueron:
 - Entrevistas a dirigentes de las diferentes instituciones del municipio.
 - Encuestas a especialistas y técnicos del sector forestal en EFI Viñales.
 - Análisis documental para evaluar los documentos relacionados con el Proyecto de Ordenación y para estudiar y comparar los resultados económicos de los diferentes organismos del municipio y su incidencia con la empresa.
 - Criterio de expertos para el intercambio con especialistas de la provincia y nación (Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña, de la dirección provincial y nacional).

RESULTADOS

Como se enunció en la introducción, la estrategia actual de EFI Viñales no ha considerado en su enfoque y proyección la existencia de un importante grupo de bienes directos, como los PFNM y los servicios ambientales, situación que según las encuestas realizadas, obedece al

desconocimiento de los organismos productivos y de servicios del municipio. Por otra parte, como la empresa no contó sino hasta el año 2005 con el proyecto de ordenación no podía plantearse los criterios de sustentabilidad que dicho documento contempla.

La primera encuesta abarcó una muestra de 19 directivos y empresarios representativos de los siguientes sectores del territorio, los resultados cuantitativos de la misma se resumen en el Cuadro N° 1.

1. Hoteles Horizontes Viñales (Grupo CUBANACAN).
2. Restaurantes Palmares (Servicios).
3. Empresa Tabacalera.
4. Unidad Empresarial de Base "Costa Norte". Recursos Hidráulicos.
5. Parque Nacional "Viñales".
6. Dirección Municipal de Acueductos.
7. Empresa Pecuaria.
8. Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP).
9. Dirección de Industrias Locales (Poder Popular).
10. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Poder Popular).

Una segunda encuesta se aplicó a 22 personas vinculadas al sector forestal, en este caso directivos, especialistas, técnicos y trabajadores de la EFI Viñales, con el objetivo de conocer sus criterios en relación al uso del plan de ordenación y los servicios ambientales. Sus resultados se resumen en el Cuadro N° 2.



Cuadro N° 1
ENCUESTA APLICADA A DIRECTIVOS Y EMPRESARIOS DE SECTORES ECONÓMICOS
DEL MUNICIPIO

N°	Pregunta	SI	%	NO	%
1	Conoce de la existencia de la Empresa Forestal Viñales en el municipio.	19	100	0	0
2	Tiene información sobre las actividades que realiza la Empresa en el territorio.	17	89,5	2	10,5
3	Identifique en la siguiente relación los recursos que usted considera forman parte del patrimonio forestal.				
3.1	Los pinares.	19	100	0	0
3.2	Las presas o espejos de agua.	6	31,6	13	68,4
3.2	Los mogotes.	9	47,4	10	52,6
3.3	Las cuevas.	7	36,8	12	63,2
3.4	Los manglares.	14	73,7	5	26,3
3.5	Los senderos ecológicos.	13	68,4	6	31,6
3.6	La apicultura.	9	47,4	10	52,6
3.7	Las palmas.	15	78,9	4	21,1
3.8	El paisaje.	14	73,7	5	26,3
3.9	Ríos y arroyos.	9	47,4	10	52,6
3.10	Biodiversidad.	11	57,9	8	42,1
4	Hay incidencia del sector forestal en la actividad de su identidad.	18	94,7	1	5,3

Cuadro N° 2
ENCUESTA APLICADA A DIRECTIVOS, ESPECIALISTAS Y TÉCNICOS DEL SECTOR FORESTAL EN LA PROVINCIA

N°	Pregunta	SI	%	NO	%
1	Se ha tenido en cuenta el Plan de Ordenación en la ejecución del Plan Técnico Económico de la Empresa.	21	95,4	1	4,6
2	Hay correspondencia entre los volúmenes de madera extraídos y los determinados por la ordenación.	21	95,4	1	4,6
3	Se ejecutan los manejos forestales con criterios de sustentabilidad.	20	90,9	2	9,1
4	Conoce usted los servicios ambientales que la Empresa ofrece.	20	90,9	2	9,1
5	Identifique los servicios ambientales que prestan los bosques en el territorio de Viñales.				
5.1	Paisajismo.	21	95,4	1	4,6
5.2	Protección de aguas y suelos.	21	95,4	1	4,6
5.3	Protección de la fauna.	21	95,4	1	4,6
5.4	Conservación de la biodiversidad.	20	90,9	2	9,1
5.5	Como sumideros de carbono.	18	81,8	4	18,2
5.6	Atracción de turistas.	20	90,9	2	9,1
5.7	Mejorador del clima.	19	86,4	3	13,6
6	Recibe la empresa alguna renumeración financiera por los servicios ambientales que presta.	0	0	22	100



Análisis Cualitativos de los Resultados de la Encuesta

De acuerdo con la encuesta aplicada a los directivos de las entidades productivas y de servicios (Cuadro N° 1), se establece lo siguiente:

- Se identifica la existencia de la Empresa Forestal Viñales en el territorio (100%) y de las actividades que la misma realiza (89,5%).
- Se pone de manifiesto un desconocimiento generalizado por parte de los encuestados sobre la pertenencia de varios recursos naturales al patrimonio forestal, siendo los más significativos los mogotes, las cuevas, la apicultura, los ríos y arroyos y la biodiversidad.
- En el caso de las presas existentes dentro de las áreas forestales, el 68,4% de los encuestados no las asocian al patrimonio forestal. Sin embargo esto obedece a la organización institucional de Cuba, que determina que estas pertenezcan a otro organismo (Recursos Hidráulicos).
- Se destaca la importancia del sector forestal en el territorio, lo que se manifiesta en que el 94,7% de los encuestados señala que hay incidencia del sector forestal en la actividad de su organismo.

La encuesta aplicada a actores vinculados al sector forestal (Cuadro N° 2) establece que:

- Todos los entrevistados consideran al plan de ordenación como el documento rector para la elaboración del Plan Técnico Económico de la Empresa y en particular del Plan de Aprovechamiento.
- Relacionado con los servicios que prestan los bosques, todos coinciden en que los mismos constituyen la razón de ser del Parque Nacional y que su contribución es decisiva a la actividad del turismo y consecuentemente a la estabilidad social del municipio.
- El total de los encuestados reconoce que la empresa no recibe ninguna retribución financiera por los beneficios que brindan sus bosques.

El Proyecto de Ordenación como Documento Base para elaborar la Proyección de la Empresa

De acuerdo con FAO (2005) los tres pilares básicos de la ordenación forestal sustentable son los aspectos económicos, ambientales y socioculturales.

La ordenación forestal se realiza a partir de un proyecto que incluye como primera etapa un inventario forestal. Con los datos del inventario se determina el incremento medio anual por hectárea y año, para posteriormente a partir de funciones matemáticas establecer los planes de manejo para cada lote, conducente todo a lograr el máximo volumen de madera en pie al término del turno establecido para la plantación. Conociendo el volumen de madera por hectárea, se establecen los Planes de Aprovechamiento Anual, fijando en el tiempo y espacio

las áreas a cortar para cada período.

Del proyecto de ordenación de EFI Viñales se obtuvo la siguiente información que se detalla a continuación:

-Plan de aprovechamiento por Lotes y Rodales, que determina a partir de la fecha de plantación los siguientes parámetros dasométricos: Área total, diámetro promedio, altura total del fuste, altura comercial, volumen comercial por hectárea, número de árboles por hectárea y número de árboles por hectárea con diámetro mayor a 20 cm.

-Volumen de madera rolliza (uso directo) por hectárea.

-Volumen de leña y rabizas⁵ por hectárea.

-Volumen de resina por hectárea.

De acuerdo al Plan de Ordenación elaborado en el 2005, los principales volúmenes de madera a obtener desde el año 2006 hasta el 2015 son los que se presentan en el Cuadro N° 3.

⁵ Los autores parecen referirse con este término a piezas de madera cortas y delgadas, como las usadas para mangos de herramientas (Nota del Editor).

Cuadro N° 3
RESUMEN DEL PROGRAMA ANUAL DE COSECHA DE *Pinus caribaea* HASTA EL AÑO 2015

Años	Área a talar (ha)	(a)=(b)+(e) Volumen Total (m³)	(b)=(c)+(d) Volumen Comercial (m³)	(c) Madera en Bolo⁶ (m³)	(d) Madera Rolliza (m³)	(e) Leña y Rabizas (m³)
2006	300,1	54.182,3	41.503,1	37.098,8	4.404,3	12.679,3
2007	301,4	31.360,7	23.655,7	18.604,8	5.050,8	7.705,0
2008	301,2	44.219,1	34.503,7	29.673,5	4.830,1	9.715,4
2009	301,9	48.110,8	36.975,4	33.590,7	3.384,8	11.135,4
2010	301,1	51.705,9	37.243,5	32.924,6	4.318,9	14.462,4
2011	301,5	43.227,8	33.020,0	24.763,5	8.256,6	10.207,7
2012	302,1	35.007,2	26.619,3	19.677,9	6.941,4	8.387,9
2013	301,1	57.189,3	44.884,5	34.584,1	10.300,4	12.304,8
2014	301,5	38.460,5	29.633,7	19.537,3	10.096,4	8.826,8
2015	302,4	31.036,8	23.888,0	17.910,6	5.977,4	7.148,9
Promedio	301,4	43.450,0	33.192,7	26.836,6	6.356,1	10.257,4

Fuente: Proyecto de Ordenación de EFI Viñales. Año 2005.

La Empresa Forestal Viñales y su Proyección hasta el Año 2015

Las fortalezas y oportunidades detectadas en la elaboración de la matriz FODA indican una tendencia creciente a reconocer la incidencia del sector forestal en el desarrollo del turismo de naturaleza y en la prestación de servicios ambientales a otros sectores de la economía regional.

⁶ Fuentes sin labrar para ser aserrados (Nota del Editor).

La elaboración de la proyección de la empresa hasta el año 2015, utilizó la proyección actual elaborada en el 2004, con un alcance hasta el 2010. La proyección propuesta considera lo indicado en el documento "Tendencias y perspectivas del sector forestal hasta el año 2015", elaborado por la Dirección Nacional de Silvicultura, y se basa en los resultados del proyecto de ordenación elaborado durante el 2005, el cual permite determinar los volúmenes de madera a extraer por lotes y áreas aplicando principios de manejo forestal sustentable. Como aspectos novedosos, se incorpora por primera vez aquellos atributos relacionados con los servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales y una mayor valoración de los PFNM.

La empresa tiene un gran potencial, actualmente subutilizado, en el aprovechamiento de los PFNM. Por lo mismo, requiere planificar la diversificación de la gama de productos a utilizar y recuperar, o al menos compartir espacios que han sido ocupados por otras empresas y sectores. En particular, se sugiere identificar los PFNM que son utilizados para la elaboración de artesanías demandadas por los turistas.

Para lograr un mejor aprovechamiento de los PFNM es necesario:

- Incrementar los niveles de producción de resina, logrando no menos de 300 toneladas anuales.
- Incrementar el uso de los bienes que proporciona la palma real: tierra de hoja, frondas para cestería y frutos.
- Recuperar el uso del Guaniquie⁷, muy usado en la elaboración de muebles, canastas y otros artículos.
- Evaluar con mayor rigor la cría de cerdos dentro de las áreas forestales, en particular en los encinares. Establecer variantes de manejo.
- Incrementar los frutales en los planes de forestación y reforestación.
- Mejorar el aprovechamiento de las diversas opciones que ofrecen los ecosistemas forestales como fuentes de materias primas para la artesanía que se comercializa en los centros turísticos del municipio (Figura N° 1).
- Planificar y potenciar el uso de los recursos faunísticos.
- Mantener e incrementar la cosecha de semillas forestales con fines de reforestación y para la comercialización.
- Realizar los estudios necesarios y potenciar el uso de plantas con propiedades medicinales.
- Producir en vivero plantas ornamentales silvestres, para evitar su extracción desde el bosque, contribuir a conservar la biodiversidad y generar una actividad comercial derivada de su venta.

⁷ *Trichostigma octandrum*, trepadora leñosa de la familia *Fitolaceae* (Nota del Editor).



-Iniciar la producción de miel y cera a partir de las abejas de la tierra (*Melipona beecheii*) y valorar la posibilidad de iniciar el manejo de *Apis mellifera*.



Figura N° 3

ARTÍCULOS DE ARTESANÍA CONFECCIONADOS CON PRODUCTOS DEL BOSQUE

Considerando los resultados de la presente investigación, la estrategia que se propone para la EFI Viñales queda definida en la formulación de su misión y visión institucional.

Como misión, la empresa ha definido: Garantizar con criterios de sustentabilidad la generación de productos forestales maderables y no maderables que necesita el país, así como brindar los servicios ambientales que demanda el turismo, contribuyendo a la estabilidad económica y social del territorio.

Como visión, EFI Viñales se destaca por su importante producción de madera y PFM, que contribuyen al desarrollo económico, social y cultural del país, valorizando los servicios ambientales que ofrece al desarrollo del turismo, mediante el manejo forestal sustentable de diferentes ecosistemas.

Programa para Implementar la Estrategia

Para implementar la estrategia desarrollada para la EFI Viñales se ha definido un programa que se resume en el Cuadro N° 4.

Cuadro N° 4
PROGRAMA PARA IMPLEMENTAR LA ESTRATEGIA INSTITUCIONAL DE EFI VIÑALES

N°	Actividad	Fecha	Responsable
1	Elaborar un informe al GEAM* de la provincia, proponiendo los cambios en la estrategia de la empresa.	Abril 2006,	Director EFI Viñales.
2	Desarrollar un taller con directivos, técnicos y trabajadores de la empresa para presentar la estrategia.	Mayo 2006,	Director EFI Viñales.
3	Elaborar documento sobre los servicios ambientales que brinda la empresa y difundirlo a los directivos de otras instituciones del municipio.	Junio 2006,	Jefe de Ordenación de EFI Viñales.
4	Desarrollar un curso, en coordinación con la Universidad de Pinar del Río, para calificar a los técnicos de la empresa y de otros organismos.	Septiembre a Octubre 2006,	Jefe de Capacitación de EFI Viñales.
5	Desarrollar las investigaciones previstas para la evaluación económica de los servicios ambientales que brinda la empresa.	Marzo 2006 a Diciembre 2007,	Profesores de la Universidad de Pinar del Río y Técnicos de EFI Viñales.

*GEAM: Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña.

La estrategia propuesta ha sido sometida a la evaluación por expertos de diferentes áreas de dirección de la rama forestal en el Ministerio de la Agricultura; especialistas del Grupo Provincial de Agricultura de Montaña; especialistas del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; especialistas de la Estación Experimental de Viñales; y profesores-investigadores del Centro de Estudios Forestales de la Universidad de Pinar del Río.

CONCLUSIONES

La evaluación del estado actual del sector forestal en el municipio de Viñales y su incidencia sobre el resto de las ramas productivas, de servicios y en particular del turismo, demostró que en los próximos años el sector forestal incrementará su influencia en el desarrollo del territorio. Por lo mismo, el rol de EFI Viñales se hará más relevante al incorporar en sus indicadores a aquellos relacionados con los servicios ambientales que prestan sus ecosistemas.

El documento principal para cumplir con la estrategia propuesta lo constituye el "Proyecto de Ordenación", el cual ha fijado para los próximos 10 años los volúmenes de madera a cortar para cada año, los tratamientos silviculturales que se deben realizar a las plantaciones y las nuevas áreas que se deben reforestar.



El turismo que se desarrolla en el municipio de Viñales corresponde al denominado turismo de naturaleza o ecoturismo, el cual se basa fundamentalmente en el paisaje que brindan los ecosistemas forestales, sin embargo, EFI Viñales no recibe retribuciones por los servicios que presta a dicho sector.

La proyección de la empresa incorpora en su misión y visión institucional la incidencia de los servicios ambientales y de los PFNM, situación que en el mediano plazo contribuirá a su mayor desarrollo económico.

El programa elaborado para implementar la nueva estrategia de la empresa responde a la realidad actual del territorio. Éste permitirá fortalecer el rol de EFI Viñales en el municipio e integrarla con el resto de los sectores productivos.

Por primera vez se incorpora a la estrategia de una empresa forestal la valoración de los servicios ambientales.

REFERENCIAS

Betancourt, Y., 1972. Estudio económico sobre la utilización de la madera en Cuba. Informe Técnico. Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Habana.

FAO, 1998. Plan de Acción Forestal Tropical.

FAO, 2005. Situación de los bosques del mundo. Roma, pp.4.

Herrero J.A., 2006. Criterios e indicadores del manejo forestal sostenible. Una visión de futuro.

Herrero, J.A., 2000. Tendencias y perspectivas del sector forestal hasta el año 2020. Informe.

Jaula, J.A., 2001. Bases teórico-metodológicas para la ordenación territorial de reservas de biosfera en función de un turismo sostenible. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas, Departamento de Geografía, Universidad de Alicante, España.

Marcos, C., 2004. Estudio sobre los impactos a la sostenibilidad del patrimonio forestal del Municipio de La Palma. Tesis de Maestría en Agroecología. Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río.

Sablón, A.M., 1984. Dendrología. Libro de texto en la carrera de Ingeniería Forestal. Editorial Pueblo y Educación.

Samek, V., 1974. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. Libro de texto en la carrera de Ingeniería Forestal. Editorial Ciencia y Técnica. Instituto Cubano del Libro.

SEF (Servicio Estatal Forestal), 2005. Informe Técnico. Estado de la cobertura forestal en la Provincia de Pinar del Río.

PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

EL CASO DE LA BELLEZA ESCÉNICA DE *Araucaria Araucana*

Mol. Koch

Jorge Cabrera¹ y Marco Rubilar²

RESUMEN

Los bosques de *Araucaria araucana* se encuentran declarados Monumento Natural que prohíbe su corta y comercialización, razón por la cual muchos de estos bosques, principalmente privados y en manos de pequeños propietarios, se encuentran abandonados y en proceso de degradación.

Como una forma de buscar nuevos sistemas de protección de la especie, el presente estudio diseña un sistema de pago por servicios ambientales, basado en el servicio de la belleza escénica de la especie que en pequeños parques puede brindar.

Metodológicamente este trabajo se concentra fundamentalmente en determinar la disposición a pagar por el servicio, utilizando para ello el método de valorización contingente. Basado en un muestreo prospectivo, un instrumento de toma de datos, proceso de consulta directa y procesamiento estadístico económico, se obtuvieron cifras de disposición de pago positivas. Por parte de los estudios de la oferta, éstos se redujeron a una ronda de visitas más que a un muestreo estadístico debido a la claridad de la situación actual de los propietarios de araucaria.

En base a estos antecedentes la factibilidad técnico económica de implementar un Pago por Servicios Ambientales se califica como alta.

Palabras claves: *Araucaria araucana*, pago por servicios ambientales.

SUMMARY

Araucaria forests (*Araucaria araucana*) are under protection as National Monument in Chile, so harvesting and trade are not allowed. Conservation is ensured, but many *Araucaria* forests, mainly belonging to private and small owners, are currently neglected and exposed to degradation processes.

As a way to find alternatives to protect the species, an environmental services payment system design, based on the scenic value of the species in small parks, is the main objective of the work described on this paper.

¹ Ingeniero Forestal M Sc. Sede Valdivia. Instituto Forestal jcabrera@infor.cl

² Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción.

Regarding to the methodology, the paper focused on the willingness to pay for the service determination, using for that the contingent valuation methodology. Based on a prospective sampling, a data collect instrument, a direct consultation process and a statistical method, positive willingness to pay figures were obtained. The current situation of the Araucaria forest owners is quite clear, so statistics sampling was not necessary, several visits to them were enough.

Based on the above background, the technical and economic feasibility to the Environmental Services Payment System setting up was considered as high.

Key words: *Araucaria araucana*, Environmental Services

INTRODUCCIÓN

Según la normativa chilena, no se puede usufructuar, a través del uso comercial este árbol nativo de la zona sur del continente sudamericano. La gran mayoría de las zonas forestales con concentraciones, de cualquier nivel, de araucarias se encuentra bajo el firme alero de protección gubernamental, ya sea como Monumento Natural o como Reservas Forestales y Parques Nacionales (SNASPE).

En particular, la especie sólo podría ser explotada para uso científico, pero no comercial, bajo una estricta justificación dentro de un plan de manejo que debe aprobar la autoridad forestal.

La otra cara de esta situación la conforman los dueños privados de terrenos con este tipo de bosques. El poseer una araucaria dentro de los límites geográficos de un terreno privado significa que a este suelo no se le puede asignar ningún otro fin que mantener con vida a dicho árbol. Si algún agente privado talara una araucaria sufriría de los rigores de la ley con sus respectivas multas.

De esta forma el gobierno ha diseñado un mecanismo de protección coercitivo e intimidador para la protección de esta especie nativa de la tala para fines comerciales. Sin embargo, esto no garantiza su protección y más bien genera incentivos perversos sobre la especie (Rubilar, 2008).

Sin embargo, este mecanismo no goza de perfección, por el contrario, se transforma en un incentivo para que privados no la protejan, pues ha perdido su valor económico para ellos, y para que otros con intenciones inescrupulosas construyan métodos perversamente elegantes. El más conocido de ellos, es el de quemar o incendiar árboles sanos dejándolos en un estado tal que se pueda terminar de eliminar del suelo y utilizarse éste para "mejores" fines.

Para el presente trabajo, se asume que el beneficio ambiental por parte de la araucaria sería su aporte en la belleza ambiental de su propio entorno. La literatura (Landell-Mills *et al.*, 2002; Wunder, 2005; Wunder *et al.*, 2008; Wünscher *et al.*, 2007) reconoce varios servicios más, pero para este caso no serán de interés, sino solo la belleza escénica. Las razones que se

esgrime se sustentan en dos aspectos, en primer término su distribución geográfica y altitudinal y, en segundo, su lento crecimiento.

En este trabajo se revisa un conocido método directo microeconómico-ambiental de preferencia extraída como es la valoración contingente, pero en su versión más ampliada y atrevida como es el Pago por Servicios Ambientales, aplicado a una especie arbórea nativa. Se examina un método que arroje un resultado formal para la estimación de los parámetros que defina necesarios, tanto para quien provea el servicio ambiental como para quienes lo utilicen.

La idea es generar un mercado ficticio para el servicio ambiental entregado por la araucaria, a saber, la belleza escénica, mediante una estimación de la disposición a pagar (D_p) y la disposición a aceptar (D_a), calculando el equilibrio del mercado bajo algunos supuestos estilizados. Se caracterizará la demanda y la oferta para dar forma a este mercado ambiental, buscando que las mismas fuerzas del mercado lleven a la asignación de un precio eficiente para la belleza escénica de la araucaria. Antes de todo esto se realiza una revisión de literatura sobre el PSA, agrupando conceptos, ideas y resultados de investigaciones anteriores. Luego, se comenta sobre la metodología que se aplica en la caracterización de los lados del mercado, dado que describir la oferta es una tarea completamente diferente a la de describir la demanda en este contexto, por su tamaño y perfil. Finalmente, los resultados son presentados en conjunto para observar su relación. Desde el inicio del trabajo se percibe la necesidad de profundizar en PSA en el tema de la araucaria, por ser una especie tan sensible en Chile, así como en otras áreas susceptibles o de riesgo bioeconómico.

OBJETIVOS

Diseñar un pago por servicios ambientales donde específicamente se pretende:

- Determinar si existe un *trade-off* entre los bosques protegidos de araucaria y la demanda por beneficios ambientales.
- Valorar económicamente el bosque de araucaria utilizando el método de valoración contingente.
- Caracterizar el nivel de aceptación de implementar un proyecto de PSA para belleza escénica en un parque de araucaria por parte de los propietarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Pago por Servicios Ambientales: Una Revisión

El Pago por Servicios Ambientales, PSA en adelante, es un innovador instrumento para financiar la conservación de la naturaleza y manejar los recursos naturales. Se conoce como el pago directo por el mantenimiento o provisión de los servicios ambientales por parte de los usuarios del servicio, el cual se destina a los proveedores. La idea del PSA es crear un mercado para un bien que habitualmente no tiene precio, persiguiendo la asignación eficiente de los recursos.

Su utilización está ampliamente documentada en aplicaciones realizadas en pequeños países en desarrollo, en especial latinos. Depende de la clara identificación de los agentes, proveedores y usuarios, y de la relación entre uso de tierra y provisión de los servicios.

Este método contingente es fundamentalmente diferente de otros enfoques de conservación. En lugar de que otros presuponen que todos ganan, este enfoque reconoce explícitamente un fuerte *trade-off* en el montaje de paisajes con el uso de la tierra y trata de conciliar el conflicto de intereses, a través de una indemnización. Si bien existen sistemas PSA en algunas economías desarrolladas, siguen siendo mal aplicados en los países en desarrollo. Hay muchas iniciativas incipientes en esto (e.g. Landell-Mills *et al.*, 2002; Pagiola *et al.*, 2002).

Cuatro tipos de Servicios Ambientales (SA) actualmente son destacados:

- La captura y almacenamiento de carbono y provisión de aire.
- La protección de la biodiversidad.
- La protección de cuencas hidrográficas y provisión de agua.
- La belleza escénica.

A veces, varios servicios pueden ser proporcionados en forma sinérgica como un 'sistema' de régimen de pago, que puede permitir que varios usuarios de los servicios ambientales paguen por sus servicios a varios proveedores de servicios en forma simultánea. La solución de este problema no es obvia, dado que no todos los bienes ambientales calzan fácilmente en un programa de servicios ambientales y no todas las personas están dispuestas a pagar por ellos. También se puede detectar parciales *trade-offs* entre los servicios. Además, algunos servicios ambientales, diferentes de los mencionados anteriormente, podrían ser objeto de comercio (e.g. áreas silvestres que proporcionan servicios de polinización a la agricultura), pero esta situación es muy poco observada.

Las conclusiones sobre este método no son homogéneas (Romero y Andrade, 2004; Karsenty, 2004; Vogel, 2002). Por un lado el PSA puede provocar financiamiento para comunidades pobres, a través de la venta de estos servicios, pero por otro lado puede generar mayor desigualdad de la distribución económica si en este programa participan grandes *holdings* que pueden privar a las comunidades de sus derechos legítimos. Además, algunos opositores a los PSA tienen intereses creados. Para un donante, el dinero que pasa de la mano del demandante al oferente, obviamente, ofrece menos oportunidades de publicidad que un multifacético proyecto de desarrollo rural. En esta fase, la incorporación del PSA en los países en desarrollo probablemente se enfrenta a dos obstáculos claves y una barrera de comunicación.

El primer obstáculo es la limitada demanda; muy pocos usuarios de los servicios están seguros sobre el mecanismo para el que "estarían" dispuestos a pagar, en algunos casos, debido a que el vínculo entre el uso de la tierra y la disposición del SA es insuficientemente comprendido o ambiguo. El segundo obstáculo es la escasez de conocimientos sobre la

dinámica de la oferta de Servicios Ambientales (SA). Cuando hay demanda de SA y se conoce su disposición a pagar, la pregunta es: ¿Cuáles son las condiciones previas institucionales necesarias para que los proveedores de PSA negocien un acuerdo? Demasiado poco se sabe y son necesarias más manos de experimentados. Por último, comunicar el concepto del PSA es un problema. Los partidarios suelen utilizar una base económica, mientras que los escépticos se basan en otras ciencias sociales (antropología, sociología, psicología, ciencias políticas). Obviamente, hay margen para mediar entre estas dos ciencias. Formalmente, la literatura no ha presentado una definición única sobre este tema, generando en ocasiones confusión. Sobre este mismo tema, Wunder (2005) presenta en cinco puntos lo que sería la conceptualización del pago por servicios ambientales, dada su propia experiencia.

PSA es una transacción voluntaria, donde:

- El servicio ambiental está bien definido.
- Es comprado por un consumidor de servicios ambientales.
- Desde un proveedor de servicios ambientales.
- Si y sólo si el servicio ambiental es provisto con seguridad.
- Es un pago condicionado a una actividad de conservación.

En su correcto diseño es necesario, identificar los agentes que son, por un lado, los responsables de la externalidad positiva, proveedores del recurso, y por otro lado los usuarios del recurso. El PSA es un mecanismo que enmarca una "negociación voluntaria", que viene de las medidas de comando y control, donde se supone que los potenciales proveedores del servicio ambiental pueden darle realmente un uso alternativo al suelo que les pertenece. Lo que se compra tiene que estar bien definido. La literatura comenta (Wunder, 2005) que el servicio ambiental puede ser medible tanto en forma directa como indirectamente, como el uso de la tierra para proporcionar un servicio.

También es necesario considerar los factores exógenos a la implicancia del SA, ya que la misma naturaleza no tiene un comportamiento constantemente predecible. Por ejemplo, si se quiere otorgar el servicio de limpieza del agua, a través de la conservación de los bosques, este resultado se puede ver afectado por tormentas tropicales afectando predominantemente la calidad del agua. Se ha comprobado que algunos pagos por SA, aunque sean fundamentados en relaciones improbables o en mitos, pueden permanecer por mucho tiempo. A veces, incluso, no se tiene la certeza de que los SAs clasifican como reales o "imaginarios". Pese a esto, se sostiene que una mala base para el PSA radicará en una baja solidez y sostenibilidad, dada la incertidumbre que se podría generar en el demandante del servicio, implicando finalmente la eliminación de sus pagos.

En cualquier PSA, debe haber recursos que van desde al menos un comprador del SA a por lo menos un proveedor, aunque la transferencia se produce a menudo, a través de un intermediario. Por último, pero no por ello menos importante, el régimen de PSA depende



de cuanto pague el usuario, de la cuantía de prestación del servicio ambiental y que ésta sea continuo. Por consiguiente, los compradores de SAs suelen vigilar el cumplimiento del programa y si éste se apega a lo que el contrato firmado ha estipulado. En los países desarrollados, el apoyo legal puede crear las condiciones de confiabilidad para el flujo seguro de los pagos (e.g. Bayon, 2004; Sokolow y Zurbrugg, 2003). Como es de suponer, en los países en desarrollo el marco legal no existe o es incipiente. Esta característica implica que el PSA normalmente debe ser controlado periódicamente, a menudo con un horizonte infinito, atado a un seguimiento del cumplimiento. Por lo tanto, los compradores de servicios deben tener la posibilidad de retirarse de un contrato PSA si no reciben lo que pagan. Por el contrario, los proveedores de servicios también puede tener un interés de flexibilizar los contratos, a fin de que puedan salir (o modificar los términos) de un régimen PSA si las condiciones del contexto cambian (Wunter, 2005).

El asunto de mantener el flujo seguro de los pagos es la condición más difícil de cumplir. Se dice que muchas iniciativas de PSA son poco controladas, los pagos son por adelantado en vez de posteriores o periódicos y sólo se realizan de buena fe, sin gozar de un verdadero seguimiento. Los Pagos por Servicios Ambientales podrían proporcionar una fuente alternativa de ingresos para los dueños de bosques, mientras que se mantengan los servicios forestales (belleza escénica). Para esto, se recuerda, requiere una buena comprensión de la interacción entre los agentes.

A continuación se trata sobre la eficacia y la eficiencia del diseño del PSA en un contexto de explotación inhumana de los derechos de propiedad y en presencia de intereses comerciales. Para la eficacia, se requiere que el PSA lleve un aumento real de los servicios ambientales en comparación con la situación que se produciría sin PSA. La eficiencia se refiere a aprovechar al máximo los servicios ambientales obtenidos a partir de un determinado presupuesto. El diseño eficaz y eficiente del PSA requiere, entre otras cosas, de la estimación del costo de oportunidad de los dueños de araucaria, para el presente caso de estudio.

¿Cuáles son las fuentes de esta variación y cómo se puede estimar los beneficios esperados para una comunidad que se está considerando para PSA? Entre los investigadores del PSA, la intuición común parece sugerir que, para un determinado servicio ambiental por hectárea, el PSA se debería centrar en los costos de oportunidad más bajos de los dueños de bosques nativos (e.g. Siikamäki y Layton, 2006; Wünscher *et al.*, 2006).

Se puede esperar tres resultados. Por un lado que algunos dueños tengan costo de oportunidad tan bajos que la aplicación de un PSA por parte de los vecinos que pagan sería un gasto más pequeño que el mismo costo de implementación de la política. Por otro lado, el costo podría ser tan alto que no sea políticamente implementable y, finalmente, que sólo por un asunto "moral" los dueños de araucarias jamás quemarían sus posesiones para asignarle al suelo un uso alternativo.

Yendo a otro tema, existen en forma general dos tipos de PSA:

- Utilización de los instrumentos de mercado para el pago de servicios cuyos usuarios no están restringidos a nivel local.

- Compensación de proveedores, a través de un mercado laboral. Aquí los usuarios están mejor circunscritos al área de la actividad productiva.

De Hek (2004) destaca que su principal problema son los costos de transacción, como la elaboración de un estudio biofísico, la valoración económica y otros. Además ha detectado que cuando los recursos que se obtienen para la implementación de un PSA no pertenecen a la localidad, este programa genera dependencia de esos recursos y nunca se liberan para trabajar independientemente, por lo que se aconseja que se utilicen recursos locales para que sea sostenible en el largo plazo. El mismo autor comenta que los PSAs sirven para la sensibilización de los agentes y que un marco legal no es tan necesario para la implementación del PSA, sino la confianza entre el proveedor y usuario y un buen intermediario. Cuando el programa de PSA trabaja en una localidad pequeña y claramente enfocado a un sector, se ha detectado mayor impacto que cuando el programa es destinado a un sector amplio y generalizado (De Hek, 2004). Se recuerda que para evaluar la factibilidad del PSA es necesario realizar un estudio de demanda y oferta de los servicios ambientales.

Por la falta de conocimiento teórico explícito sólido y una buena base empírica se ha detectado algunos mitos, de los que se pueden mencionar algunos (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
MITOS Y REALIDADES SOBRE EL ROL DEL BOSQUE

Mitos	Posible Realidad
La reforestación aumenta la disponibilidad de agua.	La reforestación puede disminuir la disponibilidad de agua.
La cobertura vegetal reduce la probabilidad de grandes inundaciones.	La cobertura vegetal puede tener poco efecto sobre las grandes inundaciones.
La reforestación reduce la erosión.	La reforestación puede aumentar la erosión (dependiendo de la especie).
El pastoreo y la agricultura itinerante son las causas más importantes del incremento de la sedimentación.	Las variaciones climáticas pueden ser la causa más importante del incremento de la sedimentación.
Los bosques incrementan la precipitación.	Los bosques pueden tener un efecto poco considerable sobre la precipitación, particularmente a escala local.

(Fuente: De Hek, 2004).

Además de estos mitos, investigaciones *a priori* han presentado los siguientes errores:

- El uso de fuentes secundarias para otorgar valores de mercado (e.g. estudios de Valoración Contingente de otros lugares).



- Valorar el monto total del recurso en una zona (e.g. valorar un bosque), cuando lo que interesa conocer es el efecto marginal sobre el servicio ambiental producto de un cambio en el uso del suelo.
- Tendencia a valorar los beneficios esperados del cambio en el uso del suelo, pero a ignorar los costos asociados a dichos cambios.

Los PSA no necesariamente involucran pagos de dinero en efectivo, sino pueden ser incentivos fiscales, pago en bienes, capacitación, crédito o algún otro tipo. También estos pagos por servicios ambientales pueden ser individuales o colectivos. Para poder motivar al proveedor de los servicios a conservar los recursos naturales, el PSA debería pagarle de manera tal que pudiese percibir al mismo nivel que si produjera rentablemente en su finca.

El mecanismo para la gestión del PSA se recomienda sea una entidad multi-actor en que participen representantes de cada uno de los sectores involucrados, como una autoridad de protección de los bosques, que incluye representantes del gobierno, instituciones privados y ONG, con procedimientos que aseguren transparencia e imparcialidad.

El **Gobierno** puede ser el que facilite la interacción entre los actores privados, entregando un marco jurídico adecuado para que los PSA estén adecuadamente reglamentados y estableciendo los montos a pagar en base a estudios técnicos y acuerdos entre los actores relevantes. También puede jugar el rol regulador para no dejar al libre mercado el manejo de los recursos financieros para el medio ambiente.

Estimación del Mercado

Se aplican técnicas de valoración económica para bienes sin mercado para estimar el comportamiento de los dos lados del mercado. Primero se estimará la Disponibilidad a Aceptar (Da) un pago para proteger las araucarias por parte de los dueños, i.e. la oferta del mercado. Segundo, se estimará la Disponibilidad a Pagar (Dp) por mantener la belleza escénica otorgada por araucarias en manos de privados, es decir, la caracterización de la demanda del mercado. Tercero, utilizando el análisis de los elementos anteriores se determina la factibilidad de implementar un PSA considerando opciones y limitantes.

-Valorización Contingente: Disponibilidad a Aceptar: Caracterización de la Oferta

En la construcción del mercado hipotético, los agentes que definen el lado de la oferta están constituidos por los dueños de los suelos contenedores de las araucarias. Estas personas tienen la característica de ser una población notablemente menor en relación a quienes son los que demandan los servicios ambientales. Como se dijo anteriormente, la oferta agregada de los servicios ambientales para preservar el suelo que contenga araucarias, estaría constituida por la suma horizontal de todas las ofertas individuales de servicios ambientales de cada uno de los oferentes, donde la cantidad ofrecida se encuentra en el eje de las ordenadas y el precio en el eje de las abscisas. La población alcanza un grupo total de 5 individuos los cuales serán caracterizados, a través de encuestas que determinen

su Disponibilidad a Aceptar³ una compensación pecuniaria para disponer sus terrenos para la preservación de esta especie arbórea nativa.

Para comenzar a formalizar el método para clarificar el perfil del oferente, es necesario considerar que no es necesario desarrollar una estimación del comportamiento de la oferta, esto porque el tamaño de la población es tan reducido que estadísticamente, como se indicó en términos discretos, no existe un tamaño de muestra suficientemente grande como para que entregue resultados significativos y consistentes. Por ello, se recurrió a sondear toda la población en cuestión, obteniendo resultados absolutamente certeros, dado el instrumento de obtención de información, sin tener la necesidad de asignar una probabilidad de significancia a las conclusiones. Luego, los resultados obtenidos de un censo son ampliamente aceptados, tanto en términos estadísticos como económicos.

Se generó una encuesta construida consistente con las recomendaciones del panel NOAA (*National Oceanic Atmospheric Administration*) de tal manera que el instrumento sea creíble, de acuerdo a como lo condujo el investigador, e.g., la encuesta fue en persona, el encuestado recibió toda la información sobre el bien tratado. Este asunto es trascendente tanto para la determinación del **Dp** como para la del **Da**.

La encuesta recopiló datos de orden demográfico, como para definir el perfil social del oferente, además de la respuesta en formato abierto sobre la disponibilidad a aceptar un monto por renunciar a un supuesto beneficio de mantener en su dominio las tierras con araucarias. El resultado de la caracterización entregó un perfil generalizado como el que sigue: "... un 96% de los dueños de araucarias se dedica a la ganadería, el resto se distribuye en actividades de turismo y artesanía. No se dedican comercialmente a la agricultura debido a las características climáticas de la zona, recordar que es cordillerana, y un suelo de baja calidad de difícil acceso." Una pregunta podría ser ¿Por qué no se dedican a la cosecha y venta de los piñones (fruto de la araucaria)? La respuesta radica en un asunto de costo-beneficio. La cosecha de piñones en forma competitiva tiene costos por sobre los ingresos de su comercialización (100\$CH⁴ por kilo, con una recolección *per-cápita* de 30-50 kilos), o sea, beneficio neto negativo.

Las encuestas revelaron que los dueños no consideran utilizar los suelos con araucarias para comercializar con ellos, sino que prefieren dejar sus terrenos sin cuidado y emigrar con objetivos laborales a urbes más desarrolladas.

- Valorización Contingente: Disponibilidad a Pagar: Caracterización de la Demanda

En general, el estudio de valoración de bienes y servicios ambientales derivados al uso y calidad del agua, aplicando el método de valoración contingente, requiere de la aplicación de una encuesta, en la cual se consulta a las personas por su disposición a pagar, disposición a aceptar frente a una mejora, deterioro en la cantidad o calidad del bien ambiental o calidad del

³ El investigador está consciente que el panel de expertos de la NOAA recomienda utilizar la DAP antes que la DAA, dado que esta última para el caso de la demanda, dado resultados estilizados, entrega una estimación sobrevalorada (o sobreestimada), siendo la DAP más moderada. En este caso, se utiliza la DAA dado que se necesita saber la medida de bienestar que muestre a qué precios estarían dispuestos (los dueños) por dejar de percibir ingresos en otra actividad, es decir, por el lado de la oferta.

⁴ La nomenclatura \$CH, significa: pesos chilenos.



agua y en este caso particular de estudio la belleza escénica.

Para el diseño de la encuesta, optimización de la muestra y determinación de la disposición a pagar se siguen los pasos reportados por Rubilar (2008). En este sentido se utilizan preguntas con la forma de pregunta tipo *referéndum* (Arrow *et al.*, 1993). En cuanto al diseño la referencia es Horton (2002). Para la optimización de la muestra se sigue a Rubilar (2008) y Cooper (1993). Este último autor, desarrolla un método utilizando datos de un pre-muestreo que se basa en un procedimiento iterativo que selecciona el diseño de la encuesta que minimiza el error cuadrático medio de la medida de bienestar. Para luego diseñar una matriz de pagos que se les oferta en una encuesta definitiva a los encuestados beneficiarios del servicio. Luego, a partir de las respuestas de las personas encuestadas, puede obtenerse la medida de bienestar y con ello la autoridad podrá contar con una medida **aproximada** de lo que las personas están dispuestas a pagar. Esto podría dar una idea al responsable de tomar decisiones sobre las posibles contribuciones que podrían hacer los agentes privados para acceder o mejorar la calidad de un bien ambiental.

A través de un análisis porcentual, aplicado a las respuestas obtenidas de los encuestados, es posible diagnosticar el grado de aceptación de este proyecto dentro de la muestra elegida y si se tiene la suficiente representatividad, incluso será posible hacer algunas inferencias sobre la población de estudio.

Para la obtención de la disposición a pagar se utiliza la metodología de la Valoración Contingente (VC), dentro de la cual se aplica una técnica ampliamente conocida en el ámbito dominada por su aplicación empírica y no de una significativa contribución teórica (Rubilar, 2008). En particular, la que enfrenta a los individuos a poder optar a una mejora en la calidad ambiental de q_0 a q_1 , por la cual deben pagar una cierta cantidad A_i . Sin embargo, se debe tener presente que A_i no es necesariamente la verdadera disposición a pagar del individuo (la cual será designada como C), por ello la probabilidad de obtener una respuesta afirmativa por parte del encuestado será la probabilidad de que su verdadera disposición a pagar sea mayor o igual a la cantidad que se le está ofreciendo, o sea:

$$Pr ob(S_i) = Pr ob(C \geq A)$$

Eligiendo una distribución para los errores (Probit y Logit) y asignando una forma funcional lineal a la función de utilidad indirecta es posible obtener los parámetros de esta última con la información obtenida a partir de las respuestas binarias.

Hanemann (1984) propone dar una forma funcional y luego obtener la diferencia de utilidad indirecta a estimar. Luego la función indirecta de utilidad de tipo lineal será:

$$v_i = \alpha + \beta y + \varepsilon_i$$

La diferencia de utilidad indirecta estará dada por:

$$\Delta v = \alpha - \beta A$$

Asimismo las medidas de bienestar, media y mediana de la Disposición a Pagar (DaP) serán calculadas, a través de la verdadera DaP denotada por "C".

$$C = \frac{\alpha + \eta}{\beta}$$

Derivándose luego las medidas de bienestar, que para el caso lineal se calculan de forma similar se tiene:

$$\text{Media} [E(C)] = \text{Mediana} = \frac{\alpha}{\beta}$$

Luego, una vez estimado el modelo, se debe analizar la significancia de las variables y posteriormente si son consistentes con la teoría económica. Finalmente se determina los intervalos de confianza para la disposición a pagar.

RESULTADOS

Disponibilidad a Aceptar

Anteriormente se mencionó que se considera que los dueños de araucarias consideran como capital muerto sus terrenos con bosques nativos. Este simple asunto lleva a ver esta situación desde otra perspectiva. Si la posesión de araucarias no genera beneficios, dado que no se puede cortar para usufructuar de su madera y la cosecha de su fruto no es económica ni contablemente rentable, entonces el costo de asignarle un nuevo uso, costo de oportunidad, debiese ser cero, i.e. cualquier actividad que genere beneficios positivos entregaría rentabilidad económica más alta que si se mantiene el bien en *statu-quo*. Además, el beneficio sería capitalizado en su totalidad como se observa en las Figuras N° 1 y 2. Se puede suponer dos formas generales para el comportamiento de los beneficios. Por un lado, decir que el mecanismo que se implemente para generar el servicio ambiental entregará el máximo beneficio obtenible desde el primer período en funcionamiento, como en la (Figura N°1), desde un período t_0 en adelante obtendrá un ingreso $Ing_0 > 0$, en términos reales, hasta obtener un beneficio neto del tamaño del área bajo la curva de ingreso del período t_0 al infinito⁵.

⁵ Hipotéticamente si el parque continua hasta el tiempo infinito.

Por otro lado se puede pensar que como todo instrumento nuevo y por primera vez aplicado tendrá un periodo de adaptación, desde el punto de vista social y político, por lo que podría presentar beneficios marginales decrecientes desde su creación hasta un periodo $t_1 > t_0$ alcanzando un ingreso $Ing_1 > 0$ (Ing_0 podría ser igual a Ing_1). El área achurada en ambos gráficos determina el beneficio privado neto de participar como oferente en el mercado de servicios ambientales implementado.

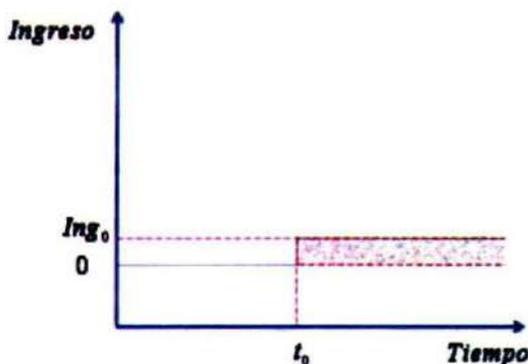


Figura N° 1

BENEFICIOS DE OFERTA

El pago mensual es el vehículo escogido para el instrumento y determinó una Disponibilidad a Aceptar de 200.000 \$CH por persona que pueda integrar la fuerza laboral, para ceder sus tierras a una administración comunitaria, para la implementación de un parque que proteja la salud de los bosques de araucarias.

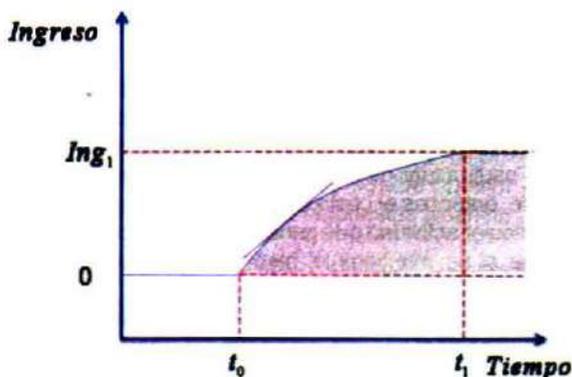


Figura N° 2

BENEFICIOS CAPITALIZADOS DE OFERTA

La lógica de este resultado es sencilla. El efecto de no obtener rentas económicas de la posesión de suelos con bosques de araucarias genera migración laboral, i.e. traslado de fuerza laboral de una región a otra en forma permanente por razones de lucro. Esto debido a que las familias, al no percibir ingresos que permitan la sustentabilidad de la familia se van a vivir a ciudades con posibilidades de trabajo más variadas, pero recibiendo un ingreso promedio como el salario mínimo legal de Chile.

La alternativa de emigrar ha sido cada vez más recurrente, llevando al despoblamiento de esta zona. En consecuencia, la implicancia relevante del Pago por Servicios Ambientales es la de generar un incentivo a estas familias para que permanezcan en sus dominios participando en actividades de conservación y mantención del bosque nativo centrado en la araucaria, dentro del marco de un parque forestal.

Finalmente, lo que queda es ofrecerle a estos potenciales oferentes rentabilidades mayores que las percibidas en otras ciudades, y estas rentabilidades no deben ser, necesariamente, considerablemente mayores que el sueldo mínimo real. En términos no específicos, se puede decir que el salario de indiferencia es el salario mínimo real. Si el ingreso real es mayor que el mínimo, la familia esta dispuesta a participar del PSA, hipotéticamente hablando. Mientras que si el ingreso real es menor que el mínimo, los individuos prefieren dejar sus tierras y emigrar a ciudades más grandes y atractivas.

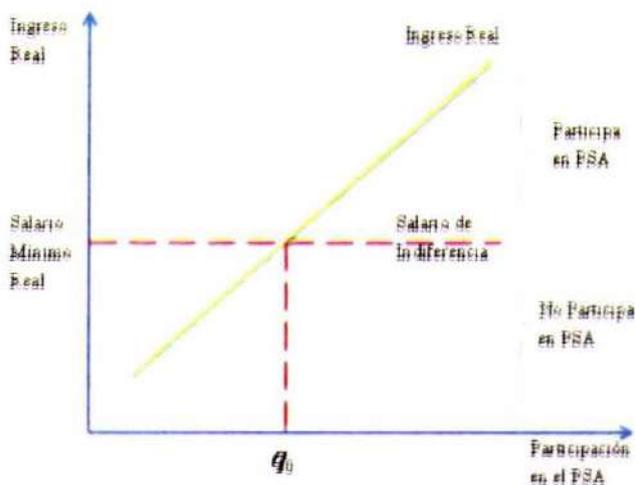


Figura N° 4
CONDICIONES PARA PARTICIPAR EN UN PSA DE LOS OFERENTES

Se llama "Participación en el PSA" a la cantidad de esfuerzo aplicada en el trabajo del parque de conservación de araucarias y este esfuerzo puede estar determinado por la cantidad de miembros de la familia que participan en dicho trabajo, también puede ser la cantidad de horas-hombre dedicadas al parque, como también la calidad de este trabajo. Estas variables serían las mismas observadas en un trabajo en ciudades grandes. Finalmente genera la idea de que la curva de ingreso real, suponiendo linealidad y la misma pendiente para todas las familias por simplicidad, para algunas personas sería más baja y para otras más altas, relativamente. Entonces, como se grafica en la Figura N° 4, la decisión de participar en labores del parque depende del ingreso real ofrecido y de las variables agregadas en el esfuerzo. Donde el punto ($q_0 = Sal.Minimo$) es de indiferencia para los agentes oferentes.

Ahora, para caracterizar toda la oferta es necesario considerar sólo la suma horizontal de las ofertas individuales desde el punto de indiferencia antes mencionado.

Un aspecto importante a resaltar es que la oferta no está determinada por la cantidad de tierras que se posea ni por la cantidad de araucarias que se posea, ni menos por la densidad del bosque nativo, sino solamente por el ingreso real ofrecido, suponiendo que no existe ilusión monetaria. Es decir, a mayor cantidad de araucarias, los dueños no percibirán mayores beneficios que los dueños con menos forestación, sin embargo, por el esfuerzo incluido al ingreso ofrecido se podrán optar a mayores rentabilidades o a menores según las capacidades de cada agente.

Considerando sólo desde el salario de indiferencia hacia arriba individualmente, dado un precio, se genera la oferta agregada del mercado de servicios ambientales.

Este resultado no deja de ser bastante atractivo desde la perspectiva política, dado que la cantidad de dueños a los que se les debe pagar por la entrega del cuidado de sus bosques es tan baja y además el precio que exigen es, de momento, cercano al sueldo mínimo real, concluyendo *a priori* con la idea de que la aplicación de esta metodología es económicamente factible para una demanda determinada, recomendándose. Sin embargo, la ampliación y profundización de esta investigación, es necesaria.

Disposición a Pagar

Luego de aplicar la **pre encuesta** con formato abierto, a una muestra total de 60 personas, en la ciudad de Temuco, Chile, se utilizaron los tests N-Q Plot (visualización gráfica), asimetría y kurtosis para determinar la distribución de la Dp en el pre muestreo, y luego analizando los cuartiles en la muestras se ve que están distribuidos semejantes a la situación hipotética (distribución normal). Por tanto, a través del análisis de los tests se determinó que la Dp tiene una distribución simétrica, logit. Posteriormente, con el tamaño de la muestra "N" dado, igual a 380 (números de encuestas), se calculó el vector de cantidades de pago ofrecidas "m" y las submuestras "n" para cada cantidad de pago ofrecida "Ai". Así se determinó la matriz de pagos que se incorpora en la encuesta (Rubilar, 2008).

Para la estimación de las medidas de cambio en el bienestar media y mediana, se utilizó forma funcional lineal Hanemann (1984). En las estimaciones, la variable dependiente

denominada D_p , está representada por las respuestas si/no de disposición a pagar declaradas por los individuos. Por otro lado, las variables independiente, utilizada fue: pago ofertado (BID).

Las variables estadísticamente significativas al 10% y al 5%, fueron pago ofrecido. Sin embargo, en este estudio se considera como única variable explicativa el vector de cantidades ofrecidas, esto con el fin de poder estimar la medida de bienestar con estimaciones paramétricas simples. Al analizar las variables significativas, la variable BID, presenta signo negativo, lo cual la hace consistente con la teoría económica, porque a mayor cantidad de pago ofrecido, existe menor D_p por parte de los encuestados.

En relación a la bondad de ajuste de los modelos, analizando los indicadores de selección del programa estadístico utilizado R^2 Mc Fadden, cuyos valores fueron bajos para la forma funcional lineal y Akaike, cuyos valores indican que el modelo con distribución logit es levemente mejor. Sin embargo, el porcentaje de predicciones correctas, es decir, la cantidad de aciertos al predecir el comportamiento de la variable dicotómica de respuesta (D_p) coincide en ambos modelos.

Cuadro N° 2

ESTIMACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE LA DIFERENCIA DE LA FUNCIÓN INDIRECTA DE UTILIDAD SEGÚN SUS DOS FORMAS FUNCIONALES – CIUDAD DE TEMUCO

	Forma Funcional Lineal Hanemann (1984)	
	$\Delta v = \alpha - \beta A_i$	
	Distribución	
	Probit	Logit
Constante	0,2554 (1.920)*	0,4258 (1,974)*
Bid (A_i)	- 0, 00023 (-4.370)***	- 0,0004 (-4,316)***
R^2 McFadden	0,0383	0,0388
Akaike (AIC)	1,30504	1.30437
Chi Cuadrado	19,57378	19,82815
% Pred. Corr.	78,95	78,95

(Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de las regresiones corridas)

Valores "t", significancia estadística (*) al 10% (**) al 5% (***) al 1%.



Si se analiza la medida de cambio en el bienestar "mediana" obtenida, los valores de esta para la población de Temuco, bajo el enfoque de estimación paramétrica, recordando que para la forma funcional lineal la media y mediana coinciden, se obtuvo los valores de 991 CH\$ y 1046 CH\$ por mes.

Cuadro N° 3
MEDIDAS DE CAMBIO EN EL BIENESTAR OBTENIDAS A TRAVÉS DE ESTIMACIONES
PARAMÉTRICAS,
MODELO DE DIFERENCIA DE LA FUNCIÓN INDIRECTA DE UTILIDAD
PARA LOS HABITANTES DE TEMUCO.

	Forma Funcional Lineal Hanemann (1984) $\Delta v = \alpha - \beta A_i$	
	Probit CH\$/mes	Logit CH\$/mes
Media*	991 [460 – 1522]**	1046 [633 – 1461]**
Mediana*	991 [460 – 1522]**	1046 [633 – 1461]**

(Fuente: Elaboración propia. Valor de las medidas de cambio en el bienestar en CH\$/mes)

[*] Intervalos de confianza obtenidos a través del procedimiento estándar, (**) al 5%

De los encuestados, el 53,2% están dispuestos a pagar para asegurar que las Áreas con Bosques de Araucarias no protegidas se destinen a un parque de áreas de Belleza Escénica y Conservación. Aun cuando se le hacia presente que al pagar este monto de dinero le estará restando la posibilidad de adquirir otros bienes o servicios, además él (encuestado) y su familia tendría que pagar esta cantidad en cada período. Por otro lado, la razón principal del porcentaje de la población que no está dispuesta a pagar, esgrime que el gobierno debe pagar por esto con un 21% (del total de la muestra).

En particular, al medir el grado de importancia de las principales razones de disposición a pagar se destaca: Se debe proteger estas áreas para futuras generaciones (no uso, herencia); debe existir, porque además allí habita gran diversidad de vegetación y animales (existencia); y el bosque entrega aire limpio, abastecimiento de agua, recreación y turismo (uso indirecto). Estas alternativas en cada una de ellas representan un 40% de los encuestados.

Precio de Equilibrio y Factibilidad de un PSA

Al considerar en conjunto los dos apartados precedentes se puede analizar cómo se ha plasmado empíricamente este mercado hipotético de un parque de conservación de belleza escénica. Así es posible desarrollar dos considerandos que conceptualizan un "seudo-precio

de equilibrio" y factibilidad de conformar un proyecto de PSA.

Cuando se trabaja en la determinación de un precio se debe tener el cuidado de especificar claramente el tipo de bien que se transaría en este mercado hipotético (Rubilar, 2008)⁶. Las araucarias por un lado son un bien privado dado que pertenecen a propietarios particulares y al consumirlos comercialmente se agotarían, pero si se considera que por ley son un Monumento Natural pasa a tener igualmente otra clasificación dentro de los denominados bienes públicos. Así entonces su consumo es simultáneo por varios consumidores y este "no se debiera agotar". Claramente se está en presencia de un conflicto de usos y/o de no-usos, cuyo análisis escapa de las pretensiones de este estudio, pero que sienta las bases para desarrollar en mayor profundidad a futuro la naturaleza de las mismas.

Al considerar la demanda de este tipo de bienes se puede esperar que los consumidores, ciudadanos de Temuco, estén dispuestos a aceptar pagar por recibir este beneficio. Este pago si bien es cierto es mayor al que se debería pagar a los propietarios, permite razonar la factibilidad de implementar este tipo de proyectos. Aún cuando, la literatura advierte que los encuestados tienden a sobre estimar su disposición a pagar, el margen obtenido lleva a concluir en la factibilidad de la misma. Pero se deja el alcance que la implementación de este tipo de proyecto se limita cuando se consideran otras superficies que tiene la especie en el país y/o cuando se consideran otros tipos de consumidores, distinto a los ciudadanos de Temuco, como pueden ser turistas extranjeros o nacionales. Esto sin duda amerita incrementar el número de encuestas con modificaciones del tipo de muestreo, análisis de preferencias y resultados de modelaciones econométricas.

Por el lado de la oferta, los dueños presentan un comportamiento bastante estándar, es decir, sus medidas de bienestar no se alejan en general de lo que perseguiría cualquier agente económico racional, siguiendo una conducta atractivamente apegada a la teoría microeconómica. En otras palabras, si se logra cubrir el costo de oportunidad de los dueños de quedarse en sus propias tierras para administrarlas como un parque forestal, estos tendrían suficientes (en términos no estrictos) incentivos económicos. Dado que, como se definió anteriormente, el umbral de indiferencia está determinado por el salario real mínimo, esto por la baja calificación laboral de los dueños, y además, la cantidad de dueños es tan pequeña que el costo que se debiera cubrir para mantener a los dueños satisfechos sería cercano a CH\$ 2.000.000.⁷ Esto dado un diseño contractual similar al que recibirían en una ciudad receptora. Con este monto mensual para la mantención de un bosque de tamaño considerable, se puede conjeturar que la implementación de un programa de PSA es factible dados los resultados de la Dp y la cantidad de familias que participarían del pago.

De los reportes de este estudio se puede clarificar que la factibilidad de implementar un proyecto de PSA y en el caso particular de la belleza escénica puede ser posible si se consideran los siguientes aspectos.

La disposición a pagar de la población es bastante realista dada el porcentaje de

⁶ Para una definición tentativa de bienes véase Rubilar (2008).

⁷ Bajo el supuesto de 2 miembros que pertenecen a la fuerza laboral por familia-dueño, a CH\$ 200.000 de salario mínimo nominal (o real si el índice inflacionario es 1), todo esto por 5 dueños o familias.

respuestas afirmativas y del nivel de significancia del parámetro pago ofertado (BID).

Las estimaciones de CH\$ en el análisis de la medida de cambio en el bienestar permite inferir que el proyecto es económicamente factible al existir un *trade-off* entre los bosques protegidos de araucaria y la demanda por beneficios ambientales.

El éxito de este proyecto pasa por considerar algunas restricciones legales en cuanto a la tenencia de la tierra (títulos de dominio), ley indígena (algunos propietarios son de la etnia pehuenche) y de la existencia de posibles sitios arqueológicos y/o cementerios indígenas y otras leyes relacionadas (código de aguas, ley de bosque, entre otras).

Otro factor básico para su implementación debe considerar una institucionalidad nueva, creible y sustentable en el tiempo como por ejemplo una Fundación.

CONCLUSIONES

La principal conclusión es que se observa perfectamente factible implementar el Pago por Servicios Ambientales a bosques de *Araucaria araucana*.

Los dueños de los predios con araucarias, tienen un comportamiento restringido por las oportunidades de mercado, son de baja calificación y tienen restricciones sobre sus tierras. Ello favorece o motiva fuertemente desde el punto de vista económico la aceptación de la presente propuesta. Pero más aún, dada su cultura y su arraigo sugiere considerar un agente cautivo, por el lado de la oferta, hacia ese tipo de proyecto de PSA.

Los ciudadanos de Temuco presentan un nivel de aceptación bastante conservador, lo que significaría que le asigna mucha importancia al tema de la conservación y atractivo de la especie araucaria. Pero con una clara limitante que su aceptación esta condicionada al nivel o monto de pago que deben efectuar para beneficiarse en contraposición de la adquisición de otros bienes por un lado y por otro en que sería el gobierno el responsable de la conservación de la especie araucaria.

Finalmente, la implementación de un proyecto de PSA orientado hacia la belleza escénica estará restringida a los siguientes aspectos:

- Una institucionalidad fuerte, creible y sustentable en el tiempo.
- Aspectos legales, económicos, sociales y culturales asociado al pueblo Pehuenche.
- Estudios bioeconómicos y de distribución geográfica de la especie en Chile con objetivos de un proyecto de PSA.

Como último comentario y sugerencia al referirse a este tipo de estudios, este primer esfuerzo en Chile sugiere la necesidad de desarrollar una mayor cantidad de trabajos e implementación de procesos formadores de PSA, lo que se justifica por la gran diversidad del ambiente natural y la distribución geográfica de las especies nativas, tanto de flora como de fauna.

REFERENCIAS

- Antle, John M.; Valdivia, Roberto O., 2006.** "Modelling the supply of ecosystem services from agriculture: a minimum-data approach". *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 50: 1–15.
- Arrow, K., R. Solow, P. Portney, E. Leamer, R. Radner y H. Schuman, 1993.** "Report of the NOAA panel on contingent valuation". *Federal Register* 58. 4601-14. Washington D.C. U.S.A. 1993.
- Bayon, R., 2004.** "Making environmental marketwork: lessons from early experience with sulfur, carbon and wetlands." *Forest Trends*, Washington, D.C.
- Claassen, Roger; Cattaneo, Andrea; Johansson, Robert, 2005.** "Cost-Effective Design of Agri-Environmental Payment Programs: U.S. Experience in Theory and Practice" ZEF-CIFOR workshop on payments for environmental services in developed and developing countries. Titisee, Germany, June 16-18, 2005.
- Cooper, Joseph C., 1993.** "Optimal Bid Selection for Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys", *JEEM*, 24, 25-40. 1993.
- De Hek, Simone; Kiersch, Benjamin; Mañon, Alejandro, 2004.** "Aplicación de Pagos por Servicios Ambientales en manejo de Cuencas Hidrográficas: lecciones de experiencias recientes en América Latina". Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Engel, Stefanie; Palmer, Charles, 2008.** "Payments for environmental services as an alternative to logging under weak property rights: The case of Indonesia". *Ecological Economics* 65. 799–809.
- Ferraro, Paul J., 2005.** "Asymmetric Information and Contract Design for Payments for Environmental Services". Preliminary Draft, Department of Economics, Andrew Young School of Policy Studies, Georgia State University, Atlanta.
- Hanemann, Michael W., 1984.** "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses". *American Journal of Agricultural Economics* 66: 322-241.
- Horton, B., Colarullo, G., Bateman, I.J & Peres, C., 2002.** "Evaluating non – User Willingness to pay for a large – scale conservation program in Amazonia: a UK/Italian contingent valuation study". CSERGE Working Paper ECM 02-01, Centre for social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia and University College London, UK.
- Karsenty, A., 2004.** "Des rentes contre le d'veloppement? Les nouveaux instruments d'acquisition mondiale de la biodiversité et l'utilisation des terres dans les pays tropicaux." *Mondes en D'veloppement* 127:1–9.
- Landell-Mills, Natasha; Porras, Ina T., 2002.** "Silver bullet or fools' gold? A global review of

markets for forest environmental services and their impact on the poor". International Institute for Environment and Development (IIED), London.

Myers, Norman, 1996. "Environmental Services of Biodiversity". Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 93, No. 7, pp. 2764-2769.

Romero, C.; G. I. Andrade, 2004. "International conservation organizations and the fate of local tropical forest conservation initiatives." Conservation Biology 18:578-580.

Rubilar, Marco Ant., 2008. "Breve revisión del procedimiento para estimación de la disposición de pago para la valoración económica." Documento de trabajo. INFOR- Universidad de Concepción. 1-20.

Sierra, Rodrigo; Russman, Eric. "On the efficiency of environmental service payments: A forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica". Ecological Economics 59 131-141. 2006.

Siikamäki, J.; Layton, D.F., 2006. "Potential cost-effectiveness of incentive payment programs for biological conservation." Discussion Paper 06-27, Resources For the Future, Washington DC.

Sokolow, A. D.; Zurbrugg, A., 2003. "A national view of agricultural easement programs." Center for Agriculture in the Environment, American Farmland Trust, Davis, California.

Swallow, Brent; Meinzen-Dick, Ruth; van Noordwijk, Meine, 2005. "Localizing demand and supply of environmental Services: interactions with property rights, Collective action and the welfare of the poor". CAPRI Working Paper # 42.

Vogel, J., 2002. "Markets or metaphors? A sustainable livelihoods approach to the management of environmental services: two cases from Ecuador." International Institute for Environment and Development, London.

Wunder, Sven, 2005. "Payments for environmental services: Some nuts and volts". CIFOR, Occasional Paper N° 42.

Wunder, Sven; Engel, Stefanie; Pagiola, Stefano, 2008. "Taking stock: A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries". Ecological Economics 65, 834-852.

Wünscher, Tobias; Engel, Stefanie; Wunder, Sven, 2007. "Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits". Ecological Economics 65 822-833.

Wünscher, T.; Engel, S.; Wunder, S., 2006. "Payments for environmental services in Costa Rica: increasing efficiency through spatial differentiation." Quarterly Journal of International Agriculture 45 (4), 319-337.

SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO EM SISTEMA DE BLOCOS

Teresa A. S. de Freitas¹; Deborah G. Barroso¹; Rodrigo Pessanha Ramos²;
Patrícia Ribeiro Ferreira³; José G. de A. Carneiro¹

RESUMO

O trabalho teve como objetivo determinar misturas de resíduos orgânicos regionais para produção de mudas em sistema de blocos que apresentem boa agregação ao sistema radicular. Para a escolha das proporções de cada composto orgânico foram realizadas dez misturas utilizando-se como resíduos orgânicos a fibra de coco (fibras finas, longas e mistas), casca de eucalipto e torta de filtro (originada de usinas açucareira). Os blocos testes foram confeccionados em uma forma de aço com dimensões de 11,5 cm de comprimento e 2,3 cm de largura.

Após a confecção dos blocos, estes foram umedecidos e avaliados quanto ao grau de expansão, sendo, as misturas que apresentaram maior grau de expansão, utilizadas para produção de mudas.

Utilizaram-se sementes de *Eucalyptus urophylla*, e bandejas com dimensões de 40x60x7 cm para produção das mudas, com 96 mudas por bandeja. As misturas dos substratos foram utilizadas prensadas e sem prensar, sendo constituídas de: 1) casca de coco de fibras mistas (40%) + torta de filtro de usina açucareira (60%); 2) casca de eucalipto (60%) + casca de coco de fibras mistas (40%); 3) casca de eucalipto (40%) + torta de filtro de usina açucareira (60%); e 4) casca de eucalipto (40%) + torta de filtro de usina açucareira (30%) + casca de coco de fibras mistas (30%).

Aos 90 dias as mudas foram avaliadas quanto ao crescimento em diâmetro ao nível do solo, altura da parte aérea, massa seca da parte aérea e do sistema radicular e comprimento do sistema radicular. Na parte aérea foi realizada análise nutricional para observação do teor de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe Os substratos foram avaliados quanto à estabilidade do torrão e ao seu grau de agregação às raízes das mudas.

As mudas produzidas na mistura 4 sem o processo de prensagem, em geral, apresentaram melhor desempenho em altura, diâmetro, massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Nas misturas prensadas, houve maior ganho de biomassa em mudas produzidas na mistura 2, não atingido a produtividade das mudas na mistura 4 sem o processo de prensagem. Quanto ao comprimento do sistema radicular, não houve diferença entre os tratamentos, com exceção da mistura 3 prensada, onde ocorreu menor comprimento total das raízes. Nas mudas foi

¹ Laboratório de Fitotecnia, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil. E-mail: tfreitas@uenf.br, deborah@uenf.br, carneiro@uenf.br

² Estudante de graduação Agronomia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil.

³ Estudante Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil.

observada deficiência de N, Mn e Fe, sendo encontrados teores adequados para P, K e Zn. Não houve diferença na agregação dos substratos às raízes das mudas, apresentando toda boa agregação e estabilidade.

Palavras chave: Coesão, *Eucalyptus urophylla*, prensagem.

SUBSTRATA FOR THE PRODUCTION OF SEEDLINGS OF EUCALYPTS IN BLOCKS SYSTEM

SUMMARY

The work had as its objective to determine mixtures of regional organic residues for production of seedlings in blocks system that present good aggregation to the root system. For the choice of the proportions of each organic compound, ten mixtures were performed being used as organic residues the coconut fiber (fibers fine, long and mixed), eucalyptus husk and filter cake (originated of sugarcane). The tests blocks were manufactured in steel form with dimensions of 11,5 cm of length and 2,3 cm of width.

After the making of the blocks, these were moistened and evaluated as for the expansion degree, being, the mixtures that presented the largest expansion degree, it was used for the production of seedlings.

Seeds of *Eucalyptus urophylla* were used and trays with dimensions of 40x60x7cm for seedlings production with 96 seedlings per trays. The mixtures of the substrata were used in pressed state and without pressing, being constituted of: 1) husk coconut of mixed fibers (40%) + sugarcane filter cake (60%); 2) eucalyptus husk (60%) + husk coconut of mixed fibers (40%); 3) eucalyptus husk (40%) + sugarcane filter cake (60%); and 4) eucalyptus husk (40%) + sugarcane filter cake (30%) + husk coconut of mixed fibers (30%).

After 90 days, the seedlings were evaluated considering their growth in diameter at the soil level, aerial part height, dry mass aerial part and root system, and root system length. In the aerial part was performed nutritional analysis for the observation of the tenor of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn and Fe. The substrata were evaluated as the sod stability and aggregation degree to the substrata roots seedlings.

The seedlings produced in the mixture 4, without the press process, in general, presented better discharge in height, diameter, and mass dries of the aerial part and of the root system. In the pressed mixtures, there was larger biomass earnings in seedlings produced in the mixture 2, not reaching the productivity of the seedlings in the mixture 4 without the press process. As for the length of the root system, there was no difference among the treatments, except for the mixture 3 pressed, where it happened smaller total length of the roots. In the seedlings it was observed deficiency of N, Mn and Fe, being found adequate tenors for P, K and Zn. There was no difference in the aggregation of the substrata in the seedlings roots, all of them presenting good aggregation and stability.

Key words: Cohesion, *Eucalyptus urophylla*, pressed



INTRODUÇÃO

A necessidade de produção de mudas em grande quantidade e em curto período para atender aos plantios comerciais, tem favorecido a evolução rápida das técnicas de preparo de mudas (Reis *et al.*, 1988).

No final da década de 80, deram inícios a testes no Brasil utilizando o sistema de blocos prensados para a produção de mudas de *pinus* (Carneiro e Parviainen, 1988) e hoje esse processo de produção vem alcançando avanços importantes, sendo utilizado, em fase de pesquisas, várias espécies florestais e frutíferas, principalmente o eucalipto (Carneiro e Brito, 1992; Novaes, 1998; Morgado *et al.*, 2000; Barroso *et al.*, 2000 a,b,c; Leles *et al.*, 2000; Schiavo e Martins, 2002; Silva, 2003; Freitas, 2003). As mudas neste sistema são produzidas sem a presença de recipientes com paredes rígidas, sendo necessária a escolha de substrato adequado para o sistema.

As mudas produzidas em sistema de blocos apresentam crescimento mais acelerado, o que se deve, não apenas à ausência de restrição de suas raízes, como também ao volume de substrato ser aproximadamente cinco vezes maior que a capacidade do tubete de 50cc, ocupando no viveiro o mesmo espaço físico (Barroso *et al.*, 2000; Freitas, 2003).

Este novo sistema de produção de mudas exige estudos visando à adequação do substrato. Além dos substratos fornecerem condições adequadas para o desenvolvimento das mudas é necessário que ocorra agregação destes ao sistema radicular das mudas, fundamental para viabilizar o plantio mecanizado, utilizado hoje pelas empresas florestais.

O comportamento de diferentes espécies de eucaliptos pode ser variado em função do tipo de substrato utilizado. No estudo realizado por Freitas (2003) houve variação no comprimento de raízes dos clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, em relação aos substratos, sendo que o *Eucalyptus saligna* apresentou maior comprimento de raízes quando utilizado o substrato bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro com e sem adubação, vindos das usinas açucareiras da região, mostrando que esse substrato apresenta grande potencial para produção de mudas com maior comprimento de raízes.

Freitas (2003) observou que diferentes misturas de compostos orgânicos formando substratos, forneceram mudas de qualidade em sistemas de blocos.

A estabilidade do torrão ao redor da muda é obtida em função da quantidade de raiz que cada substrato permite que a muda produza. A maior formação de raízes, em comprimento e número, é que vai fornecer maior estabilidade do torrão, permitindo agregação das raízes ao substrato.

O trabalho teve como objetivo testar diferentes misturas de substratos provenientes de resíduos agroindustriais visando avaliar o grau de expansão, resistência e coesão da mistura, com ênfase na viabilidade da mecanização do plantio, além de produzirem mudas de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de se determinar a mistura fisicamente mais adequada para compor o substrato para a confecção dos blocos, visando o grau de expansão, a resistência e coesão da mistura, com ênfase na viabilidade da mecanização do plantio, foi conduzido um experimento no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, no setor de Fitotecnia, da Produção Vegetal, no Centro Ciência e Tecnologia Agropecuária – CCTA.

Para a determinação das misturas a serem testados para a produção de mudas, foram conduzidos testes preliminares para obter as melhores proporções, sendo estas avaliadas quanto à estabilidade dos blocos e ao grau de expansão após umedecimento. Foram utilizados os resíduos agroindustriais: torta de filtro, fibra de coco e casca de eucalipto.

Para realização dos testes preliminares, foram confeccionados blocos testes em forma de 11,5 cm de comprimento e 2,3 cm de largura, utilizando-se uma matriz de aço e prensados em uma prensa hidráulica a uma força de 6Kgf cm⁻². As misturas testadas estão apresentadas no Quadro N° 1.

Quadro N° 1
MISTURAS DE COMPOSTO ORGÂNICO E PROPORÇÕES UTILIZADAS NOS BLOCOS TESTES

Substrato	Proporção
1) FCF + T	40%/ 60%
2) FCM + T	40%/ 60%
3) FCL + T	40%/ 60%
4) CE + FCF	60%/40%
5) CE + FCM	60%/40%
6) CE + FCL	60%/40%
7) CE + T	40%/ 60%
8) CE + T + FCF	40%/ 30%/30%
9) CE + T + FCM	40%/ 30%/30%
10) CE + T + FCL	40%/ 30%/30%

FCF: Fibra de coco de granulometria fina; FCM: Fibra de coco de granulometria mista; FCL: Fibra de coco de granulometria longa; CE: Casca de eucalipto decomposta; T: Torta de filtro de usina açucareira

Após a prensagem, os blocos testes foram envolvidos em sacos de papel e levados para estufas a 72°C, por 3 horas, sendo em seguida pesados e medidos com um paquímetro, em altura e comprimento, e individualmente colocados em uma caixa de madeira confeccionada com subdivisões de igual dimensão, umedecidos e avaliados após o período de seis horas quanto ao incremento em volume. O teste foi montado em Delineamento Inteiramente Casualizado, constituído por 10 misturas e uma pressão (6 Kgf cm⁻²), com 4 repetições.



Após a avaliação, foram selecionadas as misturas 2, 5, 7, e 8 (Quadro N° 1) para a produção de mudas, com o objetivo de determinar a mistura com melhor coesão e adesão do sistema radicular, e que proporcione melhor desenvolvimento das mudas. As misturas foram umedecidas e colocadas em uma forma metálica (40 x 60 x 20 cm) sendo submetidas a força de 10 Kgf cm⁻², por cinco minutos em uma prensa hidráulica.

Após a confecção dos blocos, estes foram colocados em caixas plásticas com igual dimensão, com capacidade para 96 mudas espaçadas em 5 cm, providas de frestas nas laterais para posterior individualização das mudas e com fundos telados, promovendo a poda natural das raízes.

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial 4x2, constituído por quatro mistura e prensados e sem prensar, totalizando oito tratamentos com cinco repetições, sendo cada repetição composta por 96 mudas. As avaliações foram realizadas no final do ciclo de produção, aos 90 dias.

As mudas foram avaliadas quanto à altura da parte aérea (régua), diâmetro do colo (paquímetro digital), peso seco da parte aérea e o sistema radicular (75°C por 48 horas em estufa de circulação de ar forçado). Antes da avaliação da massa seca das raízes, estas foram lavadas em peneiras e três dessas foram utilizadas para a determinação do comprimento e área superficial através do programa QuantRoot, desenvolvido por professores do Dpto. de Solos da UFV⁴, que realiza medição direta das raízes nas imagens digitalizadas em escala real, onde o programa cria linhas de igual comprimento ao das raízes.

Para a obtenção dos teores nutricionais da parte aérea, foram utilizadas quatro mudas de cada parcela, sendo determinados teores de nitrogênio (Nessler, após digestão sulfúrica) e digestão nitroperclórica, para determinação de fósforo (colorimetria), potássio e sódio (espectrofotometria de emissão de chama), enxofre (turbidimetria), cálcio, magnésio, manganês, zinco e ferro (espectrofotometria de absorção atômica), segundo Malavolta *et al.* (1997).

Foi realizada análise de variância e teste de Tukey a 5% para os dados obtidos.

A avaliação do grau de expansão, estabilidade, resistência e coesão de cada mistura foi baseada na metodologia utilizada por Cruszynski (2002).

O grau de expansão das misturas foi obtido medindo-se as dimensões dos blocos antes e após irrigação. A estabilidade dos torrões foi avaliada no final do ciclo de produção no momento da individualização das mudas, com relação à permanência do torrão no recipiente, sendo atribuídas notas de 1 a 5, sendo a nota 1 correspondente ao substrato que apresenta a mais baixa estabilidade e a nota 5 àquele de melhor estabilidade, conforme descrito a seguir:

Nota 1: Baixa estabilidade, acima de 50% do torrão fica retido no recipiente e o torrão não permanece coeso.

⁴ Fornecido pelo professor Elpidio Inácio Fernandes Filho.

Nota 2: Entre 20% e 30% do torrão fica retido no recipiente, sendo que o torrão não permanece coeso.

Nota 3: O torrão se destaca do recipiente, porém não permanece coeso.

Nota 4: O torrão se destaca do recipiente, mas há uma perda de até 20% do substrato.

Nota 5: Todo o torrão é destacado do recipiente e mais de 90% dele permanece coeso.

A resistência do torrão foi medida provocando a queda do torrão individualizado com a muda a uma altura de um metro, sobre solo solto, seguindo a escala de notas, onde:

Nota 0: 50% ou mais do torrão se desfaz com o impacto, expondo o sistema radicular, dobrando-o ou rompendo-o.

Nota 1: Entre 30% e 50% do torrão se desfaz provocando exposição, dobramento e rompimento do sistema radicular.

Nota 2: A queda não provoca exposição nem comprometimento do sistema radicular.

A coesão das misturas de substrato foi avaliada utilizando-se o método manual que consiste em provocar movimentos com a mão para baixo e para cima por três vezes, e quantificar a deformação causada nos blocos pela desagregação do substrato, seguindo a escala de notas de 0 a 5, da seguinte forma:

Nota 0: Onde 50% ou mais do torrão se desfaz com os movimentos.

Nota 1: Entre 30% e 50% do torrão se desfaz.

Nota 2: Onde até 10% do torrão se desfaz, mas não há comprometimento dos torrões com os movimentos realizados.

Para estas avaliações foram utilizadas seis mudas de cada repetição totalizando 30 mudas por tratamentos, sendo os resultados submetidos à análise de variância não paramétrica, conforme critérios de Kruskal Wallis. A comparação entre médias foi feita pelo teste de Mann Whitney.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As mudas produzidas no substrato 4 (40% de casca de eucalipto + 30% de torta de filtro + 30% de casca de coco mista), sem o processo de prensagem, em geral apresentaram melhor desempenho em altura, diâmetro, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR).



Quadro N° 2

ALTURA DA PARTE AÉREA (H), DIÂMETRO DO COLO (D), PESO SECO DA PARTE AÉREA (PSPA), PESO SECO DO SISTEMA RADICULAR (PSSR) PARA MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*, PRODUZIDAS BLOCOS PRENSADOS COM DIFERENTES SUBSTRATOS, 90 DIAS APÓS O PLANTIO

TRATAMENTOS	H		D	
	Não Prensado	Prensado	Não Prensado	Prensado
1. CCM(40%) + T(60%)	33,87 a B	30,08 b B	2,06 a B	2,18 a AB
2. CE(60%) + CCM(40%)	36,61 a AB	38,77 a A	2,47 a AB	2,55 a A
3. CE(40%) + T(60%)	36,23 a AB	23,98 b C	2,4 a AB	1,89 b B
4. CE(40%) + T(30%) + CCM(30%)	39,20 a A	34,08 b B	2,60 a A	2,28 a AB
CV(%)	6,78		10,84	
TRATAMENTOS	PSPA		PSSR	
	Não Prensado	Prensado	Não Prensado	Prensado
1. CCM(40%) + T(60%)	1,51 a B	1,43 b B	0,31 a B	0,36 a AB
2. CE(60%) + CCM(40%)	2,57 a A	2,15 b A	0,41 a AB	0,43 a A
3. CE(40%) + T(60%)	2,21 a AB	1,55 b AB	0,41 a AB	0,25 b B
4. CE(40%) + T(30%) + CCM(30%)	2,51 a AB	1,84 b AB	0,52 a A	0,35 b AB
CV(%)	30,43		24,69	

Dentro de uma mesma característica avaliada, médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%). CCM: Casca de coco mista; CE: Casca de eucalipto decomposta; T: Torta de filtro de usina açucareira; NP: Substrato Não Prensado; P: Substrato Prensado

O efeito dos tratamentos sobre o crescimento das mudas em diâmetro do colo e altura (Quadro N° 2), foram muito próximo. O menor crescimento em altura e diâmetro ocorreu na mistura 3 prensada (40% casca de eucalipto + 60% Torta de filtro). Apesar de em alguns tratamentos as mudas terem apresentado crescimento inferior, de acordo com Carneiro (1995), todas as mudas estão dentro do padrão de qualidade exigido na produção de mudas.

Entre as misturas que passaram pelo processo de prensagem, o que podemos observar é que a 2 (60% de casca de eucalipto + 40% de casca de coco mista) foi a que produziu mudas com maior ganho de biomassa, sendo entretanto inferiores às mudas da mistura 4, sem o processo de prensagem.

Na produção de massa seca da parte aérea (MSPA), as misturas que não passaram pelo processo de prensagem permitiram maior produção de massa seca em relação à prensada, enquanto que para a massa seca do sistema radicular (MSSR), esse comportamento foi observado apenas nas misturas 3 e 4.

Ao final do ciclo de produção das mudas, foi observado que não houve variação no comprimento do sistema radicular da mudas, exceto para as mudas que foram produzidas na mistura 3 prensada (Quadro N° 3), onde houve menor comprimento. Apesar do menor comprimento do sistema radicular atingido pela mistura 3, este foi maior do que o alcançado na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis* em Freitas (2003).

Em relação ao teor nutricional das mudas de *Eucalyptus urophylla* (Quadro N° 4), não houve diferença entre misturas prensadas e não prensadas. De acordo com Attwill e Adams (1996), os teores de N, Mn e Fe encontrados estão abaixo dos teores exigidos para a espécie, e os teores de P, K e Zn se encontram disponíveis adequadamente.

Quadro N° 3

COMPRIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*, PRODUZIDAS EM SISTEMA DE BLOCOS COM DIFERENTES SUBSTRATO PENSADOS E NÃO PENSADOS, 90 DIAS APÓS O PLANTIO

TRATAMENTOS	Comprimento (cm)	
	Prensados	Prensados
1) 1. CCM (40%) + T (60%)	2.087,93 A	2.087,93 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	2.049,54 A	2.049,54 A
3. CE (40%) + T (60%)	1.281,96 B	1.281,96 B
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	1.960,87 A	1.960,87 A
CV (%)	24,98	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

CCM: Casca de coco mista; CE: Casca de Eucalipto Decomposta; T: Torta de Filtro de Usina Açucareira.



Quadro N° 4

**TEOR NUTRICIONAL (PPM) DA PARTE AÉREA DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla*,
PRODUZIDAS EM SISTEMA DE BLOCOS COM DIFERENTES SUBSTRATO PRENSADOS
E NÃO PRENSADOS, 90 DIAS APÓS O SEMEIO**

TRATAMENTO	FÓSFORO		POTÁSSIO	
	Prensado	Não prensado	Prensado	Não prensado
1. CCM (40%) + T (60%)	1574,40 B	1844,70 A	16180,00 B	19280,00 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	1802,50 A	1639,50 B	18560,00 A	18280,00 AB
3. CE (40%) + T (60%)	1860,80 A	1346,90 C	17140,00 AB	13200,00 C
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	1627,40 B	1666,60 B	17440,00 AB	17720,00 B
CV(%)	5,70		4,98	
TRATAMENTO	SÓDIO		MAGNÉSIO	
	Prensado	Não prensado	Prensado	Não prensado
1. CCM (40%) + T (60%)	2660,00 A	4240,00 A	3211,00 A	3737,20 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	3500,00 A	3400,00 AB	3566,80 A	3243,20 A
3. CE (40%) + T (60%)	3420,00 A	2720,00 B	3690,60 A	2552,40 B
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	3620,00 A	3760,00 AB	3171,60 A	3505,20 A
CV(%)	21,31		9,80	
TRATAMENTO	CÁLCIO		FERRO	
	Prensado	Não prensado	Prensado	Não prensado
1. CCM (40%) + T (60%)	12417,44 A	10615,76 A	64,00 A	61,80 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	10596,92 B	8944,64 B	60,48 A	65,50 A
3. CE (40%) + T (60%)	10420,40 B	7990,56 B	70,80 A	40,80 B
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	9821,60 B	10531,60 A	54,94 A	56,44 AB
CV(%)	7,93		18,25	
TRATAMENTO	ZINCO		MANGANÉS	
	Prensado	Não prensado	Prensado	Não prensado
1. CCM (40%) + T (60%)	31,34 AB	34,34 AB	53,90 B	75,22 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	42,34 A	40,28 A	112,50 AB	99,08 A
3. CE (40%) + T (60%)	39,00 AB	27,18 B	158,52 A	52,48 A
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	29,46 B	39,88 AB	74,40 B	85,00 A
CV(%)	20,17		47,96	

TRATAMENTO	NITROGÊNIO	
	Prensado	Não prensado
1. CCM (40%) + T (60%)	1620,60 A	1420,40 A
2. CE (60%) + CCM (40%)	1407,50 AB	1379,00 AB
3. CE (40%) + T (60%)	1251,90 B	1070,80 B
4. CE (40%) + T (30%) + CCM (30%)	1402,00 AB	1527,10 AB
CV(%)	18,16	

Não houve diferença na agregação dos substratos às raízes das mudas, apresentando todos, boa agregação e estabilidade. De acordo com o Quadro N° 3, podemos observar que houve uma boa produção de raízes em todas as misturas testadas, sendo o menor comprimento de raízes obtido na mistura 3, quando esta foi prensada, não afetando a estabilidade do torrão, com isso apresentando também uma boa agregação.

Em Freitas (2003), podemos observar que o máximo de comprimento de raiz atingido nos tratamentos (1.006,4 cm), não superou os tratamentos que resultaram em menor comprimento do experimento atual (1.281,96 cm), indicando que a maior formação de raízes foi um fator importante para a estabilidade do torrão.

CONCLUSÕES

Destacou-se para o sistema com prensagem do substrato a mistura de CE (60%) + CCM (40%) e para o sistema com substrato solto a mistura CE (40%) + T (30%) + CCM (30%).

A produção de raízes não se diferenciou entre os tratamentos, com exceção para a mistura prensada, onde ocorreu menor comprimento total das raízes.

Apesar da deficiência de alguns nutrientes, não houve comprometimento da qualidade das mudas.

Não houve diferença na agregação dos substratos às raízes das mudas, apresentando todos, boa agregação e estabilidade, indicando que a produção das raízes foi um fator relevante para o torrão.



REFERÊNCIAS

- Attiwill, P.M. and Adams, M.A., 1996.** Nutrition of Eucalypts. III. CSIRO: Australia. Mineral nutrition and Resource Conservation in Eucalyptus Plantations and other Forest Covers in India. pp. 399-416.
- Barroso, D.G.; Carneiro, J.G. de A. e Leles, P.S. dos S., 2000a.** Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. *Floresta e Ambiente*. 7 (1): 238-250.
- Barroso, D.G.; Carneiro, J.G. de A.; Leles, P.S. dos S. e Morgado, I.F., 2000b.** Regeneração de raízes de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Scientia Agricola*. 57(2): 229-237.
- Barroso, D.G.; Carneiro, J.G. de A.; Novaes, A.B. e Leles, P.S. dos S., 2000c.** Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*. *Revista Árvore*. 24(3): 291-296.
- Carneiro, J.G. de A., 1995.** Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 451 p.:il.
- Carneiro, J.G. de A. e Brito, M.A.R., 1992.** Nova metodologia para a produção mecanizada de mudas de *Pinus taeda* L. em recipientes com raízes laterais podadas. *Florestas*. 22 (1/2): 63-77.
- Carneiro, J.G. de A. and Parviainen, J.V., 1988.** Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. *Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja*. 302: 6-24.
- Cruszynski, C., 2002.** Resíduo Agro-industrial "Casca de Tungue" Como Componente de Substrato para Plantas. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Porto Alegre – RS.
- Freitas, T.A.S., 2003.** Sistemas de blocos prensados para produção de mudas clonais de eucalipto. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF.
- Leles, P.S. dos S.; Carneiro, J.G. de A.; Barroso, D.G. e Morgado, I.F., 2000.** Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. *Revista Árvore*. 24(1): 13-20.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. e Oliveira, S.A. de., 1997.** Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafó. 319 p.
- Morgado, I.F.; Carneiro, J.G.A.; Leles, P.S.S. e Barroso, D.G., 2000.** Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substratos. *Revista Árvore*. 24(1): 27-33.

Novaes, A.B. de., 1998. Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná-UFPR, 118 p.

Schiavo, J.A. e Martins, M.A., 2002. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico Arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. Revista Brasileira de Fruticultura 24 (2).

Silva, J.I., 2003. Produção de mudas de café (*Coffea canephora*) em diferentes recipientes e substratos. Tese (Mestrado em produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Fevereiro, 51 p.





RELACIÓN TEMPORAL NDVI-PRECIPITACIÓN DEL BOSQUE Y PASTIZAL NATURAL DE SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

Tiedemann, J. L.¹ y Zerda, H. R.

RESUMEN

En la provincia de Santiago del Estero, Argentina, fueron analizadas las relaciones y tendencias mensuales entre muestras del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (*NDVI*) derivados del sensor *Vegetation*, del bosque nativo y pastizal natural, con datos de precipitaciones media mensual derivados de la base *WorldClim*. La curva del *NDVI*, del bosque y del pastizal natural, sigue el modelo regional de precipitaciones, alcanzando los mayores valores de *NDVI* en la estación húmeda estival (octubre-mayo) y menores valores de *NDVI* en la estación seca invernal (junio-septiembre). Se determinó fuertes y significativas relaciones ($p < 0,05$), con tendencia positiva entre el *NDVI* del bosque correspondiente a los doce meses del año con la precipitación media de septiembre, octubre, noviembre, marzo, abril y mayo, no siendo significativas las relaciones con las precipitaciones de enero y febrero. La curva del bosque muestra una mayor estabilidad que la del pastizal natural ante la variación estacional de la precipitación y temperatura.

Se determinó fuertes y significativas relaciones ($p < 0,05$), con tendencia positiva entre el *NDVI*, del pastizal natural de septiembre y octubre con la precipitación media de septiembre, octubre, noviembre, marzo, abril y mayo. El *NDVI*, del pastizal natural de noviembre y diciembre tuvo fuertes y significativas relaciones ($p < 0,01$), con tendencia negativa con la precipitación media de enero y febrero. La curva *NDVI* del pastizal natural, muestra grandes variaciones durante el verano debido a las elevadas temperaturas, evapotranspiración y sequía, respondiendo de manera inmediata ante las precipitaciones.

Palabras clave: *NDVI*, bosque, pastizal, precipitaciones, sequía.

¹ Ing. Zoot., M. Sc. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Av. Belgrano 1912, (cp 4200), Santiago del Estero, Argentina. Tel: 03854509550, Fax: 03854509555, E-mail: mann@unse.edu.ar



TEMPORARY NDVI-PRECIPITATION RELATION OF NATURAL FOREST AND GRASSLAND IN SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

SUMMARY

In the Santiago del Estero Province, Argentina, was analyzed the relations and tendency monthly between of samples the index of vegetation of normalized difference (*NDVI*) derived from Vegetation sensor, of forest and grassland y the precipitations average monthly date derived from *WorldClim*. The forest and the grassland *NDVI* curve, follows the regional precipitation pattern, reaching higher values from *NDVI*, during the summer humid season (October-May) and lower values of *NDVI*, during the winter dry season (June-September). Forts and significant relations were determined ($p < 0,05$), with positive tendency between the *NDVI*, of Forest of the twelve months of the year with the average precipitation of September, October, November, December, March, April and May, except January and February. The Forest curve shows a greater stability than grassland before variations in the seasonal variation of precipitations and temperature.

Forts and significant relations were determined ($p < 0,05$), with positive tendency between the *NDVI*, of grassland of September and October with the average precipitation of September, October, November, March, April and May. Forts and significant relations were determined ($p < 0,01$), with negative tendency between the *NDVI*, of grassland of November and December with the average precipitation of January and February. The grassland *NDVI* curve, shows high effects of temperatures of the summer, evapotranspiration and droughts, responding of immediate way before events of precipitations.

Key words: *NDVI*, forest, grassland, precipitation, droughts.

INTRODUCCIÓN

Los sensores remotos tuvieron y tienen un rol fundamental en el desarrollo de investigaciones sobre coberturas vegetales a diferentes escalas (Justice *et al.*, 1985). Éstos aportaron una visión integral, espacial y temporal de las coberturas, solucionando en gran parte los problemas operativos logísticos inherentes al muestreo, experimentación y pseudo-replicación, facilitando el análisis, la comprensión y predicción de atributos ecológicos de grandes superficies (Turner *et al.*, 2001). El nuevo sensor *Vegetation/Spot4 (Systeme Pour l'Observation de la Terre)*, fue desarrollado específicamente para realizar estudios de vegetación y obtener muestras temporalmente oportunas y espacialmente precisas de la vegetación (Mayaux *et al.*, 2000).

Los índices de vegetación, han sido ampliamente utilizados para derivar atributos funcionales y biofísicos de la canopia de las plantas (Tucker, 1979). El índice más utilizado para el monitoreo de vegetación, es el índice de vegetación de diferencia normalizada (*NDVI*) (Tucker, 1979). Este índice fue utilizado para monitoreo de la respuesta de la vegetación a las fluctuaciones climáticas a escalas continentales (Justice *et al.*, 1985), y regionales (Nicholson *et al.*, 1990; Wang *et al.*, 2001, 2003). Su gran utilidad para el monitoreo de sequías y sus relaciones con las precipitaciones se debe a la fuerte relación que existe entre el vigor de la vegetación verde y la disponibilidad de humedad del suelo, especialmente en zonas áridas y semiáridas (Nicholson *et al.*, 1990).

La relación *NDVI*-precipitaciones esta influenciada por el modelo regional de precipitaciones, por la humedad edáfica disponible, por el tipo de suelo (Nicholson *et al.*, 1990), y por la escala espacial y temporal de los datos utilizados (Wang *et al.*, 2003). De esta manera, para determinar las relaciones entre el *NDVI* y las variables climáticas, en especial las precipitaciones, debe tomarse en cuenta la estacionalidad de la vegetación, debido a que el impacto de la disponibilidad de agua sobre la vegetación cambia considerablemente entre sus diferentes periodos fenológicos (Wang *et al.*, 2001).

Por cuanto, existe una gran necesidad de contar con información integral, espacialmente precisa y temporalmente amplia y oportuna, sobre las relaciones existentes entre dos de las principales coberturas de esta provincia, el bosque y el pastizal natural y las precipitaciones, la disponibilidad de datos precisos cuantitativos, obtenidos empíricamente, permitirá, detectar y predecir sus cambios, generar modelos predictivos y confeccionar planes de manejo, regionales y locales, de los recursos naturales de la provincia de Santiago del Estero, Argentina.

Bajo este contexto, y con la disponibilidad de una gran base de datos multitemporales, integrados mediante sistemas de información geográfica, se plantea como objetivo de este trabajo determinar la fuerza y dirección de las relaciones entre el *NDVI* del bosque y del pastizal natural con las precipitaciones en la provincia de Santiago del Estero, Argentina, durante el período 1999-2002.



METODOLOGÍA

La provincia de Santiago del Estero (Figura N°1), esta incluida en el Distrito Chaqueño Occidental (Cabrera, 1976), posee una superficie de 145.758 km², y pertenece al tipo Climático Semiárido BShw, según la Clasificación Climática de Köepen. La precipitación media anual de 550 mm y la temperatura media anual de 27,7 °C. (De Fina, 1976).

La vegetación de esta región está formada principalmente, por bosques xerófitos con diversos estratos, estepas halófilas y sabanas edáficas o inducidas por incendios y desmontes (Cabrera, 1976). El estrato arbóreo superior es acompañado por otro estrato medio, siguiéndole un estrato arbustivo, con mayoría de especies espinosas, característicos de estos ambientes semiáridos. Los pastizales, en general están dominados por gramíneas (Cabrera, 1976).

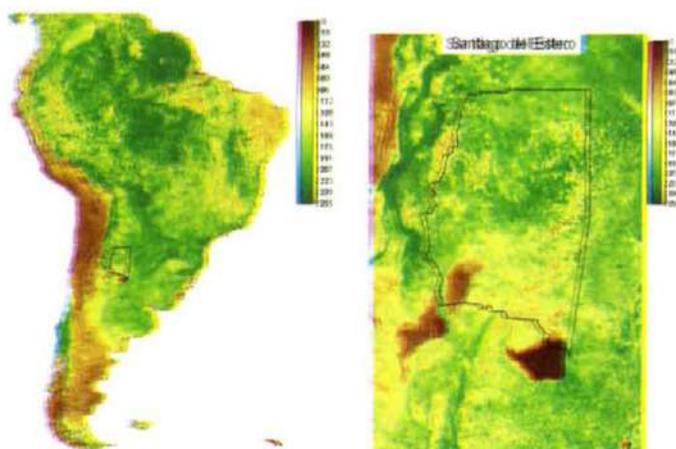


Figura N°1
Ubicación Geográfica de la Provincia de Santiago del Estero en el Continente Sudamericano

El NDVI es una combinación aritmética que permite resaltar los contrastes en la respuesta de los patrones espectrales de la vegetación en las porciones roja ($\lambda^{RED} = 0,58 - 0,68 \mu\text{m}$) e infrarroja cercano ($\lambda^{NIR} = 0,725 - 1,1 \mu\text{m}$) y se deriva mediante la siguiente ecuación: $NDVI = (NIR-RED)/(NIR+RED)$. Los mapas de NDVI, utilizados en este estudio provienen del *Flemish Institute for Technological Development (VITO)*, perteneciente al *Global Vegetation Monitoring Project (GLOVEG)*, y están disponibles en: <http://free.vgt.vito.be/>. Debido a la gran variación diaria que puede sufrir el NDVI, (Stöckli y Vidale, 2004), se utilizaron composiciones decádicas del índice de vegetación de diferencia normalizada (VGTS-10 NDVI), estandarizados a 8 bits, captados mediante el sensor *Vegetation/Spot-4 (Systeme Pour l'Observation de la Terre)*. Este sensor posee una baja resolución espacial (1 km x 1 km), y una resolución temporal decádica, la que permite estudiar variaciones climáticas mensuales e interanuales (Lhermitte *et al.*, 2004). Su ancho de cobertura es de 2250 km, su resolución geométrica (IFOV), de 1,15 *in nadir*, con

una superposición de píxeles menor a 0,5 km, (Mayaux *et al.*, 2000).

Los datos de precipitación media mensual (pp), derivaron de la base de datos *WorldClim*, desarrollada por Hijmans *et al.* (2005). Se cotejó la consistencia de los datos de precipitación media de *WorldClim*, mediante regresión lineal simple, relacionándolos con datos de precipitación media derivados de la estación meteorológica de Santiago del Estero del Servicio Meteorológico Nacional correspondientes al período 1999-2002, se obtuvieron fuertes y significativas relaciones ($p < 0,0001$), con un coeficiente de correlación (r) de 0,87, y un coeficiente de determinación (r^2) de 0,79.

El Sistema de información Geográfica utilizado en este estudio es el *IDRISI-Andes*, versión 15.0, adquirido en el Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (CREAN), bajo licencia de CLARK LABS – *University Clark, USA*. El análisis estadístico se realizó mediante el *Software Infostat* (2004), desarrollado por la cátedra de estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

El área de estudio se delimitó mediante una máscara binaria de la Provincia de Santiago del Estero. Si bien, en la etapa del procesamiento de síntesis de los datos originales se elimina la mayoría de los *píxeles* con nubes, algunos mapas tuvieron contaminación residual y fallas en la calibración de los detectores en sentido de las columnas. Para evitar este último efecto, todos los mapas de la serie fueron controlados visualmente.

Para captar la dinámica temporal de las coberturas bosque y pastizal natural, se determinaron áreas que mantuvieron el mismo tipo de cobertura durante el período analizado. La validación de cada cobertura, se realizó mediante análisis visuales de imágenes TM-LANDSAT de diversas fechas, y la base satelital del *Google Earth*. En el Cuadro N°1 se resume las características y ubicación de las áreas invariantes utilizadas.

Cuadro N°1
CARACTERÍSTICAS DE LAS ÁREAS DE CONTROL

Cobertura	Superficie (km ²)	N°. píxeles	Coordenadas (Longitud, Latitud)
Bosque	12	8	-61.751958, -25.686871
Bosque	28	8	-62.164156, -27.012787
Bosque	16	8	-63.970065, -28.540999
Bosque	18	8	-64.169540, -28.623799
Bosque	17	8	-63.717310, -28.988532
Pastizal	12	8	-61.758799, -28.988533
Pastizal	12	8	-63.816591, -25.974630
Pastizal	20	8	-62.108206, -26.978829
Pastizal	16	8	-62.371403, -29.529340

La fuerza y dirección de las relaciones temporales entre el NDVI del bosque y pastizal natural, con la precipitación media, se determinaron mediante el coeficiente de correlación de Pearson's, (r) y su tendencia mediante regresión lineal simple. El ajuste de los modelos lineales fue evaluado, a través de los valores porcentuales del coeficiente de determinación (r^2), se consideró como variable dependiente y , el NDVI y como variable independiente x , la precipitación media mensual. La variación no explicada por los modelos fue evaluada mediante el análisis de residuos (observado vs. predicho) (Lee y Wong, 2001). El número de muestras n , de cada mapa, se obtuvo mediante la metodología propuesta por (Fitzpatrick-Lins, 1981). Mediante la I de Moran, se determinaron correlaciones espaciales en los mapas de NDVI y de precipitaciones ($I > 0,95$), por cuanto la información de referencia se obtuvo de cada área y para cada cobertura mediante muestreo aleatorio simple (Eastman *et al.*, 1995).

RESULTADOS

Relaciones NDVI Boque - Precipitaciones

La curva del NDVI del bosque (Figura N°2), sigue el modelo estacional regional de precipitaciones, definida en una estación húmeda estival, con predominio de valores elevados de NDVI, y una estación seca invernal, con predominio de valores bajos de NDVI. Similares patrones estacionales fueron detectados sobre importantes coberturas vegetales de zonas semiáridas de Brasil, en la Caatinga (Espig *et al.*, 2006) y en cinco coberturas vegetales del noroeste de Minas Gerais (Liesenberg *et al.*, 2006).

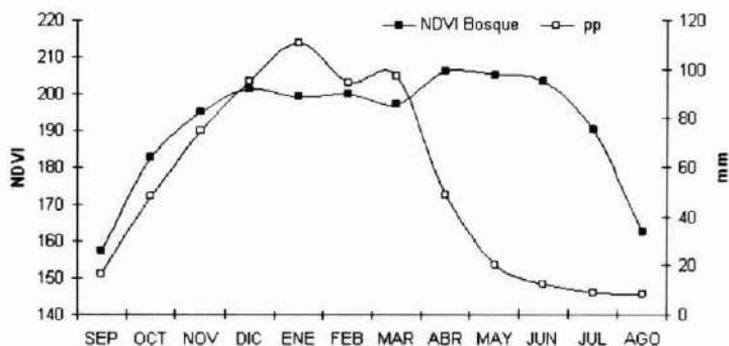


Figura N°2
DINÁMICA MENSUAL DEL NDVI DEL BOSQUE Y LAS PRECIPITACIONES

Se determinaron fuertes y significativas relaciones ($p < 0,05$), con tendencia positiva entre el NDVI, del bosque correspondiente a los doce meses del año con las precipitaciones de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, marzo, abril y mayo, con un coeficiente de correlación medio (r), de 0,90 y un coeficiente de determinación medio (r^2), de 0,77. La precipitación de octubre es la que tuvo la relación más fuerte ($p < 0,001$), con tendencia positiva,

con el *NDVI*, del bosque de todo el año, con un coeficiente de correlación medio (r), de 0,98 y un coeficiente de determinación medio (r^2), de 0,96. Nicholson *et al.* (1990), determinaron fuertes relaciones lineales y mejores relaciones log-lineales entre el *NDVI* y las precipitaciones, a su vez Wang *et al.* (2003), demostraron que el *NDVI*, tiene una fuerte relación lineal con las precipitaciones durante la estación de crecimiento. Sin embargo, el *NDVI*, del bosque no tuvo relaciones significativas con las precipitaciones de enero, febrero, debido a la falta de humedad disponible en el suelo, por las elevadas temperaturas, evapotranspiración y sequía.

Se determinó que la respuesta del *NDVI* del bosque, está relacionado con las precipitaciones del mes actual y con las producidas durante la primavera y otoño. Wang *et al.* (2001), obtuvieron las mejores correlaciones entre el *NDVI* del bosque y las precipitaciones producidas con un período de retraso de un mes a un mes y medio a principios del verano y de dos meses a la salida del verano. A su vez, Wang *et al.* (2003), encontraron elevadas correlaciones en la respuesta del *NDVI*, ante las precipitaciones ocurridas durante la corriente estación de crecimiento y la de quince, cinco y siete meses previos. Nicholson *et al.* (1990), determinaron que las mejores relaciones y efectos de retrasos en la respuesta del *NDVI*, con las precipitaciones producidas durante dos y tres meses previos, y relacionaron el retraso en la respuesta del *NDVI*, con la acumulación de humedad en el suelo, más que con las precipitaciones. De manera general, el modelo espacial de *NDVI*, presenta mayores relaciones con la precipitación media de prolongada temporalidad, que con eventos recientes de precipitaciones (Wang *et al.*, 2001), estos autores encontraron relaciones verdaderamente fuertes entre el *NDVI*, con el promedio de nueve años de precipitaciones locales. Así mismo, Farrar *et al.* (1994) determinaron que mientras las correlaciones entre el *NDVI* y las precipitaciones son elevadas para un promedio multitemporal mensual, el *NDVI* es controlado por la humedad del suelo del mes actual.

Relaciones *NDVI* Pastizal Natural - Precipitaciones

La curva del *NDVI* del pastizal natural (Figura N°3), sigue el modelo estacional regional de precipitaciones, definida en una estación húmeda estival, con predominio de valores elevados de *NDVI*, y una estación seca invernal, con predominio de valores bajos de *NDVI*.

Se determinaron fuertes y significativas relaciones ($p < 0,05$), con tendencia positiva entre el *NDVI*, del pastizal de septiembre con un coeficiente de correlación medio (r), de 0,95, y un (r^2), de 0,79, con las precipitaciones de septiembre, octubre, noviembre, marzo, abril y mayo, y entre el *NDVI*, del pastizal de octubre, con coeficiente de correlación medio de 0,95, y coeficiente de determinación medio (r^2), de 0,88, con las precipitaciones de septiembre, octubre, noviembre, marzo, abril y mayo. La relación significativa ($p < 0,001$), más fuerte con tendencia positiva, se dio entre el *NDVI*, del pastizal de octubre con la precipitación de octubre, con un coeficiente de correlación (r), de 0,98 y un coeficiente de determinación (r^2), de 0,93.



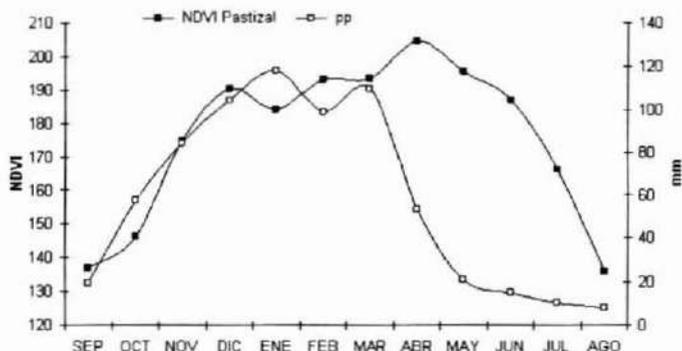


Figura N°3

DINÁMICA MENSUAL DEL NDVI DEL PASTIZAL NATURAL Y LAS PRECIPITACIONES

Se determinaron fuertes y significativas relaciones ($p < 0,01$), con tendencia negativa entre el de *NDVI*, del pastizal natural de noviembre con un coeficiente de correlación medio (r), de $-0,93$, y un coeficiente de determinación medio (r^2), de $0,81$, con las precipitaciones de enero. Así mismo, fuertes y significativas relaciones ($p < 0,01$), con tendencia negativa fueron encontradas entre el de *NDVI*, del pastizal de diciembre, con un coeficiente de correlación medio (r), de $-0,96$, y un coeficiente de determinación medio (r^2), de $0,90$, con las precipitaciones de enero y febrero. Estas fuertes relaciones con tendencias negativas se relacionan con las elevadas temperaturas, la evapotranspiración y el consecuente déficit hídrico, que afecta la tasa de crecimiento del pastizal natural, esto concuerdan con resultados obtenidos por Wang *et al.* (2003), quienes determinaron que el *NDVI*, está negativamente correlacionado con las temperaturas máximas del verano, a su vez, Nicholson *et al.* (1990), determinaron que pastizales de ambientes áridos, tienen una respuesta clara e inmediata ante eventos de precipitaciones. Wang *et al.* (2001), obtuvieron fuertes coeficientes de correlación asociados con discretos eventos de precipitaciones que fueron precedidos por períodos de sequía, mostrando claramente, a través de mapas, que las relaciones con tendencia negativa con *NDVI* bajos, se dan en zonas con déficit hídricos.

CONCLUSIONES

El índice de vegetación de diferencia normalizada derivado del sensor *Vegetation/spot4*, es un sensible y preciso indicador, que posibilita la detección y monitoreo de la dinámica temporal de las principales coberturas vegetales de la provincia Santiago del Estero.

La dinámica mensual del *NDVI*, del bosque y del pastizal natural se corresponde directamente con el modelo estacional de precipitaciones de la región

Las precipitaciones producidas durante la primavera y el otoño tienen fuertes y significativas relaciones con el *NDVI*, de todos los meses del año del bosque.

Las precipitaciones de primavera y otoño tienen fuertes y significativas relaciones con el

NDVI, del pastizal natural de septiembre y octubre.

Existen fuertes y significativas relaciones con tendencia negativa entre el *NDVI* del pastizal natural de noviembre y diciembre con las precipitaciones de enero y febrero. Durante el verano, el pastizal natural, sufre los efectos de las condiciones locales, con elevadas intensidades de radiación, evapotranspiración y efecto de sequías, que afectan su actividad fotosintética y productividad de biomasa verde, este responde de manera inmediata a las precipitaciones, esperable por la gran eficiencia de los sistemas radicales de las especies que lo conforman.

El bosque, según la curva del *NDVI*, presenta una mayor estabilidad, con respecto al pastizal natural, ante las variaciones estacionales de precipitaciones y temperatura, posiblemente debido a la amplia diversidad de especies que lo componen (efecto *buffer*).

Ambas coberturas respondieron con una elevada tasa incremental de *NDVI*, ante el comienzo de las precipitaciones en septiembre, debido a la sequía característica de la salida del invierno de esta región. La respuesta de ambas coberturas es consistente con las adaptativas estrategias de las plantas de zonas áridas y semiáridas para el uso eficiente del agua.

Las fuertes y significativas relaciones mensuales determinadas entre el *NDVI* y las precipitaciones, proveen las bases que permitirán predecir la productividad a escala de paisajes bajo el efecto de diferentes regímenes climáticos.

El índice de vegetación de diferencia normalizada derivado del sensor *Vegetation/spot4*, es un sensible y preciso indicador de las precipitaciones y en especial de la humedad disponible en el suelo, convirtiéndose en una invaluable herramienta para la provincia Santiago del Estero y para la macroregión en general, debido a que no se dispone del número adecuado de estaciones meteorológicas necesarias para el monitoreo de las precipitaciones y variables climáticas en general.



AGRADECIMIENTOS

Se agradece el asesoramiento para el análisis estadístico del Dr. Ing. Ftal. Carlos López, Profesor de Mejoramiento Genético Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

REFERENCIAS

Cabrera L. A., 1976. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería 2ª Ed. Tomo II, Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires, Argentina.

De Fina A. L., 1976. Datos climatológicos de la república Argentina. IDIA, 337-342:177-180.

Eastman J. R., McKendry J. E. and Fulk M. A., 1995. Change and times series analysis. Explorations in Geographic Information Systems Technology. UNITAR, Second Edition, Palais des Nations, Geneva, Suiza, 116 p.

Espig S. A., Soares J. V. y Dos Santos R. J., 2006. Variacoes Sazonais do EVI e NDVI Em Areas do Semi-Arido Brasileiro. VII Seminário de atualizacao em sensoriamiento remoto e sistemas de informacoes geográficas aplicados a Engenharia Florestal, 17 a 19 de Outubro, Curitiba-Parana, Brasil, pp. 234-239.

Farrar T. J., Nicholson S. E. and Lare A. R., 1994. The influence of type on the relationships between NDVI, Rainfall, and Soil Moisture in semiarid Botswana. II. NDVI response a soil moisture. Remote Sensing of Environment 50:121-133.

Fitzpatrick-Lins K., 1981. Comparison of Sampling Procedures and Data Análisis for a Land-use and land-cover map. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 47:343-351.

Hijmans J. R., Cameron S. E., Parra L. J., Jones G. P. and Jarvis A., 2005. Very high resolution Interpolated climate surface for global land areas. Int. J. Climatol 25:1965-1978.

Justice C. O., Townshend J. R. G., Holben B. N. and Tucker C. J., 1985. Analysis of the phenology of global vegetation using meteorological satellite data. International Journal of Remote Sensing, 6:1271-1318.

Lee J. and Wong D. W., 2001. Statistical Analysis with ArcView GIS. John Wiley & Sons, INC. New York, USA, 192 p.

Lhermitte S., Verbesslet J., Nackaerts K, y Coppin P., 2004. Segmentation of vegetation-soil-climate complexes for south Africa based on SPOT Vegetation time series. In Proceedings of Vegetation-Antwerp 2004 International Users Conference. 24-26 March, Belgium, 2004. Disponible en: <<http://www.vgt.vito.be/vgtapen/pages/home.htm>>. Acceso: 17.12.2007.

Liesenber V., Ponzoni J. F. y Galvão L. S., 2006. Análise da dinâmica sazonal de índices de vegetação do sensor Modis em algumas fitofisionomias do bioma cerrado. VII Seminário

de atualizacao em sensoriamento remoto e sistemas de informacoes geográficas aplicados a Engenharia Florestal, 17 a 19 de Outubro, Curitiba-Parana, Brasil, pp. 234-239.

Mayaux P., Gond V. and Bartholomé E., 2000. Mapping the Forest-Cover of Madagascar with SPOT-4 VEGETATION data. In:VEGETATION 2000 PROCEEDINGS.Ed. Gilbert Saint, VEGETATION programme Scientist; Centre National Détudes Spatiales. Lake Maggiore, Italy.

Nicholson S.E., Davenport L. M. and Malo A. R., 1990. A comparison of the vegetation response to rainfall in the Shael and East Africa, using Normalized Difference Vegetation Index from NOAA AVHRR, Climatic Change 17:209-241.

Stockli R., Vidale P. L., 2004. European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR landsurface parameter dataset". International Journal of Remote Sensing, 17:3303-3330.

Tucker J. C., 1979. Red and Photographic infrared lineal combinations for monitoring vegetation, Remote Sensing of Environment, 8:127-150.

Turner G. M., Gardner H. R. and O'Neill V. R., 2001. Landscape Ecology in Theory and Practice, Ed. Springer, New York, USA, 401 p.

Wang J., Price K. P., and Rich P. M., 2001. Spatial patens of NDVI in response to precipitation and temperature in the central Great Plains. Int. J. Remote Sensing, 18:3827-3844.

Wang J., Price K. P. and Rich P. M., 2003. Spatial patens of NDVI in response to precipitation and temperature in the central Great Plains, USA. Int. J. Remote Sensing, 11:2345-2364.





DESEMPENHO SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA, EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS DE EUCALIPTO EM CAVAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Kelly R. Lamônica¹; Deborah G. Barroso¹; Luciana A. Rodrigues²,
Andréa V.R. Mendonça¹; Marcela D.S. Freitas³

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar, de forma simultânea, o desempenho no campo de plantas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Sm, *E. robusta* Sm e *E. pellita* F. Muell, o acúmulo e qualidade da serapilheira e vegetação espontânea, em plantios puros e consorciados com *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., em uma cava resultante de extração de argila. As quatro espécies de eucalipto foram plantadas entre as linhas de um povoamento puro de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., com 12 meses de idade. As plantas de eucalipto foram avaliadas em altura e diâmetro a altura do peito, aos 18, 24 e 30 meses.

Avaliou-se, também, a qualidade e a quantidade da serapilheira e da vegetação espontânea acumulada, aos 27 meses após o plantio das mudas de eucaliptos. O material colhido foi fracionado em folhas de eucalipto, folhas de outras espécies, galhos e miscelânea.

Foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg, para determinação do conteúdo acumulado deste material. Aos 30 meses, as plantas não diferiram quanto ao crescimento em altura e DAP, nos plantios puros e consorciados, exceto o *E. camaldulensis*, que apresentou redução no incremento até o 30º mês com relação às demais espécies.

Todas as espécies apresentaram crescimento superior ao observado em outras avaliações de plantios em áreas degradadas. Os plantios proporcionaram maior acúmulo de serapilheira e vegetação espontânea quando comparados a áreas referenciais na cava.

A quantidade total desse material não variou entre os tratamentos, sendo as folhas a fração mais representativa. O acúmulo de nutrientes no material avaliado representa 0,66 g m⁻² de N; 3,35 g m⁻² de P; 1,81 g m⁻² de K e 0,89 g m⁻² de Mg, independente dos tratamentos. O acúmulo de Ca variou entre os sistemas de plantio, em 3,01 e 2,23 g m⁻² para plantios puros e consorciados, respectivamente.

Palavras chave: Áreas degradadas, cavas, plantações do eucalipto, *Sesbania virgata*, serapilheira, vegetação espontânea.

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense. Brasil. E-mail: krlamonica@bol.com.br; deborah@uenf.br; avrmendonca@hotmail.com

² Instituto Superior de Tecnologia em Ciências Agrárias. Brasil. E-mail: lua@uenf.br

³ Estudante de Biologia (CEDERJ) – Bolsista TECNORTE. Brasil. E-mail: madu.freitas@bol.com.br

PERFORMANCE, LITTER PRODUCTION AND WEEDS, IN PURE AND MIXED EUCALYPTS PLANTINGS, IN DIGGING OF CLAY MINING

SUMMARY

This work had as objective evaluates, in a simultaneous way, the performance in the field of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Sm, *E. robusta* Sm and *E. pellita* F. Muell, the accumulation and quality of the litter and weed, in pure and mixed plantings with *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., in a digging from clay mining. The four eucalyptus species were planted among the lines of a pure stand of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., at 12 months later. The eucalyptus plants were appraised in height and diameter to the 18, 24 and 30 months.

It was evaluated too the quality and the amount of litter and weed accumulated, to the 27 months after the planting of the eucalyptus seedlings. This material was fractioned in eucalyptus leaves, leaves of other species, branches and miscellany.

Were evaluated the N, P, K, Ca and Mg contents for determination of the accumulated content of this material. To the 30 months, the plants didn't differ as for the growth in height and diameter, in the pure and mixed plantings, except the *E. camaldulensis*, that presented reduction in the height increment until the 30^o month regarding the other species.

All species presented superior growth to the observed in other evaluations of plantings in degraded areas. The plantings provided larger litter and weed accumulation that in the two areas in digging without plant.

The total amount of that material didn't vary among the treatments, being the leaves the most representative fraction. The accumulation of nutrients in these material was 0,66 g m⁻² of N; 3,35 g m⁻² of P; 1,81 g m⁻² of K and 0,89 g m⁻² of Mg, independent of the treatments. The Ca accumulation varied among the planting systems in 3,01 and 2,23 g m⁻² for pure and mixed plantings, respectively.

Key words: Degraded areas, mining, eucalypt plantations, *Sesbania virgata*, litter, weeds.

INTRODUÇÃO

A extração de argila é uma importante atividade econômica da região de Campos dos Goytacazes, onde existem mais de 100 cerâmicas, que geram uma receita de cerca de R\$ 168 milhões por ano e seis mil empregos diretos (Ramos *et al.*, 2003). Entretanto, esta atividade gera grandes danos ambientais, devido à remoção do solo, afetando o local de mineração e seus arredores, provocando impactos sobre a água, o solo e a paisagem como um todo.

A constituição federal (Artigo 225, Parágrafo 2º) garante a obrigatoriedade do explorador à recuperação e estabilização ambiental destas áreas degradadas. Na região, o quadro atual das áreas utilizadas para a extração de argila demonstra a atuação pouco eficiente dos órgãos responsáveis pela liberação de licenças, bem como a fiscalização exercida, uma vez que grande parte das áreas já mineradas ou em extração são clandestinas e o substrato das mesmas encontra-se impróprio ao desenvolvimento vegetal (Valicheski, 2004).

Embora tenha sido criado um ambiente inóspito para a produção agrícola, os ceramistas da região buscam alternativas que permitam retorno econômico destas áreas, tendo recorrido até o momento a pastagens e plantios de cana-de-açúcar, cujas atividades de manejo são muito intensivas para as características das cavas.

Valicheski (2004) avaliou a viabilidade técnica e econômica da revegetação de áreas de extração de argila por eucalipto, cana-de-açúcar e pastagem (pecuária de corte) em Campos dos Goytacazes e, dentre os três cenários avaliados, o plantio de eucalipto mostrou ser o mais atrativo, em termos econômicos. Quanto à implantação de cana-de-açúcar, apesar de ser viável, apresenta grande risco econômico devido a quedas esperadas na produtividade, ao longo do tempo, e ao reajuste de preços dos insumos, tornando a atividade pouco sustentável. A utilização com pastagens apresenta-se economicamente inviável, segundo os níveis de investimento e produtividade propostos. No entanto, o que se observa nestas áreas degradadas é o pastoreio sob pastagem espontânea.

No Norte Fluminense, a demanda energética de origem vegetal é muita elevada em decorrência do pólo ceramista. Parte da demanda madeireira da região é suprida por plantios de eucalipto localizados no estado do Espírito Santo e Bahia (Zaia e Gama-Rodrigues, 2004; Cunha *et al.*, 2005). Diante deste panorama, a utilização de eucalipto para a revegetação das cavas seria uma possível forma de reabilitação ambiental aliada à possibilidade de suprir a demanda energética das cerâmicas.

Entretanto, em função das condições locais adversas (eliminação do solo, salinidade, elevação do lençol freático, etc), é necessário à identificação de espécies mais adaptadas às condições das cavas e possíveis consórcios, que permitam a implantação de modelos mais sustentáveis nestas áreas degradadas.

A utilização de leguminosas, que permitam incorporação de biomassa ao sistema, pode ser feita em diferentes formas de consórcios, beneficiando o estabelecimento e o crescimento de outras espécies de interesse, tal qual o eucalipto. Santiago (2005) observou na mesma área de estudo que o leve sombreamento durante o crescimento inicial das espécies em condições

de altas temperaturas e ventos fortes promoveu condições ecofisiológicas favoráveis ao estabelecimento das mudas no campo.

O retorno de nutrientes ao solo, através de produção de serapilheira em sistemas consorciados, constitui um aspecto importante do ciclo biológico dos nutrientes em florestas, principalmente em povoamentos implantados sobre áreas degradadas, que apresentam solos de baixa fertilidade, contribuindo assim para melhorar as características destas áreas.

Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo através da queda dos componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua posterior decomposição, bem como através das podas periódicas utilizadas em alguns sistemas de manejo (Mafera *et al.*, 1998; Nóbrega *et al.*, 2002). Estes componentes orgânicos, ao caírem sobre o solo, formam uma camada de serapilheira, que compreende folhas, galhos, frutos, flores e outras partes da planta, bem como restos de animais e material fecal (Golley, 1978).

A permanência da serapilheira na floresta faz com que este material seja reaproveitada no ciclo de nutrientes do sistema, através de sua decomposição e da liberação dos minerais constituintes para uma posterior reabsorção pelas raízes das plantas e aumentando o teor de matéria orgânica. A importância deste ciclo que se forma entre a comunidade viva e o seu meio é evidenciada nas florestas que se mantêm em áreas com solos de baixa fertilidade (Shumacher *et al.*, 2003).

Uma alternativa, portanto, para a reutilização dessas cavas e exploração de madeira, seria a implantação de plantios de eucalipto inicialmente consorciados com leguminosas, sob sistema de podas, conforme vem sendo proposto por Coutinho (2003), Schiavo *et al.*, (2004), Santiago (2005) e Mendonça (2006).

OBJETIVOS

Acompanhar o desempenho de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Sm, *E. robusta* Sm e *E. pellita* F. Muell, dos 18 aos 30 meses, em plantios puros e consorciados com *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., em uma cava de extração de argila no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Avaliar a quantidade e o conteúdo de nutrientes da serapilheira e da vegetação espontânea acumulada, 27 meses após o estabelecimento dos plantios de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma cava de extração de argila, localizada no distrito de Campo Limpo, Campos dos Goytacazes, RJ, de propriedade da Cerâmica Stilbe Ltda. (21°51'S, 41°14'W, à altitude de 14m).

Com uma hectarea de extensão, a cava foi explorada no período de 1999 a 2002 a uma profundidade de extração variando de 2 a 2,5m. No processo de mineração a maior quantidade

de solo é retirada e apenas a camada superficial é devolvida a cava, junto aos resíduos do processo industrial, o lençol freático foi encontrado, no período seco, a 1,4 m de profundidade e no período chuvoso a 1 m.

A temperatura média mensal do município variou durante o período experimental, entre 19,0 °C e 28,8 °C e a precipitação média anual nos últimos três anos foi de 1062 mm, com chuvas concentradas no período de outubro a janeiro (Pesagro-Rio).

Quatro espécies de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *E. tereticornis* Sm, *E. robusta* Sm e *E. pellita* F. Muell) foram plantadas em duas condições distintas: Entre linhas de povoamento de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., com 12 meses de idade, no espaçamento 3x2 m, e em parcelas puras, também no espaçamento 3x2 m. Os dois ensaios foram conduzidos em blocos casualizados completos, com 4 repetições de 18 plantas por parcela.

No consórcio, as plantas de sesbânia foram podadas aos 10, 16 e 22 meses após o plantio. O material resultante da poda foi distribuído de forma homogênea nas entrelinhas de plantio.

As plantas de Eucalipto foram avaliadas aos 18, 24 e 30 meses após o plantio quanto à altura e ao diâmetro à altura do peito (DAP).

Os dados foram submetidos a análises de variância, sendo adotada a análise conjunta dos sistemas de plantio, e as diferenças foram comparadas por teste de Tukey (5%).

Avaliaram-se a quantidade e o conteúdo de nutrientes da serapilheira e da vegetação espontânea acumulada nos diferentes tratamentos, aos 27 meses após o plantio dos eucaliptos. A amostragem do material de todas as parcelas foi feita a partir de três amostras simples, por meio de lançamento, ao acaso, de gabaritos vazados de 0,25 m², que compuseram uma amostra composta utilizada para determinação da matéria seca de cada parcela. A mesma amostragem foi realizada e mais duas áreas para comparação: na cava onde os experimentos foram montados, ao lado dos plantios, e em área adjacente a cava, não submetida à extração de argila. Foram tomadas, da mesma maneira, em cada área, quatro amostras compostas de três subamostras, respeitadas as distâncias similares às distâncias entre e dentro das parcelas.

O material coletado do interior da área dos gabaritos (serapilheira e vegetação espontânea) foi separado em quatro componentes: folhas de eucalipto, folhas de outras espécies, galhos e miscelânea (fragmentos de galho, folhas, inflorescência, casca, etc). Para reduzir erros pela contaminação por solo o material acumulado foi peneirado (tela de 4 mm), descartando o material que passou pela malha da peneira (solo), e ainda, desconsiderou-se o material de solo que ficou retido na peneira (agregados de solo e pequenas pedras). Uma amostra de peso conhecido deste material de cada parcela foi colocada em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura constante de 65°C, por 72 horas e, posteriormente, pesada para determinação da biomassa seca.

Posteriormente, este material foi analisado para determinação dos teores de N (Nessler), P (colorimetria), K (fotometria de chama), após digestão sulfúrica, Ca e Mg (espectrofotometria

de absorção atômica) após digestão nitroperclórica, segundo Jones Jr. *et al.* (1991) e Malavolta *et al.* (1997).

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância, sendo realizada análise conjunta entre os sistemas de plantio, sendo as diferenças comparadas pelo teste de Tukey (5%). A comparação dos valores de biomassa seca da serapilheira e vegetação espontânea, quando comparados com áreas adjacentes foram submetidos ao teste de t (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito dos sistemas de plantio sobre o desempenho das espécies. O *E. camaldulensis* diferenciou-se por apresentar maior altura aos 18 meses, sendo posteriormente ultrapassado pelas demais espécies, apresentando menor altura, aos 30 meses, tanto no plantio puro quanto no plantio consorciado (Quadro N° 1).

Quanto às espécies, aos 18 meses, resultados similares foram obtidos por Coutinho *et al.* (2004), na região da Zona da Mata Pernambucana, onde avaliando o comportamento de espécies de eucalipto, aos 12 meses, os autores constataram que as plantas de *E. camaldulensis* apresentaram melhor desempenho em altura do que o *E. tereticornis* e *E. robusta*, embora não tivessem observado diferença estatística.

Quadro N° 1

ALTURA (m) DE PLANTAS DE EUCALIPTO, EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata*, EM UMA CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Tratamentos	18 meses			24 meses			30 meses		
	Puro	Cons.	Média	Puro	Cons.	Média	Puro	Cons.	Média
<i>E. pellita</i>	6,1	6,2	6,1 b	8,3	8,9	8,6 a	11,3	10,5	10,9 a
<i>E.camaldulensis</i>	7,0	6,6	6,8 a	9,5	8,9	9,2 a	9,6	8,9	9,2 b
<i>E. tereticornis</i>	6,5	5,4	6,0 b	8,8	8,4	8,6 a	10,2	10,2	10,2 a
<i>E.robusta</i>	5,8	6,3	6,1 b	8,3	9,2	8,7 a	10,5	10,8	10,7 a
MÉDIAS	6,4A	6,1A		8,7A	8,8A		10,4A	10,1A	
CV (%)	6,17								

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si (Tukey, 5%).

Os resultados do crescimento de altura, no presente trabalho, das espécies *E. pellita*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, aos 30 meses, foram superiores aos obtidos por Drumond *et al.* (1998), nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Sergipe, para as mesmas espécies também aos

30 meses. Entre as diferentes procedências avaliadas por estes autores foram encontradas médias de altura de 5,6 m para o *E. tereticornis*, de 6,0 m para o *E. pellita* e de 6,0 m para o *E. camaldulensis*, médias estas inferiores 82%, 82% e 53%, respectivamente. De acordo com o Quadro N° 2, as espécies de eucalipto não apresentaram diferenças em diâmetro à altura do peito (DAP) nos plantios puros e consorciados, não sendo observada também diferença entre os sistemas de plantio, nas diferentes épocas avaliadas.

Com relação ao DAP das espécies *E. pellita*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, aos 30 meses, também foram obtidos menores valores por Drummond *et al.* (1998), onde, entre as diferentes procedências avaliadas as médias encontradas foram 6,0 cm para o *E. pellita*, de 5,7 cm para o *E. camaldulensis* e de 5,9 cm para o *E. tereticornis*, sendo estes valores menores 72%, 75% e 66% respectivamente.

Quadro N° 2

DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (cm) DE PLANTAS DE EUCALIPTO, EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata*, EM UMA CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Tratamentos	18 meses			24 meses			30 meses		
	Puro	Cons.	Média	Puro	Cons.	Média	Puro	Cons.	Média
<i>E. pellita</i>	6,7	6,4	6,5 a	8,7	8,1	8,4 a	10,3	10,4	10,3 a
<i>E. camaldulensis</i>	6,0	5,2	5,6 a	7,9	7,2	7,6 a	10,5	9,5	10,0 a
<i>E. tereticornis</i>	6,4	5,6	6,0 a	8,2	8,0	8,1 a	9,9	9,8	9,8 a
<i>E. robusta</i>	6,4	5,9	6,1 a	7,8	8,1	8,0 a	9,5	10,4	9,9 a
MÉDIAS	6,4A	5,8A		8,2A	7,9A		10,0A	10,0A	
CV (%)	8,14								

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si (Tukey, 5%).

Em relação às médias da quantidade de folhas de eucalipto e folhas de outras espécies da serapilheira e vegetação espontânea acumulada, nos plantios puros e consorciados, verifica-se que não houve diferença estatística entre os sistemas de plantio (Quadro N° 3). Também não foi constatada diferença entre as espécies quanto ao acúmulo de folhas dentro dos sistemas de plantio.



Quadro N° 3

FOLHAS DE EUCALIPTO E FOLHAS DE OUTRAS ESPÉCIES DA SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA, ACUMULADAS EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata* DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, AOS 27 MESES APÓS O PLANTIO DAS MUDAS DE EUCALIPTO, EM UMA CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Tratamento	Folhas de eucalipto (g m ⁻²)			Folhas de outras espécies (g m ⁻²)		
	Puro	Consoiciado	Média	Puro	Consoiciado	Média
<i>E. pellita</i>	137,33	145,42	141,38 a	43,28	18,68	30,98 a
<i>E. camaldulensis</i>	98,93	93,70	96,32 a	64,78	39,90	52,34 a
<i>E. tereticornis</i>	120,85	69,38	95,12 a	29,90	75,70	52,80 a
<i>E. robusta</i>	127,05	101,55	114,30 a	33,63	23,53	28,58 a
Médias	121,04A	102,51A		42,90A	39,45A	
CV%	30,13			76,64		

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

No Quadro N° 4, observa-se que o material acumulado nos dois sistemas de plantio, apresenta maior quantidade de galhos nos plantios consorciados e maior quantidade de miscelânea nos plantios puros. Independente do sistema de plantio, nas áreas com *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* houve uma maior quantidade de miscelânea, sendo os menores valores observados nas áreas com *E. pellita* e *E. robusta*. Esses dados podem ser indicativos da maior velocidade de decomposição do *E. camaldulensis* e do *E. tereticornis*.

Nos plantios consorciados, as plantas de sesbânia foram podadas aos 10, 16 e 22 meses, e o material resultante da poda foi distribuído de forma homogênea nas entrelinhas do plantio, o que explica a maior quantidade de galhos nos plantios consorciados, considerando a baixa velocidade de decomposição deste material.

Quadro N° 4

GALHOS E MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA ACUMULADA, EM PLANTIO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO EM SISTEMA PURO E CONSORCIADO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES APÓS O PLANTIO DAS MUDAS DE EUCALIPTO, EM UMA CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Tratamento	Galhos (g m ⁻²)			Miscelânea (g m ⁻²)		
	Puro	Conso- rciado Média		Puro	Conso- rciado Média	
<i>E. pellita</i>	57,02	126,47	91,75 a	92,60	51,05	71,83 b
<i>E. camaldulensis</i>	56,70	119,15	175,85 a	121,60	121,05	121,33 a
<i>E. tereticomis</i>	48,78	135,02	91,90 a	127,95	87,87	107,91 ab
<i>E. robusta</i>	65,42	107,30	86,36 a	89,87	49,95	69,91 b
Médias	56,98B	121,99A		108,01A	77,48B	
CV%	49,70			31,30		

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

A quantidade total de serapilheira e vegetação espontânea, acumulada nos plantios puros e consorciados, não diferiu entre os sistemas de plantio nem entre as espécies (Quadro N° 5).

A serapilheira total acumulada foi constituída principalmente de folhas nos dois sistemas de plantio, sendo seguida por galhos nos plantios consorciados e por miscelânea nos plantios puros. Segundo Melo e Resck (2003), os galhos, por consistirem em material lenhoso, têm sua queda mais ligada a deterioração de madeira do que a eventos climáticos, havendo menor acúmulo deste material na serapilheira acumulada quando comparado com a quantidade de folhas.



Quadro N° 5

TOTAL DE SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA ACUMULADA, EM PLANTIOS DE EUCALIPTO EM SISTEMAS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES APÓS O PLANTIO DE EUCALIPTO, EM UMA CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Tratamento	Total de serapilheira e vegetação espontânea (g m ⁻²)	
	Puro	Consoiciado
<i>E. pellita</i>	330,21 a	341,66 a
<i>E. camaldulensis</i>	342,01 a	373,81 a
<i>E. tereticornis</i>	318,44 a	368,01 a
<i>E. robusta</i>	315,94 a	282,35 a
Médias	326,65 A	341,46 A
CV (%)	21,77	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Embora não tenham sido detectadas diferenças estatísticas na quantidade de folhas acumuladas nos plantios puros e consorciados, quando comparadas com as duas áreas referenciais, valores maiores foram observados nas áreas de plantio (Quadro N° 6).

Quanto à quantidade de galhos, constataram-se maiores acúmulos nos plantios de *E. pellita* consorciado quando comparado com as duas áreas referenciais e também nos plantios de *E. camaldulensis* puro e *E. robusta* puro e consorciado quando comparados com a amostragem na cava onde os experimentos foram montados, ao lado dos plantios. Para os demais tratamentos não houve diferença na comparação com as duas áreas referenciais (Quadro N° 6).

Quadro N° 6

COMPARAÇÃO DO ACÚMULO DE FOLHAS E GALHOS NA SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA DE PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata* DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, COM DUAS ÁREAS REFERENCIAIS, AOS 27 MESES APÓS O PLANTIO DAS MUDAS DE EUCALIPTO, EM CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Característica	Folhas (g m ⁻²)			Galhos (g m ⁻²)		
	Tratamento	Médias	CV%	Teste t (5%)	Médias	CV%
A 1 ¹ <i>E. pellita</i> - puro	110,1 180,6	48,60 31,98	1,79 ^{ns}	49,2 57,0	91,68 60,44	0,27 ^{ns}
A 1 <i>E. pellita</i> - cons.	110,1 164,1	48,60 26,30	1,57 ^{ns}	49,2 126,5	91,68 28,71	2,67 *
A 1 <i>E. camaldulensis</i> - puro	110,1 163,7	48,60 14,44	1,83 ^{ns}	49,2 56,7	91,68 65,66	0,25 ^{ns}
A 1 <i>E. camaldulensis</i> - cons.	110,1 133,6	48,60 24,81	0,74 ^{ns}	49,2 119,2	91,68 44,51	2,01 ^{ns}
A 1 <i>E. tereticornis</i> - puro	110,1 150,7	48,60 27,55	1,20 ^{ns}	49,2 48,8	91,68 68,48	0,02 ^{ns}
A 1 <i>E. tereticornis</i> - cons.	110,1 145,1	48,60 53,82	0,74 ^{ns}	49,2 135,0	91,68 66,92	1,70 ^{ns}
A 1 <i>E. robusta</i> - puro	110,1 160,7	48,60 28,65	1,43 ^{ns}	49,2 65,4	91,68 35,84	0,64 ^{ns}
A 1 <i>E. robusta</i> - cons.	110,1 125,1	48,60 11,42	0,54 ^{ns}	49,2 107,3	91,68 26,44	2,18 ^{ns}
A 2 ² <i>E. pellita</i> - puro	130,8 180,6	29,88 31,98	1,43 ^{ns}	14,2 57,0	111,58 60,44	2,26 ^{ns}
A 2 <i>E. pellita</i> - cons.	130,8 164,1	29,88 26,30	1,14 ^{ns}	14,2 126,5	111,58 28,71	5,67 *
A 2 <i>E. camaldulensis</i> - puro	130,8 163,7	29,88 14,44	1,44 ^{ns}	14,2 56,7	111,58 65,66	2,10 ^{ns}
A 2 <i>E. camaldulensis</i> - cons.	130,8 133,6	29,88 24,81	0,11 ^{ns}	14,2 119,2	111,58 44,51	3,79 *
A 2 <i>E. tereticornis</i> - puro	130,8 150,7	29,88 27,55	0,70 ^{ns}	14,2 48,8	111,58 68,48	1,87 ^{ns}
A 2 <i>E. tereticornis</i> - cons.	130,8 145,1	29,88 53,82	0,33 ^{ns}	14,2 135,0	111,58 66,92	2,63 ^{ns}
A 2 <i>E. robusta</i> - puro	130,8 160,7	29,88 28,65	0,99 ^{ns}	14,2 65,4	111,58 35,84	3,62 *
A 2 <i>E. robusta</i> - cons.	130,8 125,1	29,88 11,42	0,27 ^{ns}	14,2 107,3	111,58 26,44	5,73 *

* Teste t (5%), ^{ns} não significativo, CV - coeficiente de variação, ¹ Área adjacente a cava, não submetida à extração de argila (fora da cava) e ² Amostragem na cava onde os experimentos foram instalados, ao lado dos plantios.

Houve maior quantidade de miscelânea nos plantios puros e consorciados, quando comparadas com as duas áreas referenciais (Quadro N° 7), exceto para os plantios consorciados de *E. pellita* e *E. robusta*, que, quando comparados com a área referencial na cava onde os experimentos foram instalados, ao lado dos plantios, não apresentaram diferenças estatísticas quanto à quantidade de miscelânea acumulada. Entretanto, deve-se considerar que apresentaram, respectivamente 159% e 154% a mais de miscelânea acumulada.

Quadro N° 7

COMPARAÇÃO DO ACÚMULO DE MISCELÂNEA E DO TOTAL DE SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS COM *Sesbania virgata* DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO, COM DUAS ÁREAS REFERENCIAIS, AOS 27 MESES APÓS O PLANTIO DE MUDAS DE EUCALIPTO, EM CAVA DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Características	Miscelânea (g m ⁻²)			Total de serapilheira e vegetação espontânea (g m ⁻²)		
	Médias	CV%	Teste t	Médias	CV%	Teste t
A 1 ¹ <i>E. pellita</i> - puro	1,2 92,6	200,00 18,89	10,35 *	160,6 330,2	28,51 30,75	3,05 *
A 1 <i>E. pellita</i> - cons.	1,2 51,1	200,00 37,25	5,20 *	160,6 341,7	28,51 12,65	5,75 *
A 1 <i>E. camaldulensis</i> - puro	1,2 121,6	200,00 31,5	6,27 *	160,6 342,0	28,51 27,11	3,51 *
A 1 <i>E. camaldulensis</i> - cons.	1,2 121,1	200,00 11,83	16,50 *	160,6 373,8	28,51 13,24	6,32 *
A 1 <i>E. tereticornis</i> - puro	1,2 127,9	200,00 42,56	4,65 *	160,6 327,4	28,51 27,28	3,32 *
A 1 <i>E. tereticornis</i> - cons.	1,2 87,9	200,00 47,96	4,11 *	160,6 368,0	28,51 26,01	3,91 *
A 1 <i>E. robusta</i> - puro	1,2 89,9	200,00 30,59	6,42 *	160,6 315,9	28,51 24,26	3,48 *
A 1 <i>E. robusta</i> - cons.	1,2 50,0	200,00 43,47	4,46 *	160,6 282,3	28,51 17,93	3,57 *
A 2 ² <i>E. pellita</i> - puro	19,7 92,6	148,76 18,89	4,27 *	164,7 330,2	18,53 30,75	3,12 ns
A 2 <i>E. pellita</i> - cons.	19,7 51,07	148,76 37,25	1,76 ns	164,7 341,7	18,53 12,65	6,69 *
A 2 <i>E. camaldulensis</i> - puro	19,7 121,6	148,76 31,50	4,22 *	164,7 342,0	18,53 27,11	3,63 *

A 2 <i>E. camaldulensis</i> - cons.	19,7 121,1	148,76 11,83	6,21 *	164,7 373,8	18,53 13,24	7,19 *
A 2 <i>E. tereticornis</i> - puro	19,7 127,9	148,76 42,56	3,50 *	164,7 327,4	18,53 27,28	3,45 *
A 2 <i>E. tereticornis</i> - cons.	19,7 87,9	148,76 47,96	2,65 *	164,7 368,0	18,53 26,01	4,05 *
A 2 <i>E. robusta</i> - puro	19,7 89,9	148,76 30,59	3,49 *	164,7 315,9	18,53 24,26	3,67 *
A 2 <i>E. robusta</i> - cons.	19,7 50,0	148,76 43,47	1,66 ^{ns}	164,7 282,3	18,53 17,93	3,98 *

* Teste t-significância (5%), ^{ns} não significativo, CV - coeficiente de variação, ¹ Área adjacente a cava, não submetida à extração de argila (fora da cava) e ² Amostragem na cava onde os experimentos foram montados, ao lado dos plantios.

Conforme esperado, os valores totais de serapilheira e vegetação espontânea acumulados nas áreas plantadas foram maior que nas áreas referenciais amostradas (Quadro N° 7), exceto para plantio puro de *E. pellita* que não apresentou diferença estatística com relação à amostragem realizada na cava onde os experimentos foram montados, ao lado dos plantios, apesar de apresentar o dobro de material acumulado.

O acúmulo e distribuição de nutrientes nos diversos componentes da planta, nas diferentes fases de seu desenvolvimento afetaram a composição nutricional e a decomposição do material acumulado sobre o solo, resultante de queda natural ou de podas, conforme o sistema de manejo adotado. O aporte de nutrientes é de fundamental importância para que, com o tempo, os povoamentos tornem-se sustentáveis e a área seja recuperada.

Os conteúdos de nutrientes das folhas de eucalipto não diferiram entre os sistemas de plantios, exceto para o Ca cujos valores foram maiores nos plantios puros. A única variação entre as espécies foi observada para o Mg, cujo total aportado por esta fração foi maior nos plantios de *E. pellita* e *E. robusta* (Quadro N° 8). Attiwill e Adams (1996), estudando a distribuição dos nutrientes em folhas, galhos, cascas e madeira de espécies de eucalipto e outras espécies, observaram variações de N, P e Ca entre as espécies estudadas. As folhas de eucalipto presentes na serapilheira destes plantios são resultantes tanto da queda de folhas do terço inferior das plantas, quanto da poda dos ramos inferiores, realizadas nas épocas das avaliações. O Ca é um elemento de baixa mobilidade na planta, com maior concentração nas folhas mais velhas. Não havendo diferença significativa entre os plantios na quantidade desta fração no material coletado (Quadro N° 3) e, considerando a pequena variação entre as concentrações foliares das espécies (11,87 g kg⁻¹, 11,20 g kg⁻¹, 9,72 g kg⁻¹, 9,30 g kg⁻¹, para *Eucalyptus tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta*, respectivamente), pode-se considerar que o consórcio tenha favorecido a liberação deste nutriente no processo de decomposição.

Quadro N° 8
CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE EUCALIPTO DA SERAPILHEIRA ACUMULADAS NOS PLANTIO PUROS E CONSORCIADOS DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES DE IDADE, EM CAVAS RESULTANTES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Espécies	N (g m ⁻²)		P (g m ⁻²)		K (g m ⁻²)		Ca (g m ⁻²)		Mg (g m ⁻²)	
	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.
<i>E. pellita</i>	0,23 a	0,33 a	0,09 a	0,10 a	0,23 a	0,29 a	1,64 a	1,01 a	0,31 a	0,30 a
<i>E. camaldulensis</i>	0,21 a	0,17 a	0,06 a	0,06 a	0,24 a	0,27 a	1,15 a	0,98 a	0,19 b	0,18 b
<i>E. tereticornis</i>	0,22 a	0,14 a	0,07 a	0,04 a	0,26 a	0,15 a	1,47 a	0,75 a	0,17 b	0,11 b
<i>E. robusta</i>	0,28 a	0,20 a	0,10 a	0,07 a	0,24 a	0,26 a	1,32 a	0,79 a	0,24 ab	0,21 ab
Médias	0,23A	0,21A	0,08A	0,07A	0,24A	0,24A	1,39A	0,88B	0,23A	0,21A
CV (%)	37,69		40,85		42,41		34,74		31,73	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

No quadro N° 9 observa-se que o conteúdo de nutrientes das folhas de outras espécies constituintes da serapilheira e da vegetação espontânea amostrada, não diferiu entre os sistemas de plantio. Também não houve variação entre as áreas com as diferentes espécies utilizadas.

Quadro N° 9

CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM FOLHAS DE OUTRAS ESPÉCIES OBTIDAS NA SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA ACUMULADAS NOS PLANTIO PUROS E CONSORCIADOS DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES DE IDADE, EM CAVAS RESULTANTES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Espécies	N (g m ⁻²)		P (g m ⁻²)		K (g m ⁻²)		Ca (g m ⁻²)		Mg (g m ⁻²)	
	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.
<i>E. pellita</i>	0,09 a	0,06 a	0,22 a	0,11 a	1,13 a	0,62 a	0,19 a	0,21 a	0,11 a	0,11 a
<i>E. camaldulensis</i>	0,18 a	0,11 a	0,33 a	0,16 a	1,35 a	0,91 a	0,19 a	0,11 a	0,13 a	0,10 a
<i>E. tereticornis</i>	0,07 a	0,28 a	0,13 a	0,24 a	0,90 a	1,53 a	0,11 a	0,14 a	0,08 a	0,14 a
<i>E. robusta</i>	0,08 a	0,05 a	0,26 a	0,10 a	0,76 a	0,57 a	0,16 a	0,11 a	0,08 a	0,07 a
Médias	0,11 A	0,12 A	0,24 A	0,15 A	1,04 A	0,91 A	0,16 A	0,14 A	0,10 A	0,12 A
CV (%)	115,04		65,14		55,40		66,79		51,56	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Com relação ao conteúdo de nutrientes dos galhos da serapilheira acumulada nos plantios puros e consorciados, houve maior concentração de N e Mg nos plantios consorciados (Quadro N°10), o que indica que o consórcio com a leguminosa *sesbânia* enriqueceu a serapilheira, mantendo o N por mais tempo na área. Deve-se levar em consideração que este N ainda será disponibilizado na área, melhorando as condições do solo. As folhas disponibilizam seus nutrientes rapidamente no ambiente devido a sua rápida velocidade de decomposição, sendo os nutrientes dos galhos liberados mais lentamente. Os conteúdos de K e Ca não foram influenciados pelo sistema de plantio.



Quadro N° 10
CONTEÚDO DE NUTRIENTES EM GALHOS DA SERAPILHEIRA ACUMULADOS NOS PLANTIO PUROS E CONSORCIADOS DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES DE IDADE, EM CAVAS RESULTANTES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Espécies	N (g m ⁻²)		P (g m ⁻²)		K (g m ⁻²)		Ca (g m ⁻²)		Mg (g m ⁻²)	
	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.
<i>E. pellita</i>	0,06 a	0,19 a	0,08ab A	0,08 a A	0,31 a	0,36 a	0,30 a	0,64 a	0,08 a	0,27 a
<i>E. camaldulensis</i>	0,05 a	0,14 a	0,05ab A	0,07 a A	0,17 a	0,15 a	0,50 a	0,51 a	0,06 a	0,36 a
<i>E. tereticornis</i>	0,04 a	0,16 a	0,02 b A	0,06 a A	0,18 a	0,24 a	0,43 a	0,56 a	0,05 a	0,38 a
<i>E. robusta</i>	0,07 a	0,11 a	0,09 a A	0,04 a B	0,28 a	0,25 a	0,68 a	0,48 a	0,09 a	0,23 a
Médias	0,06 B	0,15 A	0,060 A	0,062 A	0,24 A	0,25 A	0,48 A	0,54 A	0,07 +B	0,31 A
CV (%)	67,13		50,30		81,68		42,41		68,23	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Não foi observada variação nos teores de nutrientes dos galhos nas áreas com diferentes espécies de eucalipto, exceto nos teores de P, para os quais houve interação entre as espécies e o sistema de plantio. Apenas nos plantios de *E. robusta* houve diferença entre os sistemas puro e consorciado, havendo maior quantidade de P nos plantios puros desta espécie. Houve ainda variação entre as espécies em plantio puro, cuja maior quantidade foi observada nos galhos das parcelas de *E. robusta*, seguido pelo *E. pellita*, e *E. camaldulensis*. O menor conteúdo deste nutriente foi aportado nos galhos amostrados das parcelas com plantio puro de *E. tereticornis* (Quadro N° 10). Embora não tenha havido diferença quantitativa significativa deste componente entre as espécies nos dois sistemas de plantio (Quadro N° 4), a concentração de P neste componente é menor no *E. tereticornis* (0,45 g kg⁻¹) com relação aos demais (1,03 g kg⁻¹, 0,91 g kg⁻¹ e 0,91 g kg⁻¹, para *E. pellita*, *E. camaldulensis* e *E. robusta*, respectivamente), resultando na diferença encontrada para este nutriente.

No Quadro N° 11 observa-se que o conteúdo de N, P e Ca da miscelânea variou quanto ao sistema de plantio, apresentando valores mais elevados nos plantios puros. Quanto às espécies dentro dos sistemas de plantio, nenhuma diferença estatística foi observada no conteúdo de Ca desta fração. Com relação ao conteúdo dos demais nutrientes, houve maior acúmulo de N, K e Mg nas áreas com plantio de *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* e de P nos plantios de *E. camaldulensis*.

Quadro N° 11
CONTEÚDO DE NUTRIENTES DA MISCELÂNEA DA SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA, ACUMULADAS NOS PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES DE IDADE, EM CAVAS RESULTANTES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Espécies	N (g m ⁻²)		P (g m ⁻²)		K (g m ⁻²)		Ca (g m ⁻²)		Mg (g m ⁻²)	
	Puro	Cons.								
<i>E. pellita</i>	0,17 b	0,13 b	0,11 b	0,09 b	0,36 b	0,23 b	0,71	0,43	0,39 b	0,21 b
<i>E. camaldulensis</i>	0,33 a	0,32 a	0,21 a	0,17 a	0,41 a	0,54 a	1,31	1,01	0,42 a	0,70 a
<i>E. tereticornis</i>	0,33 a	0,21 a	0,17 b	0,11 b	0,32 ab	0,41 ab	1,10	0,78	0,41 ab	0,42 ab
<i>E. robusta</i>	0,21 b	0,10 b	0,15 b	0,06 b	0,25 b	0,16 b	0,80	0,43	0,30 b	0,15 b
Médias	0,26 A	0,19 B	0,16 A	0,11 B	0,34 A	0,33 A	0,98 A	0,66 B	0,37 A	0,38 A
CV (%)	36,45		24,55		36,91		41,50		78,04	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

O conteúdo de nutrientes do total de serapilheira e vegetação espontânea, acumuladas nos plantios puros e consorciados, não diferiu entre os sistemas de plantio, exceto para o Ca que apresentou maiores valores nos plantios puros. Em função dos dados apresentados, observa-se que este resultado é reflexo da maior quantidade de Ca das frações folhas de eucalipto e miscelânea nos plantios puros. Não houve diferenças no conteúdo total de nutrientes aportados entre os plantios das diferentes espécies de eucalipto (Quadro N° 12).



Quadro N° 12
CONTEÚDO DE NUTRIENTES DO TOTAL DE SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA, ACUMULADAS NOS PLANTIO PUROS E CONSORCIADOS DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO COM *Sesbania virgata*, AOS 27 MESES DE IDADE, EM CAVAS RESULTANTES DE EXTRAÇÃO DE ARGILA

Espécies	N (g m ⁻²)		P (g m ⁻²)		K (g m ⁻²)		Ca (g m ⁻²)		Mg (g m ⁻²)	
	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.	Puro	Cons.
<i>E. pellita</i>	0,54 a	0,70 a	3,30 a	3,42 a	2,03 a	1,50 a	0,53 a	0,12 a	0,90 a	0,91 a
<i>E. camaldulensis</i>	0,77 a	0,74 a	3,42 a	3,74 a	2,18 a	1,87 a	0,66 a	0,36 a	0,80 a	1,33 a
<i>E. tereticornis</i>	0,66 a	0,81 a	3,27 a	3,68 a	1,66 a	2,32 a	0,46 a	0,26 a	0,71 a	1,05 a
<i>E. robusta</i>	0,64 a	0,46 a	3,16 a	2,82 a	1,54 a	1,23 a	0,30 a	0,28 a	0,70 a	0,67 a
Médias	0,65 A	0,67 A	3,29 A	3,41 A	1,85 A	1,73 A	3,01 A	2,23 B	0,78 A	0,99 A
CV (%)	32,62		21,61		31,71		26,49		43,75	

Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

CONCLUSÕES

O sistema de plantio não afetou o crescimento em altura e diâmetro a altura do peito das espécies de eucalipto. Até o 30º mês as espécies *E. pellita*, *E. tereticornis* e *E. robusta* apresentaram desempenhos equivalentes em altura e diâmetro à altura do peito. Houve redução do incremento em altura do *E. camaldulensis*.

As áreas sob plantio apresentaram maior acúmulo de serapilheira e vegetação espontânea, aos 27 meses, com relação à área sem plantio na cava.

Não houve diferença na quantidade total acumulada de serapilheira e vegetação espontânea entre os plantios puros e consorciados, entretanto, a fração miscelânea foi maior nos plantios puros e a fração galhos maior nos plantios consorciados.

Houve maior acúmulo de Ca nos plantios puros, sendo a principal contribuição das frações "folhas de eucalipto" e "miscelânea" nestes plantios, enquanto para N, P, K e Mg não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS

- Attwill, P.M. and Adams, M.A., 1996.** Nutrition of Eucalypts. CSIRO Austrália, 440 p.
- Coutinho, J.L.B.; Santos, V.F. dos; Ferreira, R.L.C. e Nascimento, J.C.B., 2004.** Avaliação do comportamento de espécies de Eucalyptus spp. na Zona da Mata Pernambucana. I: Resultados do primeiro ano – 2001. Revista Árvore, Viçosa - MG, 28 (6): 771-775.
- Coutinho, M.P., 2003.** Crescimento de *Sesbania virgata* (Cav) Pers. em cavas de extração de argila. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 54 p.
- Cunha, G. de M.; Gama-Rodrigues, A.C. da, e Costa, S.C., 2005.** Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex maiden no Norte Fluminense. Revista Árvore, Viçosa - MG, 29(3): 353-363.
- Drumond, M.A.; Oliveira, V.R. e Carvalho, O.M., 1998.** Comportamento silvicultural de espécies e procedências de *Eucalyptus* na região dos tabuleiros costeiros do Estado de Sergipe. Revista Árvore, 22: 133-142.
- Golley, F.B.; McGinnis, J.T.; Clements, R.G.; Child, G.I. e Duever, M.J., 1978.** Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo: EPU: EDUSP, 256 p.
- Jones Júnior, J.B.; Wolf, B. and Mills, H.A., 1991.** Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens (USA): Micro – Macro Publishing., 213 p.
- Mafra, A.L.; Miklós, A.A.W. de; Vocurca, H.L.; Harkaly, A.H. e Mendonza, E., 1998.** Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo “cultivo em aléias” e em cerrado na região de Botucatu, SP. Scientia Forestalis, Piracicaba, N° 54, p. 41-54.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. e Oliveira, S.A., 1997.** Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, Princípio e Aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafó, 319 p.
- Melo, J.T. e Resck, D.V.S., 2003.** Retorno ao solo de nutrientes de serapilheira de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado do Distrito Federal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 109 – EMBRAPA. Planaltina, DF, 17 p.
- Mendonça, A.V.R., 2006.** Reabilitação de cavas de extração de argila e tolerância de espécies florestais à salinidade. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 98 p.
- Nóbrega, P.O.; Campello, E.F.C.; Spinelli, B.M.; Guerra, J.G.M. e Franco, A.A., 2002.** Aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal implantado em um planossolo degradado no Estado do Rio de Janeiro. Anais do V Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 5, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, pp. 518-520.

Nóbrega, P.O.; Campello, E.F.C.; Spinelli, B.M.; Guerra, J.G.M. e Franco, A.A., 2002. Aporte de biomassa e nutrientes em sistema agroflorestal implantado em um planossolo degradado no Estado do Rio de Janeiro. Anais do V Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 5, Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, pp. 518-520.

Ramos, I. de S.; Alexandre, J.; Alves, M. da G.; Barroso, J.A., Teixeira, L.S. e Correa, F. de P., 2003. Dimensionamento da indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes, RJ. CD ROM dos Anais do Congresso de Brasileiro de Cerâmica, 47, João Pessoa.

Santiago, R.S., 2005. Eucalipto em plantios puros e consorciados com sesbânia na reabilitação de cavas de extração de argila. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 77 p.

Schiavo, J.A.; Martins, M.A.; Rodrigues, L.A. e Paulucio, V.O., 2004. Comportamento de *Acácia mangium* Willd e *Eucaliptus camaldulensis*, em plantio puro e consorciado, em áreas degradadas pela extração de argila no município de Campos dos Goytacazes. FERTIBIO 2004, Lages, SC (CD-ROM).

Schumacher, M.V.; Brun, E.J.; Rodrigues, L.M. e Santos, E.M., 2003. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de Acácia-Negra (*Acácia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. Revista Árvore, Viçosa - MG, 27 (6) :791-798.

Valicheski, R.R., 2004. Avaliação técnica e econômica de cenários de uso da terra em áreas degradadas pela atividade de extração de argila em Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. 138 p.

Zaia, F.C. e Gama-Rodrigues, A.C. da, 2004. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na Região Norte Fluminense. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa 28: 843-852.

REFORESTACIÓN CON ESPECIES DE *Pistacia* EN ZONAS SEMIÁRIDAS DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Dr. Jesús Ricardo Martínez Márquez¹, M.C. Víctor Manuel Rodríguez Moreno²

RESUMEN

El estado de Chihuahua, México es el más grande en extensión territorial del país y gran parte de su superficie está ubicada en la eco región mundial denominada desierto chihuahuense, presentando condiciones de climas áridos y semiáridos, con precipitaciones promedio de 250 a 300 mm anuales, motivos por los cuales es necesario buscar alternativas de aprovechamiento en estas áreas.

El objetivo principal de este trabajo de investigación, fue el evaluar varias especies del género *Pistacia* con fines de reforestación en ciertas regiones del estado de Chihuahua, México.

A nivel mundial el género *Pistacia* se compone de 13 especies, muchas de las cuales son originarias de zonas áridas y semiáridas, por lo que están adaptadas a este tipo de hábitat, es decir toleran suelos de mala calidad para la actividad agrícola, con pH alcalinos, temperaturas altas en el verano y bajas en invierno, así como precipitaciones bajas.

A partir de 1970, se realizaron plantaciones de pistacheros, en diversas partes del estado; aunque la idea inicial fue establecerlos con fines frutícolas, a la fecha, muchos de estos árboles, por cuestiones técnicas y biológicas fracasaron como frutales y funcionan como árboles de ornato y forestales. Las especies más utilizadas fueron *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebintus*, *Pistacia integerrima*, y últimamente *Pistacia mexicana* y *Pistacia texana*.

Entre los resultados más notables es importante mencionar la gran capacidad de adaptación de estas especies y su potencial uso forestal y de ornato.

Palabras clave: Zonas semiáridas, reforestación, *Pistacia spp.*

¹ Centro de Bachillerato Técnico Industrial y de Servicios, Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua. México. E-mail: Jesusricardo04@yahoo.com.mx

² CAEPAB- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México. E-mail: vrodriguez@labpred.inifap.gob.mx

REFORESTATION WITH *Pistacia* SPECIES IN SEMI-ARID LANDS IN CHIHUAHUA, MEXICO

SUMMARY

The state of Chihuahua in Mexico, is the biggest in the territorial extension of the country, and great part of its surface is located in the ecoregion denominated chihuahuan desert, this land has arid and semi-arid climate conditions, with precipitations average of 250 to annual 300 mm, reasons for which it is necessary to look an for alternative use this areas.

The main objective of this paper was the evaluation of several species of the genus *Pistacia* with reforestation in certain regions of the state of Chihuahua, Mexico.

The *Pistacia* genus is composed of 13 species, many of which are would originate of arid and semi-arid areas, for what they are adapted to this habitat type, that is to say tolerate soils of bad quality for the agricultural activity, with alkaline pH, high temperatures in the summer and low in winter, as well as low precipitations.

Starting from 1970, they were carried out pistachios in tree plantations, in diverse parts of the state; although the initial idea was to establish them with fruit tree, to the date, many of these trees, for technical and biological questions failed as fruit-bearing and they work as ornament and forest trees. The species more used were *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebintus*, *Pistacia integerrima*, and lately *Pistacia mexicana* and *Pistacia texana*.

Among the most remarkable results it is important mentioning their great capacity of adaptation of these species and their potential forest use and ornament.

Key words: Semi-arid lands, reforestation, *Pistacia spp.*

INTRODUCCIÓN

El pistachero es un árbol de vida larga que puede vivir de 150 a 300 años o más. Existen muchas poblaciones silvestres de pistacheros en Asia Central, el Medio Oriente y el Mediterráneo, siendo común encontrarlos en terrenos calcáreos cuyo pH varía entre 7,7 y 8,1, en lomeríos secos y áridos de las bajas cordilleras que se encuentran al oeste y sureste de Turquía. En Siria prospera en laderas y lomeríos cuya capa arable es de 60-75 cm con subsuelo rocoso (Aguirre, 1972). Su crecimiento es relativamente lento y se caracteriza por un largo período juvenil (Tarango, 1993). Crece en condiciones meteorológicas muy diversas, con escasas exigencias en cuanto a calidad de suelo y agua (Muñoz y Corte, 1980). Se adapta a las regiones donde los veranos son largos, calientes y secos y los inviernos moderadamente fríos. Puede crecer y sobrevivir bajo condiciones de sequía (Maggs, 1988), pero una cosecha comercial requiere de suficiente humedad en el suelo (Crane y Maranto, 1988). No obstante, el exceso de humedad es desfavorable para su desarrollo. Prospera en terrenos pobres con abundancia de cal o de yeso, además tolera sal en proporciones que para otras especies de frutales son nocivas.

Esta especie se desarrolla mejor en suelos profundos y bien drenados, sin embargo, debido a que su sistema radical profundiza en el suelo, puede tolerar condiciones adversas como pedregosidad, salinidad, pendientes, etc. (Figueroa, 1986).

En relación a la lluvia y el riego, se adapta a regímenes de lluvia relativamente bajos, con la condición que se presenten en invierno. En áreas donde la precipitación alcanza de 400 a 600 mm, el frutal puede cultivarse sin riego, o con riegos mínimos aumentando la distancia de plantación 1,5 veces de lo normal. En Irán todas las plantaciones para fines comerciales son de riego: Las lluvias invernales son escasas y varían desde 58 mm en Rafsajan hasta 340 mm en Shiraz. En Turquía con precipitaciones de invierno o primavera de 363 mm a 720 mm no se necesita riego (Aguirre, 1972).

En las regiones de Badkys y Turquestán crece como floresta, el clima es semidesértico con aire muy seco, con pocos días nublados, baja precipitación, e inviernos fríos. En Italia el pistachero crece en asociación con olivos, almendros, nopales, higueras, granados y otros frutales; en Sicilia la mayor parte de las plantaciones se han formado al injertar árboles nativos de *Pistacia terebinthus*.

OBJETIVOS

Evaluar el desempeño de diversas especies del género *Pistacia*, con fines de reforestación en algunos municipios del estado de Chihuahua, México.

ANTECEDENTES

Nahlawi *et al.* (1976) señalan que en algunas áreas de Coahuila y Durango se plantaron los primeros huertos de pistacheros en 1970, sin embargo, debido al desconocimiento del frutal



y a algunos problemas de adaptación y manejo, su cultivo no se desarrolló. Según Carbajal (1982) la especie se introdujo en Chihuahua en 1971, pero por la misma situación anterior su explotación no prosperó (Figura N° 1). A partir de la década de los ochenta renace el interés por esta especie y se inicia la plantación de nuevos huertos en Chihuahua y Coahuila.

Según Elías (1980), *Pistacia texana* es la única especie de pistachero nativa de Norteamérica; su nicho ecológico está en el Valle del Bajo Río Bravo (Texas) y en el noreste de México: Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, donde crece en suelo calcáreo a lo largo de arroyos o sobre las rocas, exhibiendo un follaje siempre verde, o parcialmente deciduo, con hojas paripinnadas (Figura N° 2). También se han encontrado árboles de esta especie en el Parque Big Bend, al sur de Texas, y limitando al sur con una parte de Chihuahua y Coahuila en México. En el bosque tropical de la depresión central del estado de Chiapas, *Pistacia mexicana* es un árbol común, que se encuentra en forma de matorral en San Luis Potosí, Querétaro, Guanajuato e Hidalgo.



Figura N° 1

ÁRBOLES DE *Pistacia atlantica* PLANTADOS EN LA DÉCADA DE 1970 EN EL MUNICIPIO DE ALDAMA, CHIHUAHUA, MÉXICO



Figura N° 2
HÁBITO, HOJAS Y FRUTOS DE *Pistacia texana*.

Rumayor (1991) (cit. por Tarango, 1993) señala que *Pistacia mexicana* crece en los montes, donde se defolia hasta en un 90% y resiste temperaturas de cero grados en el invierno (Figura N° 3). Ocaranza (1991), (cit. por Tarango, 1993), comenta que al norte de la sierra de Paila, Coahuila, a aproximadamente 1.800 msnm, existe *Pistacia mexicana* en la zona donde comienza a crecer el pino. En dicho lugar, las temperaturas mínimas extremas son del orden de -6°C .

Gracia (1990) ubicó siete zonas climáticas en el estado de Chihuahua, en las cuales la variedad Kerman tendría diferentes posibilidades de adaptación. Este frutal puede crecer en una variedad de suelos pero para obtener buenos rendimientos se requieren suelos profundos, fértiles y bien drenados.



Figura N° 3
MORFOLOGÍA DE *Pistacia mexicana*, ESPECIE EXCLUSIVA DE MÉXICO QUE JUNTO CON *P. texana* SON LAS ÚNICAS ORIGINARIAS DEL CONTINENTE AMERICANO

MATERIAL Y MÉTODO

En la década de 1970 se inició un serie de plantaciones con *Pistacia atlantica* en el estado de Chihuahua, México, en los municipios de Aldama, Delicias, Saucillo, Coyame y Jiménez, muchos de estos árboles aún están en pie. En la década de 1980, se continuó con plantaciones en los municipios de Villa Ahumada, Juárez, P. G. Guerrero y Chihuahua, introduciéndose además de *P. atlantica*, *Pistacia terebintus*, *Pistacia integerrima* y *Pistacia vera*. Por último, a finales de la década de 1990 se introdujo en los municipios de Chihuahua, Delicias y Aldama a las especies *P. mexicana* y *P. texana*.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de tales plantaciones fue la explotación frutícola, sin embargo problemas técnicos y biológicos incidieron en el fracaso de la mayoría de ellas, conservándose los árboles para su uso forestal y ornamental.

Entre 1996 y 2004 se estudió un grupo de tres especies de *Pistacia* más un híbrido en Ciudad Delicias, Chihuahua, México. Las especies evaluadas fueron *P. atlantica*, *P. integerrima* y *P. texana*; mientras que el híbrido considerado fue el correspondiente al cruzamiento entre *P. integerrima* X [*P. vera* X *P. chinjuk*]. Las variables evaluadas fueron: Vigor, resistencia al frío y tolerancia (o susceptibilidad) al hongo de pudrición radicular *Phymatotrichopsis omnivora* (Figura N° 4).



Figura N° 4
ÁRBOL DE *Pistacia vera* AFECTADO POR EL HONGO DE PUDRICIÓN RADICULAR
(*Phymatotrichopsis omnivora*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tolerancia a Frío

P. texana es una especie perennifolia o tardíamente decidua, por lo que el primer criterio de selección fue su resistencia a las heladas que ocurren en la meseta chihuahuense. En su hábitat nativo esta planta soporta hasta -5°C (Shreve, 1990).

En el invierno de 1997-98, entre mediados de diciembre y mediados de enero, se registraron 22 días con heladas, 4 de ellos consecutivos y con temperatura de -6°C . También se registró una nevada y un descenso de temperatura hasta -5°C . En ese periodo las plantas del ensayo tenían 16 meses de edad, estaban en su primera temporada de crecimiento en terreno, y los ápices de sus brotes aún eran suculentos. Después de estos eventos climáticos se evaluó la reacción de los genotipos al frío, un mes posterior a la brotación (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
SUSCEPTIBILIDAD AL FRÍO DE ESPECIES E HÍBRIDOS DE PISTACHERO EN DELICIAS, CHIHUAHUA, 1998, EXPRESADO EN NÚMERO DE ÁRBOLES POR CATEGORÍA DE DAÑO

Especies	Grado de daño por heladas de 0 a 6°C		
	Bajo ¹	Intermedio ²	Alto ³
<i>Pistacia atlantica</i>	30	0	0
<i>Pistacia integerrima</i>	30	0	0
<i>Pistacia texana</i>	10	10	10
Híbrido ⁴	30	0	0

1: Punta de los brotes; 2: Mitad del tallo; 3: Todo el tallo;

4: *P. integerrima* X [*P. vera* X *P. khinjuk*].

Fuente: Tarango, 2004

P. atlantica es reconocida por su tolerancia al frío, por lo mismo fue la referencia para la evaluación de esta variable (Ferguson *et al.*, 1991). Únicamente *P. texana* fue dañada por el frío, aunque 10 individuos soportaron muy bien el clima de su primer invierno en campo; tales plantas aún estaban con su follaje activo cuando se presentaron las heladas y el grado de daño que sufrieron fue similar al de *P. atlantica*. Estas 10 plantas identificadas como tolerantes fueron marcadas e individualizadas para una nueva evaluación, la que se realizó cuando alcanzaron los siete años de edad, a mediados de diciembre de 2003, cuando ocurrió una helada de -9°C . Esta nueva helada afectó de manera diferencial a las plantas de *P. texana* y sirvió para depurar la selección permitiendo eliminar a un individuo que si bien había soportado -6°C fue dañado por el evento de -9°C .



Reacción al Hongo *Phymatotrichopsis omnivora*

Los cordones miceliares que quedan sobre las raíces de árboles muertos, así como los esclerocios que se forman en las raíces gruesas y en el suelo vecino a ellas, permanecen viables por 5 a 7 años y son la fuente más común de inóculo del hongo. En este estudio, las plantas se establecieron en sitios de Delicias, Chihuahua, donde anteriormente habían muerto pistacheros de 10 a 12 años de edad debido al ataque de *P. omnivora*, las raíces antiguas permanecían en el lugar y el suelo no fue alterado. De esta manera, las plantas trasplantadas a 40 cm del tronco de un árbol muerto tuvieron una alta probabilidad de infectarse con el patógeno. Como se muestra en el Cuadro N° 2, la especie más susceptible a la infección fue *Pistacia atlantica*, usada como testigo.

Cuadro N° 2
NÚMERO ANUAL DE PLANTAS DE *Pistacia* MUERTAS POR ATAQUE DE *Phymatotrichopsis omnivora*, SOBRE UN TOTAL DE 30 PLANTAS ESTABLECIDAS POR ESPECIE E HÍBRIDO, EN UN SITIO CON ALTA CARGA DE INÓCULO

Especies	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>Pistacia atlantica</i>	7	1	3	11	1	0	0	0
<i>Pistacia integerrima</i>	-- ¹	0	2	1	1	0	1	2
<i>Pistacia texana</i>	2	0	1	1	0	0	0	0
Híbrido ²	0	0	0	2	1	0	1	1

1: Los árboles se plantaron en 1998; 2: *P. integerrima* X [*P. vera* X *P. khinjuk*].

Fuente: Tarango, 2004

P. integerrima y el híbrido resultaron susceptibles al hongo, pero en menor grado que *P. atlantica*. Por su parte, existen antecedentes de que plantas de *P. texana* han sobrevivido en suelos infestados con el patógeno (Shreve, 1991, comunicación personal), sin embargo, en este estudio el 16% de las plantas de *P. texana* murió por ataque de *P. omnivora* durante los primeros cuatro años (Cuadro N° 2). En consecuencia, esta especie no es inmune al patógeno, y los resultados anteriores sugieren que si hubiese en *P. texana* genes de resistencia al hongo de pudrición radicular, la presencia de éstos sería distinta entre ecotipos y entre árboles de un mismo ecotipo. Significa, además, que tendría que evaluarse el mayor número posible de colectas e individuos para encontrar aquellos que expresen la resistencia deseada.

Vigor

Esta variable se midió como altura de los árboles a los seis años de edad. Se observa en el Cuadro N° 3 que en las especies e híbrido evaluados existe una gran variabilidad en el tamaño de sus árboles. En promedio, *P. integerrima* es la especie más vigorosa, seguida de *P. atlantica*. Por el contrario, *P. texana* es la especie de menor vigor (expresado como altura promedio de

sus plantas), siendo este un 22% menor que el patrón estándar *P. atlantica*. Lo anterior sugiere que al usar *P. atlantica* como portainjerto, se obtendrían árboles más compactos, los cuales deberían plantarse a menor espaciamiento y su manejo cultural sería más fácil.

Entre los resultados más notables es importante mencionar la gran capacidad de adaptación de estas especies y su potencial uso forestal y de ornato en las distintas regiones semiáridas del estado de Chihuahua, México.

Cuadro N° 3
TAMAÑO DE ÁRBOLES DE TRES ESPECIES Y UN HÍBRIDO DE PISTACHERO A LOS SEIS AÑOS DE EDAD EN DELICIAS, CHIHUAHUA

Especies	Altura (m)	
	Rango	Promedio
<i>Pistacia atlantica</i>	3,20 a 4,24	3,79
<i>Pistacia integerrima</i>	2,44 a 4,70	3,83
<i>Pistacia texana</i>	2,23 a 3,45	2,95
Híbrido ¹	2,34 a 4,70	3,56

1: *P. integerrima* X [*P. vera* X *P. khinjuk*].

Fuente: Tarango, 2004

CONCLUSIONES

Respecto a la resistencia al hongo nativo de la pudrición de la raíz, la especie más afectada fue *P. atlantica*, sin embargo esta misma especie fue la que mejor soportó el efecto de las heladas. En cuanto al vigor (expresado como altura promedio de sus plantas), su desempeño no fue significativamente diferente al de las restantes especies e híbrido evaluado.

Debido a la diversidad de sitios donde se establecieron las especies e híbrido de pistacheros, todas ellas evidencian una notable capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, por lo general muy pobres y con pH alcalino. Ellas pudieron sobrevivir y prosperar en condiciones de baja precipitación, contribuyendo a evitar la erosión, y demostrando ventajas ornamentales y forestales. Por lo mismo, se sugiere continuar las plantaciones en parques y jardines de los pueblos y ciudades, así como en otras áreas donde se presenten estas condiciones adversas.

Las especies mas utilizadas fueron *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebintus*, *Pistacia integerrima*, y últimamente *Pistacia mexicana* y *Pistacia texana*.



REFERENCIAS

Aguirre, B.G., 1972. El pistacho. México. Conafrut. Folleto N° 1. 65 p.

Carbajal, Ch., 1982. Apuntes de botánica sistemática. Chihuahua, Chih. Escuela Superior de Fruticultura, Universidad Autónoma de Chihuahua.

Crane, J.C. and Maranto, J., 1988. Pistachio production. Publication N° 2279. University of California. 15 p.

Eliás, T., 1980. The Complete Trees of North America Field Guide and Natural History. Estados Unidos. Van Nostrand Reinhold Company. 810 p.

Ferguson, L.; Beede, B.; Buchner, R.; Freeman, M.; Maranto, J.; Teranishi, R. and Epstein, L., 1991. California pistachio rootstock trials: First year report. Ann. Rept. Crop Year 1990-91. California Pistachio Industry. pp: 74-77.

Figueroa, U., 1986. El pistacho: nuevo cultivo para el Valle de Juárez. Folleto Técnico N° 1 CEVAJ-INIFAP. 20 p.

Gracia, J.E., 1990. Áreas climáticas potenciales para el cultivo del pistachero (*Pistacia vera* L.) en el Estado de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Fac. Fruticultura-Universidad Autónoma de Chihuahua. 104 p.

Maggs, D.H., 1988. An Introduction to Pistachio Growing in Australia. CSIRO. Australia. 36 p.

Muñoz, C.S. y Corte, J., 1980. Revisión y adaptabilidad del Pistacho (*Pistacia vera*) en el Estado de Chihuahua. CONAFRUT, México. 49 p.

Nahlawi, N.; Gavande, S.A. y Ramírez, H.R., 1976. El cultivo del pistacho en México. U.A.A.A.N. Saltillo, México. 52 p.

Shreve, L., 1990. Native Texas pistachio offers promise as rootstock. Nut Grower (july-august). 14 p.

Tarango, S.H., 1993. El cultivo del pistachero. Colección agropecuaria. DGDR-UACH. México. 183 p.

Tarango, S.H., 2004. Fenología y botánica de genotipos de pistachero, *Pistachia* spp., seleccionados para la formación de portainjertos resistentes al hongo *Phymatotrichopsis omnivora* (Duggar) Hennebert. Delicias, Chihuahua, México 31 p. (en prensa).

DESARROLLO DE UNA TÉCNICA PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETATIVO DE *Eucalyptus dunnii* APTO PARA LA MULTIPLICACIÓN *IN VITRO*

Rodríguez Reartes, S.¹; Bima, P.²; Joseau, J.¹

RESUMEN

Existen numerosos productores de la región central de la República Argentina interesados en cultivar eucaliptos adaptados a las condiciones edafo-climáticas de la región. Si bien existen plantaciones experimentales adaptadas, no se dispone de material reproductivo (semilla) que permita la producción de plantas. La micropropagación del material probado en terreno sería una valiosa herramienta, pero no se ha probado esta técnica en las especies de *Eucalyptus* de esta región. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una técnica que permita introducir en el laboratorio material vegetativo de *Eucalyptus dunnii* apto para la multiplicación *in vitro*.

Como material fuente de los explantes se utilizó ramas basales provenientes de renovos de un macizo. Se empleó el medio de cultivo Murashige & Skoog (1962), con pH entre 5,6 y 5,7. Se establecieron cinco tratamientos en base a distintas concentraciones del medio y cantidad de azúcar adicionada. En laboratorio, se retiraron las hojas y se seccionó las ramas en segmentos de 4 a 5 cm de longitud, con 1 ó 2 yemas, luego se les sumergió en alcohol de 70° por un minuto. En cámara de flujo laminar, se dispuso los explantes por 25 minutos en 100 ml de una solución en agua destilada estéril, compuesta de un 30% de cloro comercial más una gota de Twin 80 como tensioactivo. Los explantes fueron enjuagados tres veces en agua destilada estéril, se eliminó las porciones oxidadas y se les dispuso individualmente en tubos de vidrio, enterrando un tercio de su longitud en el medio de cultivo correspondiente. Los tubos fueron introducidos a una cámara de crecimiento con una temperatura de 24 +/-2°C. Cada tratamiento fue dividido en dos factores: (1) oscuridad total y (2) fotoperiodo de 16 horas. Los resultados indican que la desinfección fue apropiada para evitar la contaminación, no así la oxidación, recomendándose depurar este procedimiento para evitar la oxidación y senescencia de explantes debido al exceso de tiempo de remojo o concentración del agente desinfectante.

El tratamiento con 3% de sacarosa fue el único que mostró una respuesta favorable, con el 66% de los explantes brotados. La mantención de los frascos en condiciones de oscuridad por dos semanas sólo disminuyó la oxidación inicial de los fenoles, pero no produjo diferencias

¹ Silvicultura, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. E-mail: saroreartes@yahoo.com.ar; jajoseau@agro.uncor.edu

² Laboratorio de Biotecnología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. E-mail: pabima@agro.uncor.edu

posteriores respecto a los expuestos a fotoperíodo de 16 horas. Es posible conseguir material vegetativo de *Eucalyptus dunnii* apto para la multiplicación *in vitro* en un porcentaje aceptable. A pesar de ello, es necesario mejorar el protocolo para aumentar el porcentaje de explantes brotados.

Palabras clave: *Eucalyptus dunnii*, micropropagación.

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE TO OBTAIN VEGETATIVE MATERIAL OF *Eucalyptus dunnii* SUITABLE FOR *IN VITRO* MULTIPLICATION

SUMMARY

There are many forest producers of the central region of Argentina which are eager to cultivate eucalypts adapted to the edafo-climatic conditions of the zone. Although there are some experimental plantations adapted to the zone, actually there are not reproductive materials (seeds) available to seedling production. The *in vitro* culture technique has the potential to provide high multiplication rates of select tree genotypes, but this technique has not been proven in the *Eucalyptus* species of this region. The objective of the present work was to develop a technique that allows introducing *in vitro* vegetative material of *Eucalyptus dunnii* adapted for the multiplication *in vitro*.

The donor materials were basal branches of sprouts of a stand. In the laboratory, the leaves were removed and the branches were sectioned in segments of 4-5 cm in length with 1-2 buds. They were soaked in alcohol 70° by 60 seconds and then the explants were placed in a 30% hypochlorite of sodium solution with a drop of Twin 80 for 25 minutes. Then they were rinsed three times with sterile distilled water. The oxidized parts of the cuttings were cut, then they were placed individually, burying a third of their length, in culture medium MS (Murashige and Skoog), with 5,6-5,7 pH. Five treatments were arranged based on different medium and sugar concentrations. The tubes were placed in a growth chamber, at 24 +/- 2°C. Each treatment was divided in two factors: (1) total dark and (2) photoperiod of 16 hours light. The disinfection protocol was appropriate, not tube was discarded due to infection, but someone was thrown away by oxidation, product of the disinfection.

The treatment with 3% of saccharose was the only one that responded with 66% of the sprout explants. The tubes maintained in dark conditions for two weeks only diminished the initial oxidation of phenols, but there were not differences about the others in 16 hours light. The observations were made up to the 30 days. It is possible to establish *in vitro* vegetative material of *Eucalyptus dunnii* suitable for micropropagation in an acceptable percentage, but it will be needed to improve the technique in order to increase that percentage.

Key words: *Eucalyptus dunnii*, micropropagation



INTRODUCCIÓN

Existen numerosos productores de la región central de la República Argentina interesados en cultivar eucaliptos adaptados a las condiciones edafo-climáticas de la región. Si bien existe una plantación experimental con buenos resultados de adaptación, no se dispone de un rodal semillero que brinde material reproductivo (semilla) que permita la producción de plántulas de calidad. (Joseau *et al.*, 2000, 2001a, 2001b). La condición de hibridación impide la transformación de esta plantación en rodal semillero. Por lo mismo, multiplicar estas especies vegetativamente es una alternativa promisoría para los productores de la región.

Ensayos de evaluación clonal de *E. globulus* llevados a cabo en la provincia de Buenos Aires concluyeron que los clones ofrecen mayor rendimiento en volumen y peso seco de madera que el material procedente de semillas, dado la gran variabilidad de este material de reproducción y que la selección y propagación agámica de genotipos superiores es una estrategia adecuada para maximizar ganancias (Gelid *et al.*, 2001; Durand *et al.*, 1991).

Aunque se han reportado resultados exitosos para la clonación *in vitro* para algunas especies de eucalipto (Mc Comb y Bennett, 1996), la fase de aclimatación y enraizamiento es frecuentemente un paso crítico y limitante (Hartney, 1995). Además, la regeneración de brotes, a través de cultivo *in vitro* de tejidos u órganos extirpados es también difícil de controlar en la mayoría de las especies de eucalipto (Hartney, 1995).

La micropropagación vegetativa ha permitido lograr material inicial adecuado con el fin de encarar plantaciones forestales de buena calidad en la región mesopotámica de la Argentina. Se han generado más de 200 clones de *E. grandis* que incluyen híbridos interespecíficos, de esta especie con *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*, en distintas etapas de evaluación en el marco del Subprograma Eucalipto en Mesopotamia (EEA Concordia y EEA Bella Vista) y estos materiales se han implantado constituyendo los primeros clones comerciales en el NE de Corrientes (Marcó *et al.*, 2005). Sin embargo, dicha técnica de propagación sólo se ha desarrollado para las especies de eucaliptos anteriormente mencionadas, y debido a la marcada influencia que ejerce el genotipo en el cultivo *in vitro*, es necesario desarrollar un protocolo de propagación agámica para las especies que se adapten a la región central del país.

Eucalyptus dunnii combina características de buen crecimiento, rectitud de fuste y tolerancia a las heladas. Sin embargo, la difusión de esta especie se ha visto limitada como consecuencia de su insuficiente producción de semillas (Zelener *et al.*, 2005). La micropropagación de material probado de *E. dunnii*, adaptado a las condiciones edafo-climáticas de la región central argentina, sería muy provechosa.

Las diferentes especies del género *Eucalyptus* presentan una marcada diferencia en la habilidad de regenerar brotes *in vitro*. En *Eucalyptus* y en general en los árboles perennifolios se hace difícil la desinfección, pues los ápices meristemáticos no están cubiertos, es decir, presentan yemas desnudas, sin pérulas protectoras como las de los árboles deciduos latifoliados de regiones templadas y frías (Martínez Ruiz *et al.*, 2005; Noda-Jiménez *et al.*, 2000).

El presente trabajo tiene por objetivo desarrollar una técnica que permita introducir en laboratorio material vegetativo de *E. dunnii* apropiado para cultivo *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material con el cual se desarrolló este ensayo fueron ramas basales provenientes de renovos de un macizo de *E. dunnii*.

Se empleó el medio de cultivo MS (Murashige & Skoog, 1962), ajustando el pH entre 5,6-5,7. Se diluyó la solución madre en diferentes concentraciones para lograr distintas concentraciones del medio y de la azúcar adicionada, lo que determinó cinco tratamientos (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
TRATAMIENTOS PARA LA INTRODUCCIÓN DE MATERIAL ASÉPTICO EN LABORATORIO

Variables	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Proporción de la formulación original del medio MS	¼	½	1	½	¼
Azúcar adicionada (% Sacarosa)	3	3	3	1,5	1,5

El medio de cultivo se fraccionó en tubos de ensayo, a razón de 4 ml/tubo, y se utilizó un total de 20 tubos por tratamiento. Los tubos se taparon y se esterizaron en autoclave por 20 minutos a 121°C y 1 atm de presión. Posteriormente se dejó solidificar el medio a temperatura ambiente.

Antes de la desinfección de los explantes, se retiraron las hojas de las ramas y se seccionaron en segmentos nodales de 4-5 cm de longitud con 1-2 yemas; luego se sumergieron en alcohol de 70° por un minuto. A continuación, en cámara de flujo laminar, se colocaron los explantes en una solución que contenía una gota de Twin 80 (tensioactivo) disueltos en 100 ml de agua destilada esterilizada a la cual se le agregó lavandina al 30% del producto comercial (1,65% de NaClO). Se dejó los explantes en dicha preparación por 25 minutos, en agitación. Posteriormente se enjuagaron los mismos tres veces en agua destilada estéril. A los segmentos nodales se les cortó las partes oxidadas y se descartaron aquellos que durante la desinfección evidenciaron oxidación o necrosis. Se insertó individualmente los segmentos nodales en los medios descritos, enterrando un tercio de su longitud y conservando la polaridad de los explantes. Se selló la boca del tubo con polietileno termocontraíble.

Finalmente los cultivos se incubaron en una cámara de cultivo, a una temperatura de 24 +/-2 °C, en dos modalidades: Luz (16 hs de fotoperíodo) y oscuridad.

El establecimiento de los cultivos asépticos tuvo un arreglo factorial. Las variables evaluadas fueron la contaminación de los explantes debido a hongos y/o bacterias; la oxidación debido a la fenolización de los tejidos; y el porcentaje de brotación de los explantes. Se dispusieron 10 tubos por cada uno de los cinco tratamientos considerados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procedimiento de desinfección fue adecuado, no se descartó ningún tubo por infección, aunque sí algunos por oxidación (Cuadro N° 2). Martínez Ruiz *et al.* (2005), obtuvieron valores de 5 y 9% de oxidación para *E. urophylla* y *E. grandis*, respectivamente. Estos valores son considerados bajos, pues la oxidación puede en ocasiones constituir un serio problema en el establecimiento y sobrevivencia de explantes, fenómeno más agudo aún en especies leñosas. Noda-Jimenez *et al.* (2000) señalan que tras 21 días de incubación en oscuridad de explante *in vitro* de *E. pellita*, perdieron el 61,7% de los mismos a causa de la fenolización, contaminación y daños provocados por el agente desinfectante.

Los resultados obtenidos sugieren suavizar el protocolo de desinfección ya que se presentaron algunos casos de oxidación y senescencia de explantes por el exceso de tiempo/concentración de agentes desinfectantes (alcohol, cloro, tween). El tiempo de exposición de los explantes al desinfectante es un factor que debe tenerse en cuenta, cuando se aumenta la concentración del producto activo en la solución desinfectante, el tiempo de exposición debe disminuirse, y viceversa (Villalobos y Thorpe, 1991).

Cuadro N° 2
ESTABLECIMIENTO ASÉPTICO DE EXPLANTES DE *E. dunnii* EN 5 MEDIOS DE CULTIVO

Variables evaluadas	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Prendimiento (%)	0	0	66	0	0
Oxidación	si	si	si	si	si
Contaminantes	no	no	no	no	no

Los explantes cultivados en oscuridad por dos semanas, evidenciaron una menor fenolización inicial (oxidación) que los expuestos a fotoperíodo de 16 horas. Sin embargo, no se observaron otras diferencias posteriores, por lo mismo se evaluaron todos en forma conjunta.

Durand *et al.* (1991), plantean que para reducir la fenolización en *Eucalyptus* es necesario incubar los tejidos en la oscuridad, pues así no se favorece la síntesis de fenoles que ocasionan la oxidación de los tejidos. Otras alternativas para controlar la oxidación son: Pretratamientos de inmersión de los explantes en soluciones antioxidantes; reducción de la concentración de sales en el medio de cultivo; utilización de explantes provenientes de zonas en crecimiento activo; y la realización adecuada y frecuente de subcultivos (Muhitch y Fleycher, 1985).

El tratamiento T3, correspondiente a la formulación MS original, adicionada con un 3% de sacarosa, fue el único que evidenció una respuesta positiva en término de explantes brotados (66%). Si bien el porcentaje de brotación es adecuado, resulta necesario continuar la investigación, por cuanto el ensayo realizado consideró escasas unidades experimentales (frascos/tratamiento) y no contempló repeticiones que permitieran un análisis estadístico formal. Para obtener resultados más sólidos es aconsejable repetir los experimentos usando un mínimo de 10 tubos por tratamiento y al menos tres repeticiones de cada uno de ellos. También se sugiere ensayar otros protocolos de desinfección y utilizar distinto tipos de explantes.

CONCLUSIONES

Es posible obtener material vegetativo apropiado para la multiplicación *in vitro* de *E. dunnii*. A pesar de ello, es necesario depurar los protocolos utilizados, con el objeto de incrementar el porcentaje de explantes que expresen una adecuada respuesta de brotación y una menor incidencia de pérdidas por oxidación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración prestada por los profesionales de la Estación Experimental Concordia del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina), Ingeniero Agrónomo, Sr. Javier Oberschelp y la Dra. Diana Díaz.



REFERENCIAS

- Durand, C.; Boulay, R. and Franclet, A., 1991.** Vegetative propagation of *Eucalyptus*. In: Bonga, J. and Durzan, D. (Eds). Tissue culture in forestry. The Hague Nijhoff, Netherlands. pp: 150-181.
- García-López, M.; Sotolongo-Sospedra, R.; González-Suarez, S. y Noda-Jiménez, A., 2003.** Utilización de brotes epicórmicos para la propagación clonal *in vitro* de *Eucalyptus saligna*. Revista del Jardín Botánico Nacional 24(1-2): 239-244.
- Gelid, P.; Rodríguez Traverso, J.; López, G.; Souza, R. y Pathuer, P., 2001.** Evaluación clonal de *E. globulus* en la provincia de Buenos Aires, Argentina. En: Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el eucalipto del futuro. Valdivia, Chile, 10 al 15 de septiembre de 2001 (CD).
- Hartney, V.J., 1995.** Vegetative propagation of the *Eucalyptus*. Australian Forest. Research. 10: 191-211.
- Joseau, M.J.; Verzino, G.; Dorado, M.; Díaz, M. P. y Ingaramo, P., 2000.** Introducción de nuevas especies y orígenes del género *Eucalyptus* en la región este de Córdoba, Arroyito. VII Jornadas de Investigación en Ciencias. Agropecuarias. 119 p.
- Joseau, M.J.; Verzino, G.; Dorado, M. y Díaz, M.P., 2001a.** Introducción de especies y orígenes del género *Eucalyptus* en la región este de Córdoba. Arroyito. En: Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el eucalipto del futuro. Valdivia, Chile, 10 al 15 de septiembre de 2001 (CD).
- Joseau, M.J.; Verzino, G.; Dorado, M. y Díaz, M.P., 2001b.** Introducción de especies y orígenes del género *Eucalyptus* en la región este de Córdoba. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. p.15.
- Marcó, M.; Harrand, L. y Larocca, F., 2005.** Producción de semillas y clones mejorados de Eucaliptos. Idia XXI Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Forestales. Ed. INTA, 8: 180-183.
- Martínez Ruiz, R.; Azpíroz Rivero, H.; Rodríguez de la O, J.; Cetina Alcalá, V; Gutiérrez Espinosa, M. y Sahún Castellanos, J., 2005.** Micropropagación clonal *in vitro* en *Eucalyptus grandis* y *E. urophylla*. Ra Ximhai: Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma Indígena de México. 1(1): 111-130.
- Mc Comb, J. and Bennett, I., 1996.** *Eucalyptus* (*Eucalyptus* sp.) In: Bajaj YPS (Ed). Biotechnology in Agriculture and Forestry. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 1: 340-362.
- Muhitch, M. and Fleischer, J., 1985.** Influence of culture age spermidine-treatment on the accumulation of phenolic compounds in suspension cultures. Plant Physiol 78:25-28.

Murashige, T. and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol Plant* 15: 473-497.

Noda-Jiménez, A.; Alvarez-Olivera, P.; Junco-Cruz, L.; Garcia-López, M. y Sotolongo-Sospedra, R., 2000. Propagación clonal *in vitro* de *Eucalyptus pellita*, F. Muell. *Revista Chapingo Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(1): 29-33.

Villalobos, V. y Thorpe, J. 1991. Micropropagación: Conceptos, metodología y resultados. En: Roca, W. y Mroginski, L. (Eds). *Cultivo de tejidos en la agricultura: Fundamentos y Aplicaciones*. CIAT, Cali, Colombia. pp: 127-141.

Zelener, N.; Marcucci Poltri, S.; Rodríguez Traverso, J.; Gelid, P.; Pathauer, P.; Hopp, E.; López, C. y Bartoloni, N., 2005. *Eucalyptus dunnii*. Selección de huertos semilleros mediante la aplicación de marcadores moleculares. *Idia XXI Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Forestales*. Ed. INTA. 8: 221-227.





PRODUCTOS CON OPORTUNIDADES DE DESARROLLO EN CHILE: CARBÓN VEGETAL.

Daniel Soto Y Janina Gysling. Ingenieros Forestales, Instituto Forestal, Chile. dsoto@infor.cl; jgysling@infor.cl Sede Metropolitana. Área de Economía y Mercado,

RESUMEN

El Sector Forestal chileno muestra un importante desarrollo basado en las plantaciones forestales y una fuerte industria derivada de estas, pero la producción, que hoy reporta más de 5 mil millones de dólares anuales por retorno de exportaciones, está en una muy alta proporción cimentada en *commodities*, como pulpa y madera aserrada, entre otros, que involucran una limitada agregación de valor y resultan muy sensibles a los vaivenes económicos internacionales.

El Instituto Forestal, en la búsqueda de alternativas de innovación y diversificación productiva en el ámbito forestal, está realizando permanentemente estudios sobre productos con oportunidades de desarrollo en el país y con este objeto analiza diversos productos madereros y no madereros, sus posibilidades de desarrollo, sus mercados locales y externos, los volúmenes que se transan en el mundo y sus precios.

Recientemente se realizó un estudio sobre carbón vegetal, mucilagos de algarrobo (*Prosopis chilensis*) y pisos de madera, en el presente trabajo se presenta los resultados obtenidos para el carbón vegetal.

Palabras clave: Carbón vegetal, mercado, energía

SUMMARY

The Chilean Forestry Sector has an important development based on the planted forests and the strong associated industry, however the production, which currently reports over than 5 thousand million dollars in exports, is composed in a very high proportion by *commodities*, as pulp, sawn wood and other products, which involves a limited added value and are highly sensitive to changes in the world markets.

The Forest Institute, in searching innovative alternatives and productive diversification in the forest area, is carrying out studies on development opportunities with different products, analyzing wood and non wood forest products, its development possibilities, the domestic and international markets, the volumes sold in the world and the prices.

Recently it was made a study on charcoal, *Prosopis* mucilage (*Prosopis chilensis*) and wood floors, results on the first, charcoal, are presented in this paper.

Key words: Charcoal, market, energy.



INTRODUCCIÓN

La diversificación de productos para la oferta nacional y exportable siempre es una necesidad en una economía como la chilena, basada principalmente en *commodities*. El sector forestal tiene un aporte cercano al 3% del Producto Interno Bruto (PIB) y de un 7% en las exportaciones nacionales, dentro de las cuales, la celulosa tiene la mayor participación (INFOR, 2007).

Si bien la proporción de los productos con mayor grado de elaboración en las exportaciones forestales de Chile se ha incrementado en los últimos años, la participación relativa de éstas se concentra en unos pocos productos, situación que por cierto es ventajosa para el país, por el importante desarrollo de la industria asociada, pero a la vez se transforma en una desventaja debido a que la baja diversificación de productos dificulta la superación de las turbulencias negativas de los mercados, como así también la focalización en pocos mercados; la crisis financiera en Estados Unidos es un claro ejemplo de lo anterior. Por esto, disponer de una amplia variedad de bienes en la oferta de un país permite compensar los efectos negativos de una reducción de las exportaciones, junto con mantener un mayor equilibrio en el largo plazo.

Bajo este contexto, el Ministerio de Agricultura ha encomendado al Instituto Forestal entregar antecedentes de algunos productos con posibilidades de desarrollo en Chile, como una manera de contribuir a esta diversificación. Para ello, se recopiló antecedentes generales del mercado mundial y local de algunos productos que se estima tienen buenas posibilidades de desarrollo. La selección se basó en las siguientes consideraciones: a) escaso desarrollo de productos que ya están presentes en el país; b) nulas o mínimas exportaciones; c) importaciones crecientes y d) diversos otros aspectos que permiten visualizar un desarrollo exitoso o que suscitan el interés en profundizar el estudio.

El carbón vegetal fue analizado por ser un producto de precario desarrollo en el país, aún cuando ha estado por decenas de años presente en la economía nacional, incluso con grandes volúmenes de producción anual. Sin embargo, existen importantes falencias en la calidad del producto, fundamentalmente porque está asociado a la pequeña agricultura campesina quienes no utilizan técnicas apropiadas de carbonización, no tienen dedicación exclusiva para desarrollar esta actividad y se insertan en un mercado extremadamente informal. Una mejora en estas condiciones, podría efectivamente elevar a este producto hacia el grupo de productos exportables.

El volumen de producción en Chile, cercano a las 250 mil toneladas por año (FAO, 2008), se consume enteramente en el país, con casi nulas exportaciones. Las posibilidades de desarrollo apuntan a obtener un producto de probada calidad en encendido, contenido de humedad, tamaño, residuos, embalajes y otras características, que podría destinarse al mercado internacional, básicamente Europa, focalizándose en el segmento de las barbacoas. En efecto, cada vez existe menor disponibilidad de madera en ese continente y la elaboración de este tipo de productos se ve evidentemente afectada, por lo que se han incrementado las importaciones. El carbón vegetal en Europa es utilizado en un alto porcentaje para actividades recreativas, como consecuencia de la mayor demanda por tiempo libre. No obstante, conscientes del origen

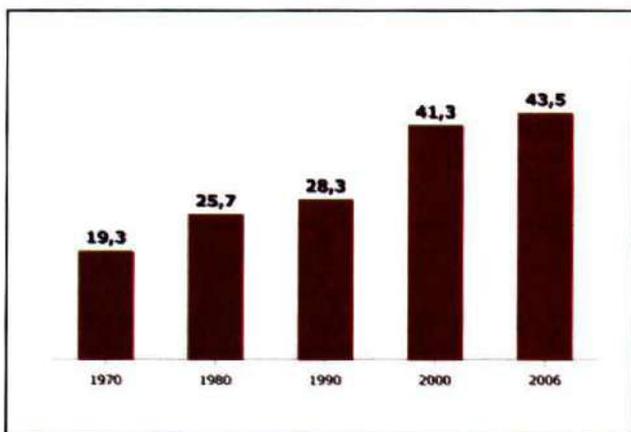
renovable de la materia prima, los consumidores exigen también que provenga de bosques manejados y con sellos que garanticen la calidad ambiental del producto.

Especial mención se hace al uso del carbón vegetal como materia prima para la generación de energía, aspecto que debe ser estudiado e investigado con profundidad, puesto que presenta un interesante potencial. Brasil ha sabido generar toda una industria del carbón vegetal asociada a la elaboración de hierro, manejando y plantando especies exclusivamente para estos fines. No obstante, persisten las quejas nacionales e internacionales sobre el uso indiscriminado de la **selva amazónica** para elaborar carbón.

ANTECEDENTES DEL MERCADO MUNDIAL DE CARBÓN VEGETAL

Aspectos Generales

De acuerdo con cifras de FAO, la producción mundial de carbón vegetal alcanzó en 2006 a los 43,5 millones de toneladas, cifra que en los últimos años ha mostrado una tasa de crecimiento moderada, en torno al 0,9% anual. No obstante, hoy se produce un 125% más de carbón vegetal en el mundo que en los años 70.



Fuente: FAO, 2008.

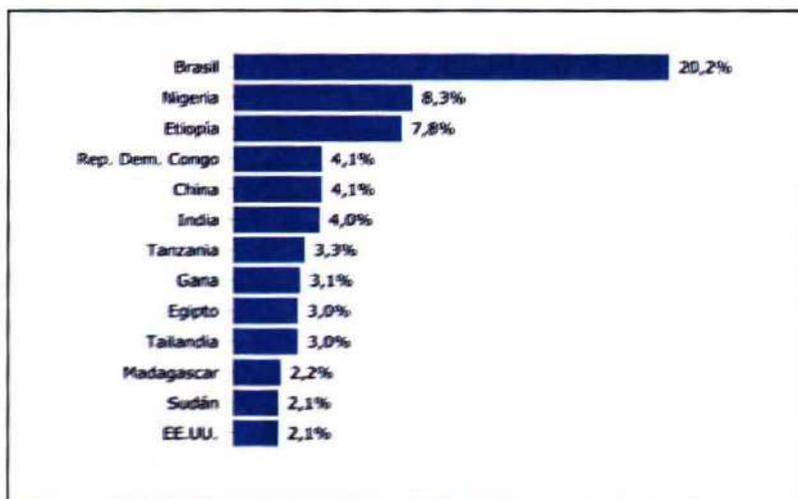
Figura N° 1
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CARBÓN VEGETAL
(Millones de toneladas)

Según una encuesta realizada para el Programa de Asistencia para la Administración del Sector de la Energía del Banco Mundial, en 12 países entre 1984 y 1993, el menor uso de leña y el ascenso de los productos del petróleo tienen una clara correlación con la elevación de los ingresos, así como las nuevas políticas y los programas establecidos por los gobiernos. Sin embargo, existen regiones geográficas donde el consumo de energía se limita casi exclusivamente a la leña y el carbón vegetal, como muchos países de África. En este sentido, el *ranking* de países productores de carbón vegetal muestra en las primeras ubicaciones a varios países de este continente (Waddams, 2000).



Destaca Brasil como el principal país productor mundial, con una importante participación cercana al 25%, incluso a principios de la presente década bordeando la tercera parte de la producción. Gran parte de esta producción está orientada a satisfacer la demanda de la industria siderúrgica brasileña.

La participación de Europa en el contexto mundial es marginal como zona productora, con apenas el 1,3% del total, incluso Polonia, el mayor productor europeo tiene menos del 0,3% de incidencia. Otro gran productor, Estados Unidos, tiene un 2,1% de participación mundial.



Fuente: FAO, 2008.

Figura N° 2
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CARBÓN VEGETAL, 2006
 (Total: 43,5 millones de toneladas)

Características del Carbón Vegetal

Carbón vegetal es definido como el residuo sólido que queda de carbonizar la madera, en condiciones controladas, en un espacio cerrado. Se obtiene de la combustión incompleta de la madera y sus características físicas y químicas dependen del tipo de madera usada y de las características del proceso de carbonización.

La carbonización de la madera consiste en la transformación de dicha madera en carbón, bajo la sola influencia de la temperatura, siendo entonces una descomposición térmica en ausencia de aire, también llamada pirólisis. El control del proceso de la carbonización, se hace sobre la entrada de aire, para que la madera no se queme simplemente en cenizas, sino que se descomponga químicamente para formar el carbón vegetal. Los métodos modernos de producción de carbón no permiten entradas de aire, favoreciendo el rendimiento, pues así no se quema excesiva madera, mejorando la calidad.

Los usos del carbón vegetal son múltiples y algunos datan de muchos siglos. Entre las aplicaciones domésticas del carbón vegetal están las culinarias y de calefacción y la utilización al aire libre en parrillas y barbacoas, mientras que el uso industrial se aprecia en actividades tales como el secado directo o indirecto de otros productos y en la utilización como combustible interno en la fabricación de cal y de cemento. Otros usos industriales son la separación de metales y trabajos de fundición, pigmentación de tintas de imprenta y pinturas, fuegos artificiales, plásticos, producción de caucho y otros.

El empleo de carbón vegetal se debe al hecho de ser un combustible proveniente de un recurso renovable, liviano, fácil de manipular y con valores caloríficos comparables con el carbón mineral. Las principales características del carbón vegetal son:

- a) Rendimiento en peso entre un 20% a 30% del peso seco de la madera
- b) Rendimiento en volumen del 50% del volumen de madera
- c) Peso específico real 0,2-0,5 g/cm³.
- d) Peso específico aparente 1,3-1,5 g/cm³.
- e) Dureza variable según densidad de la madera.
- f) Humedad del 1% al 16%.
- g) Hidrocarburos del 7% al 30%.
- h) Contenido fijo de carbono del 80% al 90%.

Cuadro N° 1
PODER CALORÍFICO SUPERIOR DE ALGUNAS SUSTANCIAS

Sustancia	Kcal/kg
Hidrógeno	34.000
Gas natural	10.900
Hulla (carbón mineral)	5.900-8.200
Carbón vegetal	8.000
Alcohol etílico	7.100
Papel de diario	4.400

(Fuente: INFOR,1987).

Antecedentes del Mercado Internacional de Carbón Vegetal

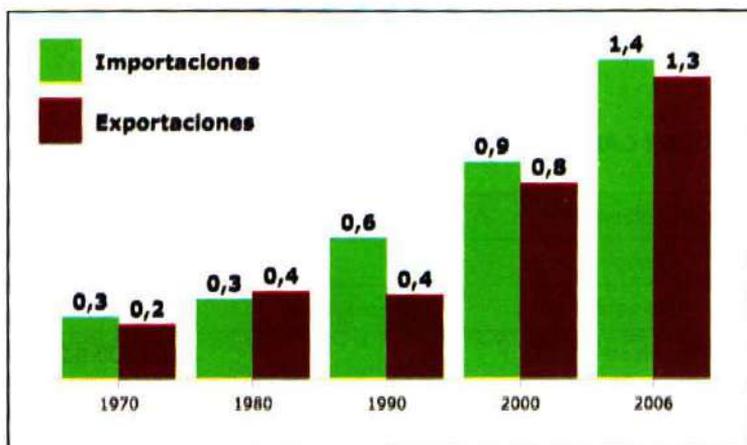
El comercio internacional de carbón vegetal y sus derivados, si bien es muy reducido en comparación con los grandes rubros forestales e industriales, constituye un nicho atractivo para muchos países productores de carbón vegetal de maderas duras, que tienen el potencial para ser interesantes proveedores a nivel internacional.

En muchos países desarrollados, especialmente de Europa, y en Estados Unidos, el consumo doméstico de carbón vegetal y también de briquetas está asociado con la recreación.

Este es un mercado en crecimiento por efecto del aumento en el ingreso familiar de las capas medias de la población en estos países y por la mayor disponibilidad de tiempo libre. En algunos países de la Unión Europea también contribuye a este fenómeno la menor disponibilidad de leña.

Las cifras de comercio internacional de carbón vegetal se encuentran clasificadas bajo el código armonizado 4402, cuya glosa es "carbón de madera, incluido el carbón de cáscaras o de huesos (carozos) de frutos, incluso aglomerado", la cual no presentaba subdivisiones de códigos hasta el año 2006. A partir del año 2007, luego de la actualización realizada a la Nomenclatura Internacional, se realizó una apertura a esta partida, para identificar al carbón vegetal de la especie bambú. De esta forma, se creó el código 4402.10.00 "De Bambú" y código 4402.90.00 "Las Demás". En todos los países del mundo se utilizan estos dos códigos para identificar al carbón vegetal.

En el año 2006 el comercio exterior en el mundo movilizó entre 1,3 a 1,4 millones de toneladas de carbón vegetal, lo que equivale a menos del 3% de la producción mundial (FAO, 2008).

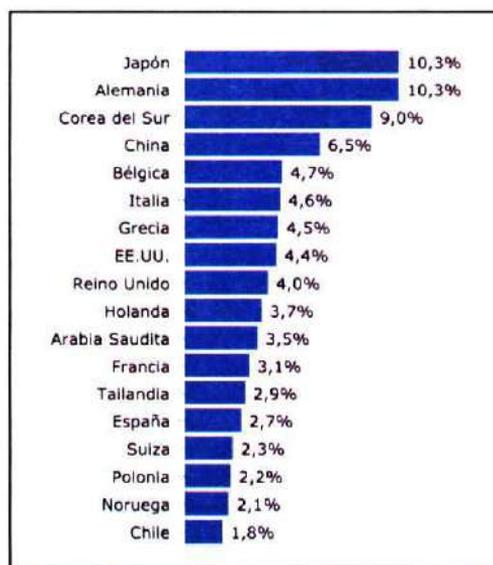


Fuente: FAO, 2008.

Figura N° 3
COMERCIO MUNDIAL DE CARBÓN VEGETAL
(Millones de toneladas)

Los mayores compradores de carbón vegetal son Japón, Alemania, Corea del Sur y China. En la Figura N° 4 destacan varios países de la región europea dentro de los principales importadores mundiales, lo que advierte la importante potencialidad que ofrece este mercado como destino para el envío de carbón vegetal, principalmente por el nivel de desarrollo, asociado a un mayor ingreso de las personas, lo que sugiere una interesante demanda por tiempo libre y recreación.

Japón también se perfila como un interesante mercado toda vez que el uso de este producto ha retomado fuerza en el consumidor común y corriente, así como también en algunas industrias que lo utilizan por sus múltiples beneficios y propiedades. Después de un período de constante reducción en el consumo interno de carbón vegetal, hace unos años las importaciones comenzaron paulatinamente a crecer en este mercado y se espera una dinámica similar en el futuro.



(Fuente: FAO, 2008).

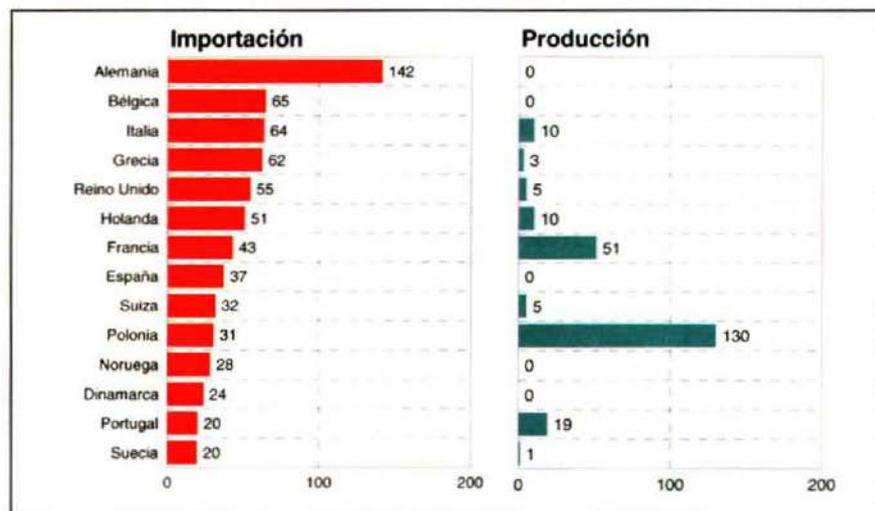
Figura N° 4
PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE CARBÓN VEGETAL, 2006
(Total: 1,4 millones de toneladas)

- Europa

La producción de carbón vegetal en toda la región europea ronda las 556 mil toneladas anuales, que equivale a solo el 1,3% de la producción mundial. Su uso se remonta a varios miles de años atrás y fue importante para muchas necesidades, como la fundición de metales y la obtención de pólvora.

A principios del siglo XVIII se mejoró el uso del carbón mineral para fundición de metales, que por lo demás era mucho más barato que el carbón vegetal, desplazando completamente a este último y lo relegó fundamentalmente a un uso doméstico. En la actualidad Polonia (130.000 mil t) y Eslovaquia (83.000 t) son los dos mayores productores europeos, que representan el 23% y 15% de la producción de carbón vegetal de la región. Sin embargo, en un contexto mundial, los países de Europa tienen un rol marginal como productores.

Esta baja producción de carbón en Europa hace que la demanda deba suplirse con importaciones. Estas compras en la actualidad se acercan a las 700.000 t anuales, constituyéndose así en uno de los mayores mercados internacionales para la exportación de carbón vegetal de uso doméstico. Los principales importadores europeos son Alemania, Bélgica, Italia, Grecia y Reino Unido; estos cinco países se llevan el 54% de todas las importaciones europeas de carbón vegetal.



(Fuente: FAO, 2008).

Figura N° 5
PRINCIPALES IMPORTADORES EUROPEOS DE CARBÓN VEGETAL Y SU
PRODUCCIÓN, 2006
(Miles de toneladas)

En el Reino Unido se consumen alrededor de 60 mil toneladas anuales de carbón para barbacoas, segmento de mercado que ha tomado importancia sólo en la última década. La mayor parte del carbón que se importa al Reino Unido proviene de Asia y, de acuerdo con los comercializadores locales, normalmente es tratado con productos químicos y la calidad del encendido es inferior comparado con el carbón de producción nacional. Al respecto, y conscientes de la necesidad de protección de los bosques en el mundo, se ha instado por parte de productores locales ingleses a utilizar carbón con sellos de certificación.

Cabe resaltar al mercado italiano, especialmente interesante, puesto que no se trata de compras exteriores para uso interno en forma significativa, sino que generalmente actúa como país de introducción para una posterior distribución al resto de la Unión Europea. No obstante, se ha iniciado una interesante demanda por parte de algunos sectores como las pizzerías, quienes aprecian el ahumado de sus productos con carbón vegetal de determinadas especies y características.

Cuadro N° 2
PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES EUROPEOS DE CARBÓN VEGETAL
(Miles de toneladas)

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
TOTAL EUROPA	423,2	503,4	508,7	571,2	632,6	760,1	721,6
Alemana	112,1	113,6	113,6	113,6	138,3	149,5	141,5
Bélgica	26,0	25,7	35,6	63,4	64,0	60,1	64,6
Italia	46,0	41,0	41,2	46,7	49,6	56,8	63,6
Grecia	16,7	25,9	32,2	45,0	50,6	53,9	62,4
Reino Unido	45,0	41,6	43,6	54,5	57,0	53,2	54,6
Holanda	20,0	14,0	17,5	19,7	24,0	56,8	50,9
Francia	27,7	31,1	26,5	42,2	49,2	53,4	42,9
España	16,1	16,1	28,0	33,0	42,0	45,0	37,0
Suiza	10,4	31,4	34,9	10,0	10,0	32,5	31,5
Polonia	3,6	10,3	11,7	12,7	15,8	22,2	30,5
Noruega	43,0	71,0	45,0	40,6	33,6	77,1	28,3
Dinamarca	13,0	12,0	17,3	20,5	17,0	23,8	23,8
Portugal	9,2	11,0	15,0	18,0	27,0	18,0	20,0
Suecia	10,9	14,0	15,9	17,5	18,3	19,4	19,5
Otros Europa	12,4	32,7	9,7	8,9	11,2	15,5	23,6

(Fuente: FAO, 2008).

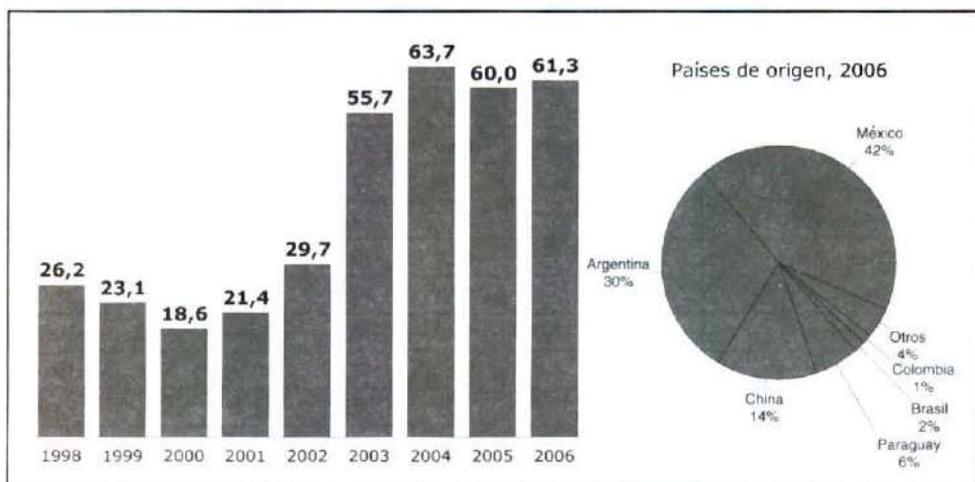
En la Unión Europea, una característica sobresaliente es la preocupación de los consumidores por la sustentabilidad de la producción de carbón, por lo que la tendencia general es impulsar la preferencia por productos certificados por organismos internacionales. Los principales proveedores internacionales para Europa son Malasia e Indonesia, pero destacan también Sudáfrica y Paraguay, así como otros países asiáticos y africanos con disponibilidades de maderas latifoliadas duras, aunque en estos casos se trata más bien de importadores europeos que establecen sus operaciones en busca de costos más bajos.

- Estados Unidos

Constituye el mercado más importante, por ingreso, población y por la costumbre de la tradicional barbacoa. De acuerdo a las estadísticas de la National Barbecue Association, tres de cada cuatro viviendas unifamiliares suburbanas tienen uno o más tipos de parrillas, estimándose que se hacen 2.900 millones de asados anuales. También se venden 11,4 millones de parrillas de todo tipo por año, y es común que existan dos tipos de parrillas por hogar. De esta manera el 57% de los usuarios tiene una parrilla a gas y el 54% una parrilla a carbón. El 95% de los usuarios de carbón lo utiliza bajo la forma de briquetas, alcanzando el consumo

anual unas 884 mil toneladas, calculándose el volumen del negocio en unos 600 millones de dólares anuales (SAGPyA, 2003).

En el año 2006, Estados Unidos internó 61,3 mil toneladas de carbón vegetal, equivalentes a US\$ 23,6 millones. Sin embargo, esta cifra no refleja el porcentaje que tienen las briquetas y el carbón sólido en la composición de estas importaciones que, de acuerdo con la bibliografía, el primero de éstos sería el producto más demandado. México es el principal abastecedor de carbón vegetal a Estados Unidos, con cerca del 42% del volumen importado, aunque en el transcurso de los años este país ha ido perdiendo terreno frente al crecimiento notable de Argentina, China y Paraguay como países abastecedores. En 1998, el carbón vegetal importado a Estados Unidos provenía casi en su totalidad de México.



(Fuente: US Department of Agriculture)

HS 4402

Figura N° 6
IMPORTACIONES DE CARBÓN VEGETAL EN ESTADOS UNIDOS
(Miles de toneladas)

Cabe destacar las importaciones de carbón vegetal de bambú (4402.10.00) que realizó Estados Unidos en 2007, las que sumaron 5.600 t. En estas compras, de los 6 primeros países de origen (que aglutinan el 98% del volumen), 5 son latinoamericanos; el primero es Paraguay y le siguen Argentina, México, Colombia y Bolivia; entre ellos se ubicó Holanda. Ese antecedente debe ser considerado de sumo interés por parte de quienes están vinculados al recurso bambú en Chile.

Los leños artificiales, hechos con aserrín y aglutinantes constituyen un mercado más reducido. Las importaciones de este producto, en 1998 totalizaron 48 mil toneladas por un valor de US\$ 22,4 millones. Canadá es el principal proveedor con más del 97% del total, a lo que se suman pequeñas cantidades provenientes de China, Taiwán y Honduras.

El carbón vegetal es considerado un producto de nicho (*gourmet product*), destinado a un grupo de consumidores más sofisticado que desea ahumar los alimentos. El 84% de los poseedores de parrillas son familias jóvenes o grandes de mayores ingresos y que normalmente viven en casas. Por este motivo, además, la oferta se concentra en carbones obtenidos de maderas aromáticas como robles, arces y frutales entre otras.

Existe una importante producción local en el mercado estadounidense, con más de 2.000 establecimientos registrados, basada en el aprovechamiento de la amplia base de especies latifoliadas. La leña, más que un sustituto parece comportarse como un producto de uso complementario por este segmento de los consumidores, destinado principalmente al ahumado de los alimentos.

El predominio del uso de briquetas y la existencia de la producción local hace que el mercado de los EEUU sea menos accesible para los productores de carbón que los mercados europeos.

- **Japón**

En Japón, el carbón vegetal es llamado "mokutan" o algunas veces "zumi". En el pasado, el carbón solía ser la principal fuente de combustible de uso doméstico y se le consideraba tan importante en la vida diaria como el mismo arroz. En la década del 50 la producción de carbón era de unas 2 millones de toneladas (FAO, 2008). Con el paso de los años y tras el advenimiento del gas y la electricidad de la mano del crecimiento económico, la producción cayó abruptamente, tal que después de 40 años apenas superaba las 50 mil toneladas anuales.

En los últimos años la producción ha caído significativamente en Japón, mientras que el consumo doméstico ha ido en crecimiento; por ello el origen del carbón vegetal que se utiliza en este país es fundamentalmente importado. Las razones de ello radican en el envejecimiento de los productores locales de carbón y la falta de sucesores que lo continúen y también en la dificultad cada vez mayor para obtener las maderas apropiadas para carbonización en las zonas productoras tradicionales de Japón.

De acuerdo con FAO, la producción de carbón vegetal en Japón en el año 2006 fue de 33 mil toneladas, mientras que su comercio exterior movilizó 1.000 t al exterior y 142 mil toneladas en importaciones, es decir, cerca del 82% de la demanda de carbón vegetal japonés proviene del exterior. Diez años atrás era el 60% (FAO, 2008).



Cuadro N° 3
IMPORTACIONES DE CARBÓN VEGETAL EN JAPÓN

Año	Toneladas (miles)	Monto (US\$ millones)
1980	18,5	3,7
1985	54,3	12,6
1990	76,0	19,9
1995	51,7	32,4
2000	129,0	73,6
2006	142,0	80,9

(Fuente: FAO, 2008).

El carbón vegetal que llega a Japón proviene principalmente de China, Indonesia y Malasia, que representan cerca del 96% de las importaciones japonesas, cada uno con participaciones bastante similares. Otros mercados eventuales han sido Singapur y Tailandia.

Japón tiene una cultura milenaria en producción de carbón vegetal, con técnicas de elaboración que son admiradas en todo el mundo. Existen diversos tipos de carbón vegetal que en general se clasifican en dos grandes categorías: kuro-zumi (carbón vegetal negro) y shiro-zumi (carbón vegetal blanco). El carbón vegetal negro es suave y conserva la corteza, es fácil de encender y alcanza suficiente temperatura como para fundir metales y hacer trabajos de herrería (casi todo el carbón vegetal que se produce en el mundo pertenece a esta categoría). Para elaborarlo, se carboniza la madera a temperaturas entre 400 y 700 grados centígrados, después se sella el horno hasta que finaliza la combustión y la temperatura baja progresivamente.

Por su parte, el carbón vegetal blanco se hace quemando madera a temperaturas relativamente bajas durante algún tiempo y, casi al final del proceso, se eleva la temperatura del horno a unos 1.000 grados centígrados hasta poner la madera al rojo vivo. Posteriormente, se saca el carbón y se cubre de polvo para enfriarlo, que es una mezcla de tierra, arena y cenizas, dándole a la superficie del carbón un tono blanquecino. De ahí su nombre "carbón vegetal blanco." La rápida subida de la temperatura, seguida por un rápido enfriamiento, incinera la corteza y proporciona suavidad a su superficie.

Una parte importante del carbón importado a Japón es hecho de cáscaras de nueces, que se utiliza principalmente para hacer carbón activado. Otra parte es utilizada a nivel doméstico para actividades de recreación y tiempo libre (barbacoas) y en el creciente segmento de los servicios de alimentación. Una porción menor se utiliza para otros fines, por sus características beneficiosas: Como absorbente de olores ambientales y sustancias dañinas, como generador de iones negativos, que se dice favorecen la tranquilidad mental y utiliza los efectos de infrarrojos, que se supone mejoran la circulación sanguínea.

Investigadores en Japón han estudiado estos beneficios, explorando nuevos usos para desarrollar productos innovadores basados en carbón vegetal, como purificadores de agua (para beber y para baños), agentes conservadores de vegetales y otros alimentos frescos, reguladores de humedad para las paredes y pisos de casas y productos de aseo personal (desodorantes, jabones, etc.) (Kuniko, 2001).

- **Brasil**

Brasil es el mayor productor mundial de carbón vegetal de acuerdo con cifras de FAO (2008) y así se ha mantenido por varios años. Por otro lado, es el mayor productor latinoamericano de acero, con una industria bastante madura y competitiva. La relación entre estos dos productos está en que la mayor parte de la producción del carbón vegetal brasileño se destina a la industria del acero. En efecto, para la obtención del acero se necesita pasar por varias etapas, la primera de ellas es la obtención de un material llamado arrabio, algunas veces denominado "hierro esponja", en el cual intervienen ciertas materias primas de las cuales el carbón (sea mineral o vegetal) cumple una función clave.

La historia mundial del acero señala que en a fines del siglo XIV se mejoraron algunas técnicas de producción, utilizando hornos de mayor tamaño para la fundición y se incrementó el tiro para forzar el paso de los gases de combustión por la carga o mezcla de materias primas. En estos hornos de mayor tamaño el mineral de hierro de la parte superior del horno se reducía a hierro metálico y a continuación absorbía más carbono como resultado de los gases que lo atravesaban. El producto de estos hornos era el llamado arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero (Enciclopedia Encarta, 2008).

La producción más típica de arrabio se realiza utilizando mineral de hierro, coque y caliza. El coque se quema como combustible para calentar el horno, y al arder libera monóxido de carbono, que se combina con los óxidos de hierro del mineral y los reduce a hierro metálico. Esta labor también se puede realizar con carbón vegetal. La caliza de la carga del horno se emplea como fuente adicional de monóxido de carbono y como sustancia fundente.

Prácticamente todas las plantas siderúrgicas de Brasil utilizan parte o la totalidad de carbón vegetal como materia prima para producir arrabio, producto que cumple con similares características que el coque mineral. Muchas empresas comenzaron hace algunos años a extender sus negocios hacia el área forestal y otras del sector a potenciar la compra de terrenos para el cultivo de eucaliptos, los que se convertirán en carbón.

En favor y en contra del negocio del arrabio utilizando carbón vegetal se esgrimen básicamente razones medioambientales. En el primer caso se argumenta la capacidad de absorción de carbono que poseen los árboles, el cual será mucho más que el liberado en el proceso de fabricación del acero. Además, el coque despacharía a la atmósfera mucho más carbono que el carbón vegetal en la combustión; por cada tonelada de acero producido con coque se emiten a la atmósfera 5 t de CO₂.



En el otro extremo, la discusión se centra en el origen del carbón vegetal que abastece a las plantas acereras. Numerosas denuncias de grupos ambientalistas y del propio Ministerio del Ambiente de Brasil señalan una verdadera depredación de los recursos boscosos nativos para estos fines. En el año 2005, en declaraciones públicas, este propio organismo indicaba que el 80% del carbón vegetal que abastece las plantas siderúrgicas en los estados de Maranhão y Pará provenían de bosque nativo, lo que podría equivaler a una tala de 120 mil árboles por día. En enero de 2006 se multó con 24 millones de reales (unos 5.500 millones de pesos) a dos siderúrgicas de Matto Grosso do Sul por irregularidades en el consumo de carbón vegetal. Últimamente, empresas brasileñas analizan inversiones en Bolivia para construir plantas de arrabio, las que se abastecerían de carbón vegetal procedente de bosques de ese país.

En Brasil, las enormes magnitudes de la producción y consumo de carbón vegetal implican varios problemas asociados al recurso que deben ser corregidos. Como se indicó, el más significativo de ellos es el suministro de materia prima para la producción de carbón vegetal ya que se estima que cerca del 46% de la materia prima usada procede de los bosques nativos, mientras que las plantaciones estarían contribuyendo con el 36%.

Normas Internacionales

Existen diferentes estándares o directrices que especifican los requerimientos que deben cumplir, tanto el carbón vegetal sólido como el carbón vegetal aglomerado (briquetas), y la manera de establecer determinados controles de calidad. Para el mercado global de Europa se aplica el estándar europeo EN 1860-2¹, en Alemania se utiliza la norma DIN 51749 que, de acuerdo a los exportadores internacionales, es la más exigente. El mercado de Suecia aplica la SS 187210, en tanto Bélgica emplea la NBM M 11-001 (*Force Technology*, 2008).

La Norma EN 1860-2 titulada "*Carbón de barbacoas y briquetas de carbón de barbacoas, requerimientos y métodos de prueba*" fue aprobada en octubre de 2004 por el Comité Europeo para Estandarización (CEN). Entre otros aspectos, la norma señala los requerimientos para el carbón sólido y el carbón briquetas en términos de aditivos no permitidos, muestras para análisis y métodos de testeo para determinar humedad, compuestos volátiles, cenizas, fijación de carbono y granulometría.

Algunos parámetros de esta norma son:

- Contenido máximo de humedad: 8%.
- Fijación de carbono: Superior a 65%.
- Sustancias fijadoras: Apropriadas para productos alimenticios.
- Envases: 5, 10, 15, 20 libras.

¹ Norma creada por el CEN (European Committee for Standardization) cuyos miembros son: Austria, Bélgica, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Letonia, Luxemburgo, Malta, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza y Reino Unido.

SITUACIÓN EN CHILE DEL CARBÓN VEGETAL

Se calcula que la producción en Chile de carbón vegetal en 2006 fue de 251.000 t (FAO, 2008), cifra que no ha tenido grandes variaciones en los últimos años. Esta producción está destinada fundamentalmente al uso doméstico, principalmente en zonas rurales y en grupos familiares de escasos recursos. Esta cifra podría incluso ser mayor, considerando una importante porción de informalidad que caracteriza la comercialización de este producto. Se estima que 1 millón y medio de metros cúbicos anuales de madera (utilizando el factor 6 m³ ssc/t carbón (Basso y Quezada, 1970)) se destinarían a la producción de carbón vegetal en el país, estimando también que 44.000 ha de bosque nativo se intervienen anualmente para producir leña y carbón vegetal (Pacheco, 2005).

Existen pocos estudios respecto a la caracterización de la producción de carbón vegetal a nivel nacional y las disponibles normalmente se refieren a zonas o localidades muy acotadas. Sin embargo, en términos generales es posible señalar que el común denominador que gira en torno a la producción de carbón vegetal en el país es que está asociado a minifundistas de subsistencia, que dependen económicamente del recurso bosque, este último frecuentemente con avanzados signos de deterioro. Un estudio en la zona cercana a Linares concluyó que producir carbón vegetal tiene un costo muy similar a su precio de venta y agrega que es necesario abordar la problemática de la producción de carbón desde un punto de vista de rentabilidad social, cuestión que se agrava por la escasa presencia de alternativas laborales (Araya, 2003).

Es posible que dos personas trabajen en forma ininterrumpida, vale decir, dedicados cien por ciento a la actividad de carboneo, con dos hornos portátiles cada uno, en donde por cada horno se puede llegar a un nivel de ingresos de \$ 600.000 mensuales por concepto de venta total de la producción. A esta cifra se le deben descontar todos los gastos en que se incurre en la producción. Si bien, es cierto esta cantidad es muy difícil de lograr por parte del campesino por variados factores, como tener que dedicar tiempo a otras actividades del campo, da cuenta del potencial que presenta la venta de carbón y no de leña, en donde es posible aumentar el ingreso entre 2 a 3 veces por la venta de carbón, en relación al ingreso sólo obtenido por la venta de leña (Lobos, 2001).

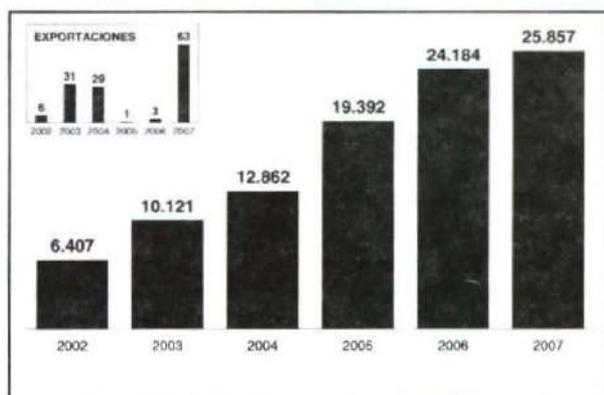
Consideraciones respecto a la elaboración misma de carbón indican que es necesario orientar y capacitar a los productores nacionales en mejorar las técnicas de fabricación, como hornos con mejores rendimientos, humedad de la madera, especies, entre otros. En experiencias con hornos de barro, el rendimiento fluctúa entre 18% y 20%, mientras que en Brasil, donde se mejoró el manejo de las plantaciones y la leña utilizada entró más seca a los hornos, el rendimiento fue de un 26% (SERCOTEC, 1986, citado por Pacheco, 2005). Al respecto, la relación existente entre producción de leña verde y rendimiento de carbón está en proporción directa, perdiéndose cerca de un 70% del peso en el proceso de carbonización. En hornos de ladrillo tapizados de barro y paja, el rendimiento bordea el 20%, en tanto en hornos de acero este valor podría ser bastante mayor.



Importaciones y Exportaciones de Carbón en Chile

Chile, además de ser productor de carbón, se ha convertido en un importante importador de este producto. La importación de carbón vegetal a Chile ha crecido significativamente en los últimos años, desde poco más de 200 t que se importaban en 1995 a cerca de 26 mil que se alcanzó en el año 2007, es decir, ciento treinta veces más; la cantidad importada en este último año fue equivalente a 4,6 millones de dólares. Por el lado de las exportaciones, Chile prácticamente no realiza movimientos, siendo éstos marginales en cantidad y eventuales en el tiempo. En 2007 se exportaron apenas 63 t (INFOR, 2008).

La mayor parte del carbón importado por Chile proviene de Argentina, país de larga tradición en producción y exportación de este producto. En 2006 Argentina exportó 151 mil toneladas de carbón vegetal, es decir, envió al exterior el 29% de su producción, en tanto que seis años atrás era el 17%. Esto ha posicionado al país trasandino como un importante proveedor mundial, cuyos principales mercados de destino en la actualidad son Europa, con el 73% de sus exportaciones, Chile con el 15% y Estados Unidos, con el 11% (INFOR, 2008).



Fuente: INFOR, 2008, basado en SA 44020000.

Figura N° 7
IMPORTACIONES DE CARBÓN VEGETAL EN CHILE
(toneladas)

Cuadro N° 4
IMPORTACIONES CHILENAS DE CARBÓN VEGETAL SEGÚN ORIGEN
(toneladas)

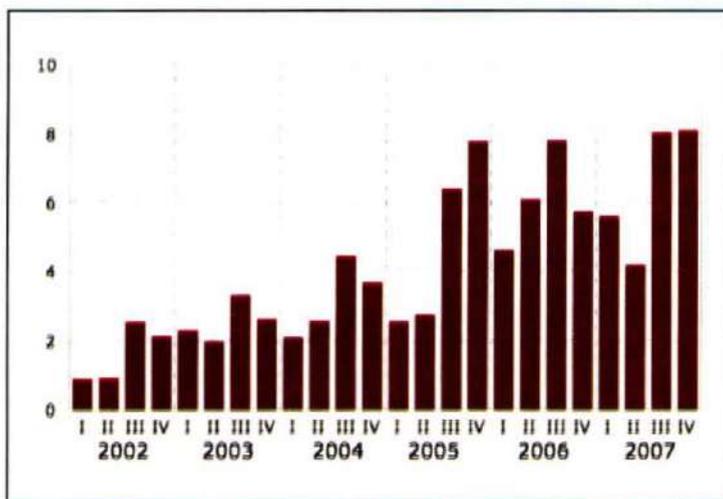
País Origen	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Argentina	5.876	9.361	12.007	17.467	21.899	21.980
Paraguay	509	488	653	1.924	2.284	2.837
Ecuador						1.040
Brasil		259	195			
Otros	22	13	7	1	1	0
Total	6.407	10.121	12.862	19.392	24.184	25.857

(Fuente: INFOR, 2008)

En las importaciones chilenas de carbón vegetal normalmente participan empresas dedicadas a la importación y distribución, generalmente de productos alimenticios y otros diversos, que tienen como sus principales clientes a grandes cadenas de supermercados o tiendas relacionadas en el país. Este abastecimiento significa que el principal cliente consumidor de carbón vegetal es el dueño de casa, lo que sugiere que la demanda por parte del segmento de los clientes domiciliarios chilenos se ha ido incrementando en el tiempo. De esta forma, podría suponerse que el carbón vegetal importado a Chile se utiliza casi en un cien por ciento para el tradicional asado y no para otros usos, como sucede en Europa o Japón, donde una parte importante se emplea en la industria metalúrgica, para elaboración de carbón activado y otros usos.

Un antecedente adicional que complementa lo anterior es la estacionalidad en las importaciones de carbón vegetal, focalizándose éstas en el tercer y cuarto trimestre del año. Esto, evidentemente, tiene su origen en la mayor demanda que existe en fechas clave, como son las fiestas patrias y las celebraciones de fin de año, donde en promedio se importa entre 1,5 a 2 veces más carbón que en el resto del año.





Fuente: INFOR, 2008, basado en SA 44020000.

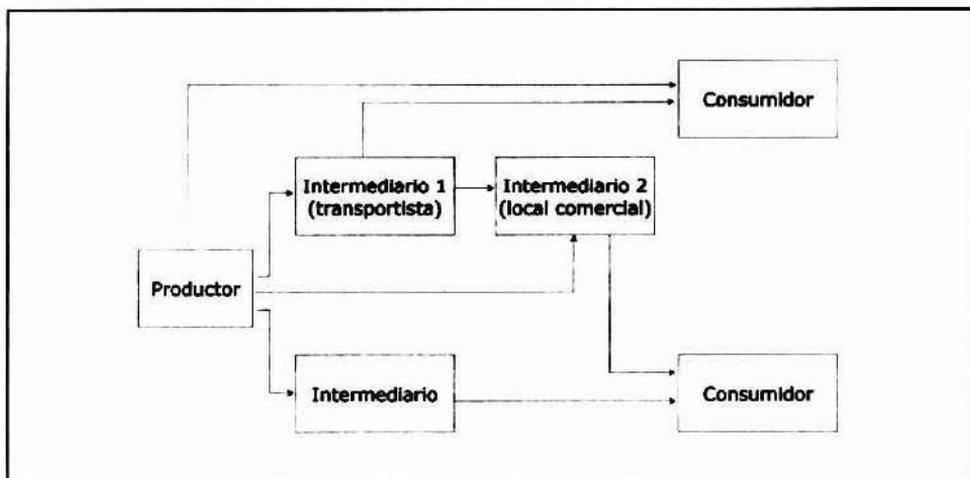
Figura N° 8
IMPORTACIONES TRIMESTRALES DE CARBÓN VEGETAL EN CHILE
(toneladas)

Canales de Comercialización y Precios

Los productores de carbón en Chile se caracterizan por su escaso poder de comercialización; su incapacidad de gestionar la venta de su producto y de llegar con éste al consumidor final. Generalmente el carbón es vendido a comerciantes intermediarios, que llegan con sus camiones a los predios en que ha sido producido o se encuentra guardado.

En su mayoría los productores no contactan a los intermediarios que comercializan el carbón en la ciudad. Esto puede incidir en los precios pagados en el campo, debido a que los productores se ven obligados a vender al precio que los intermediarios fijan. Muchos de los productores que contactan a los intermediarios, no logran acordar un precio adecuado para ellos, ya que no se observan diferencias en los precios de venta en comparación a los productores que no contactan al intermediario. Existe un porcentaje bajo de productores que participan en todo el proceso productivo (producción y comercialización); muy pocos productores tienen la capacidad de llegar al consumidor final, cosa que les permitiría obtener mayores utilidades por la venta de su carbón en los centros urbanos (Rodríguez, 2005).

En general, los canales de comercialización pueden ser: 1) Productor-consumidor, 2) Productor-camionero-consumidor, 3) Productor-camionero-local de venta-consumidor y 4) Productor-local de venta-consumidor.



(Fuente: Rodríguez, 2005).

Figura N° 9
CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DEL CARBÓN VEGETAL

En un estudio realizado en la zona de Chillán en el año 2005, se determinó que los precios de venta del carbón no tenían grandes variaciones, situación que sería muy similar al resto del país. El valor aproximado de un saco en origen puede variar entre \$1.800 y \$2.200.

Cuadro N° 5
PRECIO DEL CARBÓN VEGETAL EN LA ZONA DE CHILLÁN
(Diciembre 2005)

Formato	Precio a público
Saco (18-22 kg)	\$3.000
Bolsa plástica (2,5 kg)	\$450
Bolsa papel (2,5 kg)	\$990

(Fuente: Rodríguez, 2005).



En general, los precios de mercado son muy bajos, por lo que el margen es muy reducido o no alcanza a cubrir todos los costos reales de la producción de carbón. Por otro lado, no existe una diferenciación del producto en el mercado del carbón, por lo que el consumidor es sólo sensible al precio, en este sentido para subir el precio del producto es necesario diferenciarlo, a través de acciones de *marketing*. Dado que la rentabilidad del negocio depende mucho del tiempo dedicado por el productor a esta actividad, el propietario debe especializarse solamente en producir carbón vegetal, en mejorar su calidad y hacerlo a un menor costo.

Por el lado de las importaciones, el precio del carbón vegetal que ha llegado a Chile procedente del exterior promedió en el año 2007 US\$ 172 CIF/ t, lo que equivale en moneda nacional a unos \$90² el kilo. Por tipos de presentaciones, los más frecuentes son los sacos de entre 18 a 20 kilos y los sacos de 2,5 a 3 kilos. Estos últimos tienen entre un 10% a 13% más de precio que los sacos mayores, situación donde el costo del transporte juega un rol importante.

En promedio, el carbón nacional (espino) tiene mayor precio que el carbón importado. Sin embargo, esta diferencia posiblemente fue mayor en años anteriores y en la actualidad se aprecia escaso margen entre uno y otro precio.



(Fuente: INFOR, 2008).

Figura N°10
PRECIOS DE CARBÓN VEGETAL IMPORTADO DE ARGENTINA Y PRECIO DEL
CARBÓN DE ESPINO CHILENO
(US\$/saco)

Otros Antecedentes de Interés

Para participar en el comercio internacional de carbón para consumo doméstico se debe cumplir con requisitos de orden técnico, de seguridad para el transporte, de *packaging* y, en el mercado europeo, se está incorporando progresivamente, el requisito de certificados de

² 1 US\$ = \$ 522,47 (2007).

sustentabilidad de la producción. En primer lugar, el producto debe cumplir ciertas exigencias de calidad como, por ejemplo, contenido mínimo de carbono fijo (normalmente se solicita la norma DIN alemana), porcentaje de humedad máximo tolerable y un rango del diámetro admitido para las partículas.

En el exterior, los consumidores prefieren que los pedazos de carbón sean de diámetro chico. Si bien los pedidos establecen rangos de 30 a 80 mm, en la práctica se prefiere que no supere los 60 mm para los consumos domésticos. En las partidas destinadas a usos gastronómicos el tamaño de partículas es mayor, hasta los 120 mm o más. La norma DIN 51749 determina un contenido del 65% para las briquetas y del 75% para el carbón. No obstante, el contenido de carbono fijo del grueso de la oferta internacional de carbón se sitúa alrededor del 60/65%.

También hay requisitos de seguridad para el transporte, por ser un producto combustible y auto inflamable; el carbón debe estar libre de polvillo y se debe realizar un análisis de la muestra en laboratorio para certificar que la partida no es auto inflamable, el contenido de humedad no debe superar el 7%, y aun cuando se trata de exportaciones a granel, debe ir embolsado dentro del contenedor. También es obligatorio identificar el contenedor con un logo que indique que contiene un producto auto inflamable. Por la seguridad de los consumidores, en los países desarrollados se prefiere el carbón que no chispea y se requiere que las bolsas estén cosidas en vez de abrochadas con ganchos metálicos.

Existen requisitos de *packaging* que difieren según el tipo de exportación, a granel o acondicionado para el consumidor final. En el primer caso, sólo se requiere que el carbón se almacene en bolsas de polipropileno dentro del contenedor. Cuando se trata de un producto listo para el consumo, aumentan los requisitos; en primer lugar, se debe fraccionar y envasar el producto con la marca y demás especificaciones que solicite el comprador, quien puede solicitar distintos tipos de envases, como por ejemplo un cierto tipo de bolsa o caja de cartón que contenga un determinado número de paquetes de 3, 5 ó 10 kilogramos. Usualmente, estos paquetes se colocan sobre tarimas, listos para ser transportados a las bocas de expendio.

En el mercado europeo (uno de los principales destinos), existen requisitos de calidad para los envases que establecen el tipo del papel (usualmente no se utiliza *kraft* como en el mercado interno), la cantidad de pliegos de la bolsa, etc. Las bolsas deben estar cosidas con tres hilos, con una banda de papel crepé en la boca, para garantizar que no caiga polvillo. Además de las normas de envasado del producto en sí, existen normas comunes al conjunto de los envases comerciales, que establecen que se debe utilizar papel fabricado a partir de pastas celulósicas libres de cloro y fijan la composición química de las tintas, que no deben contener pigmentos minerales. El incumplimiento de estas normas, que fueron establecidas por la Unión Europea para facilitar el reciclaje, implica una penalización económica para el comprador local.



CONCLUSIONES

Si bien en Chile la producción de carbón vegetal no es nueva, un mejor desarrollo de este sector requiere de importantes esfuerzos en orientar y capacitar, especialmente a los pequeños propietarios productores involucrados, en mejorar los rendimientos y calidad del producto final de manera de ampliar la brecha entre el costo de producción y el precio de venta. Esfuerzos de *marketing* también son importantes.

Lo anterior ha sido posiblemente un factor clave en el aumento de las importaciones de carbón vegetal, el cual se compra principalmente a Argentina. Esta situación también refleja que el mercado interno chileno requiere cada vez más de este producto, derivado de una población con mayor ingreso per cápita y más demanda por tiempo libre y recreación.

Un escenario de desarrollo más inmediato del carbón vegetal en Chile debiera ser la exportación a Europa, orientándose a obtener un producto de mejorada calidad para el uso doméstico en ese mercado. En este continente existe una importante y creciente demanda por este producto, principalmente en Alemania, Bélgica e Italia.

Es necesario estudiar cada uno de estos países en términos de sus requerimientos de carbón vegetal, como normas específicas, canales de comercialización, demanda, entre otros aspectos. De la misma forma, analizar el mercado japonés.

Estados Unidos no se perfila tan interesante en el corto o mediano plazo como destino de carbón vegetal, principalmente por el uso mayoritario de briquetas de carbón para el asado de alimentos más que de carbón sólido.

Es necesario profundizar en estudios del uso del carbón vegetal como combustible industrial, por ejemplo para generación de electricidad o industrias siderúrgicas, como sucede en Brasil.

REFERENCIAS

Araya, F., 2003. "Caracterización de la producción de carbón en pequeños propietarios del sector Fundo Riquelme, Provincia Linares, VII Región". Tesis Universidad de Talca. Escuela de Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. En <<http://hdl.handle.net/1950/3663>>

Basso, A.; Quezada, A., 1970. Tablas y factores de conversión. Manual N° 7. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 90 p.

Enciclopedia Encarta, 2008. Siderurgia. En: <http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761559225/Siderurgia.html>. Consulta: Mayo 2008.

FAO, 2008. Base de datos FAOSTAT de productos forestales de la FAO. En <<http://faostat.fao.org/site/630/default.aspx>>. Consulta: Mayo 2008.

Force Technology, 2008. Testing of barbecue coal and barbecue coal briquettes. En <<http://www.force.dk/en/Header/Download/Product+sheets/Inspection+Testing+and+Certification/2705-1-en.htm>> Consulta: Mayo 2008.

INFOR, 1987. Tablas de conversión mecánica y elaboración. Manual N° 15. INFOR-CORFO. Santiago Chile. 131 p.

INFOR, 2008. Base de datos de exportaciones de productos forestales. Instituto Forestal. Santiago, Chile.

Kuniko, 2001. Charcoal Adds to the Good Life. Nipponia N°19, Diciembre 2001. En <<http://web-japan.org/nipponia/nipponia19/en/topic/index.html>> Consulta: Mayo 2008.

Lobos, M., 2001. Estudio preliminar sobre producción, comercialización y consumo de leña en la ciudad de Temuco. Documento N° 3. Serie de Publicaciones. WWF-CODEFF. Temuco, Chile. En <www.wwf.cl/publicaciones.htm>. Consulta: Mayo 2008.

Pacheco, G., 2005. Evaluación del proceso de carbonización y calidad del carbón de *Acacia caven (Mol.) Mol.*, producido en hornos de barro. Tesis Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. 59 p.

Rodríguez, J., 2005. Estudio de rentabilidad económica de la producción de carbón proveniente de propietarios de bosque nativo de la precordillera de Ñuble. Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo. Asociación Gremial por el Bosque Nativo de Ñuble, Chillán, 2005. 33 p. En <www.chilebosquenativo.cl/info_documentos/comercializacion/Estudio%20carb%F3n%20%D1uble.pdf> Consulta: Mayo 2008.

SAGPyA, 2003. Producto: carbón vegetal. Informe exportaciones. Área de apoyo a los exportadores, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Buenos Aires-Argentina. 33 p. En <www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/programas/apoyo/Informe%20Carbon%20Vegetal>.

pdf > Consulta: Mayo 2008.

US Department of Agriculture, 2008. Foreign Agricultural Service's US Trade Internet System. US Department of Agriculture. En <<http://www.fas.usda.gov/ffpd/ffpd.html>>. Consulta: Mayo 2008.

Waddams, C. 2000. Better energy services, better energy sectors-and links with the poors. Energy services for the world's poor, Energy and Development Report 2000. Energy Sector Management Assistance Programme, World Bank. En <<http://www.esmap.org/pubs/index.asp>>. Consulta: Mayo 2008.



PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE LOS OBTENTORES DE VARIEDADES VEGETALES EN CHILE. Braulio Gutiérrez C. Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Sede Bio Bio. Chile. E-Mail: Bgutierrez@Infor.CI

RESUMEN

El desarrollo de una nueva variedad vegetal, que exprese alguna característica ventajosa o de interés para los consumidores o productores, es una actividad que demanda grandes esfuerzos de investigación e insume importantes cantidades de recursos. Como compensación por ese esfuerzo, quienes generan variedades vegetales pueden conseguir derechos de propiedad intelectual sobre su obtención.

Si bien en Chile la Ley N° 19.039, sobre Privilegios Industriales y Protección de Derechos de Propiedad Industrial, señala expresamente que las variedades vegetales no son patentables, existe un sistema alternativo de protección, definido en la Ley N° 19.342, de 1994 (actualmente en modificación), que establece y regula los derechos de los obtentores de variedades vegetales.

En el presente artículo se resumen antecedentes relacionados con la protección de las obtenciones vegetales y los derechos de los obtentores en Chile. Se comentan las iniciativas de homologación de la legislación nacional a las normativas internacionales y se presentan los primeros casos de árboles forestales registrados como variedades vegetales protegidas.

Palabras clave: Variedades vegetales, propiedad intelectual.



INTELLECTUAL PROPERTY AND PLANT BREEDER'S RIGHTS IN CHILE

SUMMARY

Development of a new vegetal variety, which expresses some advantageous or interesting characteristics for consumers or producers, requires great research efforts and important amounts of resources. In return, plant breeders can obtain intellectual property rights over their varieties.

Chilean Law N° 19,039, about Industrial Privileges and Protection of Rights of Industrial Property, indicates that vegetal varieties are not patentable. Anyway, there is an alternative system of protection, defined by the Law N° 19,342, which regulates rights of plant breeders over their vegetal varieties.

This paper presents information related to the protection of vegetal varieties and plant breeder's rights in Chile. The initiatives to homologate national and international norms are commented. The first cases of forest trees registered in Chile as protected vegetal varieties are commented too.

Key words: Vegetal varieties, intellectual property.

INTRODUCCIÓN

Los derechos de propiedad intelectual han sido concebidos como una forma de armonizar los intereses de autores, inventores u obtentores de variedades vegetales, con la posibilidad de que la comunidad pueda hacer uso del conocimiento protegido. Su relevancia se verifica no sólo en la capacidad de acceder a nuevos productos, sino que para los titulares de tales derechos puede involucrar una inapreciable ventaja para diferenciarse de la competencia, o para suscribir ventajosos acuerdos comerciales. Como tal, la propiedad intelectual (PI) es un elemento que afecta transversalmente los más variados ámbitos de la economía, aporta un marco regulador y permite la existencia de incentivos para estimular la inversión en innovaciones de cualquier naturaleza, incluidas las variedades vegetales, de modo que los recursos invertidos en innovación sean retribuidos por los usuarios de la misma.

La creación de PI y su transformación en capital intelectual es fundamental para el éxito de las inversiones en innovación, el que depende en gran parte de la capacidad para desarrollar, capturar y comercializar la propiedad y el capital intelectual. Así, como herramienta de generación de riqueza es fundamental incentivar el uso de los sistemas de protección de PI en los investigadores nacionales.

En tal contexto, el objetivo de este documento es aportar antecedentes generales relacionados con las normativas que rigen la aplicación de los principios de propiedad intelectual en organismos vegetales, analizar la normativa legal chilena y relacionarla con aquellas emanadas de acuerdos internacionales y con las directrices dictadas por organismos rectores de esta materia en el mundo. Lo anterior con la finalidad de determinar el marco legal en el cual los obtentores nacionales de variedades vegetales, y dentro de ellas de clones de especies forestales, puedan asegurar que los esfuerzos invertidos en la obtención, podrán ser explotados comercialmente en forma preferencial, al amparo de los derechos de propiedad intelectual reconocidos por la ley.

ANTECEDENTES GENERALES

Como criterio general, la definición de sujetos patentables hace una clara diferencia entre invenciones y descubrimientos, estableciendo que sólo las primeras pueden ser patentadas. El sistema de patentes se desarrolló para proteger invenciones técnicas, vale decir inventos que puedan ser manufacturados por el hombre, no así descubrimientos. De acuerdo con tal criterio, las plantas y en general los organismos vivos, no son invenciones y por lo mismo no son sujetos patentables.

A pesar de lo anterior, las normativas legales existentes en cada país son variables, situación que dificulta la postulación de una norma general única. En Estados Unidos, por ejemplo, no existen impedimentos para patentar plantas, independientemente de la forma en que éstas se produzcan. Por su parte, en Europa, una antigua ley de patentes consideraba esta forma de protección sólo para aquellas variedades propagables en forma vegetativa. Por lo mismo, en 1961 se adoptó el Convenio de Derechos de Variedades Vegetales que permitía a los mejoradores controlar el acceso al material sexualmente propagable de aquellas nuevas variedades vegetales que cumplieren los requisitos de ser distintas, homogéneas y estables,

resultando apropiada para proteger nuevas variedades obtenidas mediante métodos de mejora tradicional (hibridación, selección y cruza).

Al irrumpir la biotecnología moderna, se pudo apreciar que el Convenio de Derechos de Variedades Vegetales no permitía a los mejoradores proteger adecuadamente los nuevos tipos de invenciones, especialmente las plantas transgénicas. Esta situación condujo a demandas para fortalecer los derechos de variedades vegetales y a revisar sus relaciones con el sistema de patentes.

En tal sentido, el Convenio Europeo de Patentes (CEP), que se aprobó en 1973 y entró en vigor en 1977, establecía en su artículo 53.b, que las patentes no se podían conceder a las variedades vegetales. Sin embargo, cuando se redactó tal Convenio las variedades sólo se podían generar por medio de mejora clásica y no consideraba la posibilidad de plantas modificadas genéticamente. En consecuencia, la Directiva Europea 98/44/CE sobre biopatentes, en su artículo 4.2 estableció que: Son patentables las invenciones que tengan por objeto vegetales y animales, si la viabilidad técnica de la invención no se limita a una variedad vegetal o a una raza animal determinada. En principio, el efecto de este artículo es que permite un nivel de protección a condición de que la innovación se pueda aplicar por encima del nivel taxonómico de variedad o raza, lo que evidentemente es una ampliación notable de derechos. Por otra parte, pretende incentivar a las autoridades del CEP a revisar su propia jurisprudencia, y a aceptar las solicitudes de patentes para organismos transgénicos.

En general la protección de los derechos de propiedad intelectual (DPI) sobre las plantas ha discurrido en buena parte por una senda distinta a la de las patentes clásicas, lo que ha originado en la nueva era biotecnológica algunos problemas de interpretación, armonización de normativas e incluso oposición con los derechos de patentes.

Los principales organismos internacionales relacionados con los derechos de propiedad intelectual son la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) y la OMC (Organización Mundial de Comercio), a través del ADPIC (Acuerdo sobre los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados al Comercio). En el ámbito de la propiedad intelectual en vegetales, el referente fundamental lo constituye la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Nuevas Variedades de Plantas), organización intergubernamental con sede en Suiza, cuyo objetivo es la protección de nuevas variedades de plantas por medio de derechos de propiedad intelectual concedidos a sus obtentores.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI)

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) es un organismo especializado del sistema de organizaciones de las Naciones Unidas. Su objetivo es desarrollar un sistema de PI internacional, que sea equilibrado, accesible y que recompense la creatividad, estimule la innovación y contribuya al desarrollo económico, salvaguardando a su vez el interés público.

Se estableció en 1967 en virtud del Convenio de la OMPI, con el mandato de los estados miembros de fomentar la protección de la propiedad intelectual en todo el mundo mediante la

cooperación de los estados y la colaboración con otras organizaciones internacionales. Su sede se encuentra en Ginebra (Suiza). Actualmente está integrada por 184 países, entre ellos Chile.

La OMPI es responsable de fomentar entre sus estados miembros el desarrollo y la armonización progresivos de la legislación, normas y procedimientos relativos a la propiedad intelectual. Ello incluye un mayor desarrollo de la legislación internacional y los tratados sobre patentes, marcas, diseños industriales, indicaciones geográficas, derecho de autor y derechos conexos. También trabaja conjuntamente con los estados miembros para estudiar asuntos relacionados con los conocimientos tradicionales, el folclore y los recursos genéticos.

Acuerdo sobre los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC)

Corresponde al anexo C del Acuerdo de Marrakesh de la Organización Mundial de Comercio (OMC). Son parte del ADPIC todas las naciones miembros de la OMC, entre ellas Chile, que lo reflejó en el Decreto N° 16 de 1995, del Ministerio de Relaciones Exteriores (Díaz, 2002).

Establece que los derechos de propiedad intelectual deben propender a la promoción de la innovación tecnológica y a la transferencia y difusión de la tecnología en beneficio de los productores y de los usuarios del conocimiento tecnológico, de modo que favorezcan el bienestar social y económico y el equilibrio de derechos y obligaciones de titulares y usuarios.

El ADPIC establece estándares obligatorios para la propiedad intelectual, vincula la propiedad intelectual con el comercio internacional, establece la utilización obligatoria de mecanismos de solución de diferencias de la OMC, en caso de incumplimiento de las normas de propiedad intelectual y permite sancionar a los países que no cumplan con dichas normas.

La Parte II del Acuerdo, sobre normas relativas a la existencia, alcance y ejercicio de los derechos de propiedad intelectual, señala en su artículo 27.3.b que las plantas y los animales pueden ser excluidos del sistema de patentes, pero que los países miembros otorgarán protección a todas las obtenciones vegetales mediante una de tres alternativas: (1) Patentes; (2) Algún sistema "*sui generis*" (Normas UPOV, sistema de registro, etc); ó (3) Una combinación de los anteriores (patentes y sistema *sui generis*). También señala que los países deberán adoptar los procedimientos judiciales que garanticen la protección efectiva y eficaz de la propiedad intelectual (Santander, 2004).

Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV)

Los derechos sobre obtenciones vegetales consisten en la protección de las nuevas variedades obtenidas mediante métodos de mejora. La misión de la UPOV es proporcionar y fomentar un sistema eficaz para la protección de estas nuevas variedades vegetales.

Los estándares de la UPOV se han modificado a lo largo de los años, prevaleciendo en la actualidad dos actas en materia de protección de variedades vegetales. El acta de 1978, que



fue suscrita por Chile en el año 1996 y el acta de 1991, que debe ser suscrita por Chile, como consecuencia del compromiso adquirido al firmar el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos.

El acta UPOV de 1991 busca afianzar los derechos de los obtentores vegetales, de modo que en ciertos casos constituye una buena alternativa a la concesión de patentes. Las mejoras incluyen la protección potencial de todos los géneros y especies de plantas, y la ampliación del alcance de los derechos de los obtentores respecto del material a propagar de la variedad protegida: Multiplicación, venta y comercialización, exportación, importación, etc.

El nuevo sistema UPOV, al igual que la Directiva Europea 98/44/CE, permite la concesión simultánea de derechos de obtentores y derechos de patente a una misma innovación. Lo anterior faculta la conformación de un sistema de licencias cruzadas entre detentadores de patentes y obtentores vegetales: Los obtentores pueden solicitar una licencia obligatoria para la explotación no exclusiva de una invención previamente protegida por patente (art. 12.1) y los solicitantes de patentes pueden pedir una licencia obligatoria para la explotación no exclusiva de la variedad vegetal protegida que ellos necesitan para lograr la explotación (art. 12.2). La lógica de este sistema es asegurar el interés público, de modo que las innovaciones que tengan claras ventajas agrícolas o ambientales puedan llegar al mercado lo más rápidamente posible.

Con objeto de permitir que el mejorador controle el uso de su variedad cuando ésta sufre mutaciones aleatorias, o se puedan lograr variantes ligeramente distintas, el Acta UPOV de 1991 incorpora el concepto de "variedades esencialmente derivadas". Se definen como tales, aquellas variedades que: "Están predominantemente derivadas de la variedad inicial, o de una variedad que a su vez está predominantemente derivada de la inicial, aunque retiene la expresión de las características esenciales derivadas del genotipo o combinación de genotipos de la variedad inicial".

Las variedades esencialmente derivadas quedan dentro del ámbito del derecho del mejorador original, y pueden consistir en plantas obtenidas por selección de un mutante natural o inducido, o de una variante somaclonal, por retrocruce o por transformación genética, siempre que aunque se puedan distinguir de la original por el acto de derivación, mantengan los rasgos de la original. De esta manera se protegen los derechos de los obtentores, ante la posibilidad de que un tercero introdujese un cambio menor o "cosmético" sobre una variedad protegida sin pagar por ella.

En cuanto al privilegio del agricultor, entendido como la facultad de éste para utilizar parte de la cosecha de una variedad protegida para utilizarla con fines de reproducción o multiplicación para iniciar un nuevo cultivo, este principio se encuentra implícito en el Acta de 1978. Sin embargo, el Acta de 1991 le confiere un carácter de optativo, dentro de límites razonables que salvaguarden los intereses legítimos del obtentor, liberando a los países miembros de regularlo específicamente en función del desarrollo de la agricultura y de las diferentes situaciones sociales y económicas propias del país (Lavignolle, 2004).

En cuanto a la denominada "Protección Provisional", el Acta UPOV de 1978 la considera optativa, mientras que la de 1991 la hace obligatoria. Tal protección corresponde a la que se

le brinda a una variedad vegetal durante el período comprendido entre la presentación de la solicitud de derechos de PI y el momento en que éstos efectivamente se conceden.

NORMATIVAS CHILENAS

En forma amplia, la propiedad intelectual se define como los derechos otorgados a una persona sobre las creaciones de su mente. De acuerdo con Paiva (2000; 2004), existen dos grandes clasificaciones de estos derechos. Uno es el Derecho de Autor, contenido en la Ley N° 17.336, que en su artículo 1° señala que por el sólo hecho de su creación, los autores de obras de la inteligencia adquieren sus derechos y los derechos conexos que ella determina. El Derecho de Autor comprende los libros, software y, en general, las creaciones artísticas. El otro corresponde a los Privilegios Industriales y Protección de Derechos de Propiedad Industrial contenida en la Ley N° 19.039, que comprende las marcas comerciales, patentes de invención, modelos de utilidad, diseños industriales y otros títulos de protección. La forma de propiedad industrial más relevante es la patente.

La patente es una concesión otorgada por los poderes públicos al inventor de un producto o procedimiento, por la que éste adquiere el derecho civil durante un tiempo limitado de excluir a otros de explotar (hacer, usar o vender) lo que se proclama en dicha patente. Como contrapartida, el propietario está obligado a revelar los detalles de su invento, de forma que cualquier experto en la materia sea capaz de obtener los mismos resultados. La idea subyacente es compensar el esfuerzo y dinero invertidos por el inventor, al otorgarle un período durante el cual posee la exclusividad para producir y comercializar el producto, estimulando al mismo tiempo el avance de la innovación científica y tecnológica, que beneficia a toda la sociedad.

En su artículo N° 37, letra b, la Ley 19.039 señala expresamente que las variedades vegetales y las razas animales no se consideran invenciones y quedan excluidos de la protección por patentes.

Pese a no poder concederse patentes sobre las variedades vegetales, en Chile existe un sistema alternativo de protección, regulado por la Ley N° 19.342 que dispone la inscripción de la variedad en un registro especial administrado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). La referida Ley protege y concede al obtentor de una variedad vegetal nueva, distinta, uniforme y estable, el derecho de someter a su exclusiva autorización una serie de actividades que pudieran realizar terceros.

Registro de Variedades Vegetales Protegidas (Ley 19.342)

El objetivo de tal registro es constituir y proteger el derecho de propiedad o dominio de los creadores de nuevas variedades vegetales. Una nueva variedad corresponde a un conjunto de plantas que pueden distinguirse de otras al menos por un carácter y que pueden considerarse como una unidad por su aptitud para propagarse sin alteración. Para que una variedad pueda registrarse como variedad protegida debe cumplir con ser distinta, homogénea y estable.



El Derecho del obtentor es un sistema de protección especialmente adaptado a plantas, ya que las patentes de utilidad no se ajustan en plenitud a las variedades vegetales. Esta forma de protección fomenta el desarrollo de nuevas plantas y semillas y su disponibilidad para el público, otorgando cobertura a quienes las desarrollan y promoviendo el progreso de la agricultura en beneficio público (Silva, 2004).

La normativa del Registro de Propiedad de Variedades o Cultivares se estableció originalmente en los artículos 7° a 13° del título II del Decreto Ley N° 1.764 de 1977 (Ley General de Semillas). En 1994, dicho título se modifica con el propósito de homologar la legislación chilena con la normativa internacional, permitiendo la adhesión de Chile al Acta UPOV de 1978 (Messina, 2000). Los artículos 7° al 13° del título II del DL. 1.764 fueron derogados y establecidos con mayor detalle en la ley N° 19.342 de 1994, la cual transforma el Registro de Propiedad de Variedades o Cultivares en el Registro de Variedades Protegidas, actualmente vigente y para el cual desde enero de 2009, existe en el Congreso un nuevo Proyecto de Ley que lo modifica y actualiza a los estándares de UPOV 1991.

En lo esencial, las normas legales mencionadas establecen que los obtentores o quienes desarrollen una variedad vegetal, pueden adquirir el derecho de propiedad intelectual sobre ella, el cual se constituye, a través de su inscripción en el Registro de Variedades Protegidas de un extracto del acuerdo del Comité Calificador que ordenó la inscripción; y el otorgamiento del título correspondiente, el que debe contener una descripción objetiva de la variedad (Artículo 4, Ley N° 19.432). Este Registro de Variedades Protegidas es administrado por el Departamento de Semillas del Servicio Agrícola y Ganadero.

El derecho del obtentor se puede ejercer sobre todos los géneros y especies botánicas y se aplica, en general, sobre la planta completa, comprendiendo todo tipo de flores, frutos o semillas y cualquier parte de la misma que pueda ser utilizada como material de multiplicación. Específicamente, como lo detalla el Artículo 3 de la Ley N° 19.342, el obtentor de la nueva variedad vegetal adquiere el derecho de someter a su exclusiva autorización los siguientes actos:-

- La producción del material de multiplicación de dicha variedad.
- La venta, la oferta o exposición a la venta de ese material.
- La comercialización, la importación o exportación del mismo.
- El empleo repetido de la nueva variedad para la producción comercial de otra variedad.

El periodo de protección establecido actualmente por la Ley es equivalente al detallado en la normativa UPOV de 1978. Corresponde a 18 años para árboles y vides y a 15 años para las especies restantes, pero está en estudio su ampliación para homologarlos a los establecido en Acta UPOV de 1991 (25 y 20 años, respectivamente). Transcurridos estos periodos las variedades pasan a ser de dominio público.

Se exceptúa el uso de la variedad protegida para emplearla en la creación de una nueva variedad. No incluye el uso permanente de la variedad protegida, para la producción de la nueva. (Messina, 2000). Igualmente, se exceptúa la utilización que haga el agricultor en su propia explotación de la cosecha obtenida, del material de reproducción debidamente adquirido

(privilegio del agricultor).

Entre los aspectos que merecen ser destacados, por respaldar las acciones tendientes a registrar el material genético y conceder licencias para su uso, se encuentra el Artículo 6 de la Ley N° 19.432, el cual establece que:

- El derecho del obtentor es comerciable, transferible y transmisible y el heredero o cesionario podrá usar, gozar y disponer de él por el plazo que le falte a su antecesor, en la misma forma y condiciones que éste.
- El titular del derecho podrá otorgar las licencias que estime conveniente para la utilización por terceros de la variedad protegida.

También resulta destacable que la normativa vigente establece severas sanciones para quienes contravengan o desconozcan el derecho de propiedad intelectual del obtentor sobre la variedad registrada. Al respecto, en su Artículo 44, la Ley, establece que serán castigados con presidio y multa de 5 a 50 Unidades Tributarias Mensuales, sin perjuicio del comiso de las especies que se encuentren en su poder, al que:

- Con conocimiento de que se trata de una variedad protegida, la multiplique y ejecute cualquier acto tendiente a comercializarla como material de reproducción, sin el consentimiento del titular del derecho del obtentor. O al que sin el consentimiento del titular del derecho del obtentor, utilice en forma permanente el material genético de una variedad protegida para producir una nueva.
- Con conocimiento de que se trata de una variedad protegida, la ofrezca, distribuya, importe, exporte, comercialice o la entregue en cualquier forma o título para su empleo como material de reproducción.

Al que reincidiere dentro de los últimos cinco años en alguno de los delitos contemplados en este artículo, se le aplicará la pena de presidio menor en su grado medio y hasta el doble de la multa anteriormente aplicada. El órgano competente para dictaminar las sanciones es la Justicia del Crimen.

Para la obtención de los derechos estipulados en la normativa vigente, el obtentor deberá:

- Presentar una solicitud escrita al Director del Departamento de Semillas del SAG.
- Acompañar antecedentes y documentos que comprueben que la variedad por inscribir cumple con las exigencias que establece esta Ley y que acrediten, además, el origen de la variedad; descripción de las características botánicas, morfológicas y fisiológicas que permitan diferenciarla de cualquier otra variedad notoriamente conocida, mencionando expresamente a aquéllas que sean similares.



-Hacer entrega al Departamento de una muestra representativa de la variedad cuya inscripción se solicita, en las cantidades que determine el Comité Calificador.

-Comprometerse a mantener los ejemplares testigo correspondientes durante todo el plazo de vigencia de la inscripción, indicando la estación experimental o el lugar donde se mantendrán.

-Pagar los costos y tarifas que demande la inscripción, así como los que deriven de la mantención anual de cada variedad.

Además, el obtentor deberá proponer un nombre para la variedad, el que será su designación genérica. En particular, deberá ser diferente de cualquiera denominación que designe una variedad preexistente de la misma especie botánica o de una especie semejante. El nombre deberá ser suficientemente característico, no podrá componerse solamente de cifras; deberá impedir su confusión con el de otras variedades ya reconocidas y no podrá inducir a error acerca de las características de la variedad o de la identidad del obtentor. El nombre de una variedad no podrá registrarse como marca comercial.

PRIMEROS REGISTROS DE VARIEDADES FORESTALES EN CHILE

En el marco de la Ley 19.342, y como consecuencia de la ejecución del proyecto INNOVA 02C8FT-05 "Masificación de genotipos de interés comercial de lenga en la Región de Aysén", el Instituto Forestal identificó y registro 5 clones de lenga como variedades vegetales protegidas. Los clones, denominados "Patagonia 1", "Patagonia 2", hasta "Patagonia 5", corresponden a hijos de árboles rigurosamente seleccionados por presentar características sobresalientes de crecimiento, forma y sanidad. Además del origen selecto de sus madres, los clones registrados evidenciaron los mejores índices de crecimiento en altura entre todos los individuos involucrados en un ensayo de progenies. Por otra parte, conjugan una ventaja adicional, que es la facilidad que exhiben para ser multiplicados mediante técnicas de cultivo *in vitro*, siendo los individuos que exhibieron las tasas de multiplicación más altas y estables de todos los genotipos evaluados en laboratorio.

Las características que exhiben los clones registrados les confieren evidentes ventajas productivas y permiten multiplicarlos *in vitro* con relativa facilidad para masificar su utilización.

Los clones de lenga registrados por INFOR, son las primeras variedades forestales que se incorporan al registro administrado por el SAG. Antes de esta inscripción, el registro se componía de cerca de 400 variedades nacionales y extranjeras, donde la mayoría de ellas correspondía a frutales (52%), seguida de variedades agrícolas (29%) y ornamentales (19%).

Las solicitudes de registro se ingresaron al SAG en mayo del año 2007. Después de su tramitación inicial, los respectivos extractos fueron publicados en el Diario Oficial del día 15 de septiembre del mismo año, bajo los números 744 al 748. Posteriormente, en enero de 2008, el Comité Calificador de Variedades del Servicio Agrícola y Ganadero, al no haberse presentado oposiciones a las solicitudes propuestas, comunicó la aprobación de las mismas y su inscripción en el registro de variedades vegetales protegidas.

Continuando con la tendencia a registrar clones forestales, y como parte de una política institucional en desarrollo en esta materia, INFOR registró recientemente un clon híbrido resultante de la cruce de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus tereticornis* (SAG, 2008). Este combina las características de crecimiento y propiedades pulpables de la primera especie con la resistencia a la sequía de la segunda, lo que lo convierte en un material genético fisiológicamente eficiente en su tolerancia a la sequía para ser plantado en zonas de secano forestal.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

La propiedad intelectual es un incentivo a la innovación, por cuanto potencia los beneficios que ésta genera. Ella establece el marco regulador y el estímulo necesario para que los recursos invertidos en innovación se vean recompensados con la obtención de ventajas frente a los competidores y, en definitiva, mayores retornos económicos.

Al comparar la propiedad intelectual sobre variedades vegetales con otros derechos de propiedad intelectual y patentes se observa que esta es una condición relativamente nueva en el mundo. En efecto, las primeras normativas sobre derechos de marcas, patentes y otros corresponden al Convenio de París y al Convenio de Berna en los años 1883 y 1886, respectivamente; mientras que la primera regulación para la protección de obtenciones vegetales se dictó recién en 1961. Posteriormente se enunciaron los convenios UPOV de 1978 y 1991.

En Chile, la primera regulación contenida en la Ley General de Semillas (DL. N° 1.764) data del año 1977, mientras que los derechos de los obtentores de nuevas variedades vegetales se formalizan recién con la Ley 19.342 de 1994. La adopción de los estándares del Acta UPOV de 1978 se ratifica en 1996 y, actualmente se encuentra en estudio su modificación para adaptarla a los estándares contenidos en el Acta UPOV de 1991.

Si bien esta materia es relativamente nueva, su incidencia en la economía y el comercio mundial resulta relevante, particularmente para países como Chile, en los que una gran proporción de sus exportaciones corresponden a productos silvoagropecuarios. La incidencia de estas regulaciones se ve acentuada por la tendencia mundial de extender los derechos de propiedad intelectual no sólo a las plantas como tales, sino que ampliándola también a todas sus partes y productos, lo que afecta a flores, frutos, semillas y agroindustria en general.

La propiedad intelectual en vegetales es parte relevante del comercio mundial, haciéndose cada vez más importante respetar los derechos de obtentores extranjeros y comprometer esfuerzos para desarrollar variedades nacionales. Efectivamente, en Chile existe creación de variedades nuevas en el área agrícola y ornamental; sin embargo, en el área de frutales se depende fundamentalmente de creaciones extranjeras. En el sector forestal tampoco existen variedades registradas, con excepción de los clones inscritos por el Instituto Forestal.

Se debe destacar que los países desarrollados, los cuales son el destino principal de las exportaciones nacionales, tienen incorporado en su cultura el respeto a la propiedad intelectual. Por lo mismo, Chile debe asegurar que los productos de exportación cumplan a cabalidad estas normas. Sólo de esta forma se puede asegurar el acceso a nuevas variedades de frutas

y nuevos avances en biotecnología, demandados por los consumidores y necesarios para la producción nacional.

Lo expresado precedentemente, sumado a los compromisos establecidos en los acuerdos internacionales suscritos por Chile y a las imposiciones derivadas del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, respecto a ratificar el acta UPOV de 1991, obligan al país a modificar su legislación en cuanto a la propiedad intelectual de obtenciones vegetales y armonizarla con los enunciados de la Ley sobre Privilegios Industriales y Protección de los Derechos de Propiedad Industrial (Ley N° 19.039).

Actualmente, en el Congreso, se discute un Proyecto de Ley que apunta a mejorar y ajustar la legislación nacional en propiedad industrial, adoptando los estándares establecidos en el ADPIC. El Proyecto de Ley modifica el texto del Artículo 37 b que prohíbe expresamente las patentes en plantas por no considerarlos invenciones, incorporando que éstas gozarán de protección en la medida que puedan acogerse al régimen de la Ley N° 19.342 sobre Derechos de Obtentores de Nuevas Variedades Vegetales.

En cuanto a las normativas de la Ley 19.342, si bien ya incluye algunos aspectos considerados en el Acta UPOV de 1991, como por ejemplo la existencia de protección provisional y la expansión de la protección a todas las especies y géneros botánicos, así como a la producción del material de multiplicación, importación y exportación de éste, aún tiene aspectos por resolver. Entre éstos se encuentra el acotar el privilegio del agricultor y promover penas administrativas a los infractores a la Ley, en reemplazo de las actuales penas criminales que en la práctica no se materializan.

Adicionalmente, para cumplir en rigor con lo establecido en el acta UPOV de 1991, la normativa chilena aún debe ampliar el periodo de protección de las variedades vegetales de 15 a 25 años para vides y frutales y de 15 a 20 años para las especies restantes. En el caso de las especies forestales no existe especificación pero se presume que se homologarán a las frutales. Debe extender la protección al material cosechado y establecer el concepto de variedad esencialmente derivada.

En conclusión, en la actualidad existe en el país una normativa tendiente a proteger los derechos de los obtentores vegetales, la que además está siendo perfeccionada para asimilarla a los estándares internacionales.

REFERENCIAS

Decreto Ley N° 1.764, 1977. Ley de Semillas.

Díaz, A., 2002. Aspectos de los derechos de propiedad intelectual relacionados con el comercio en las materias silvoagropecuarias. En: Segundo Seminario Internacional "Aplicación del acuerdo sobre aspectos de los derechos de propiedad intelectual (ADPIC/TRIPS) relacionados con el comercio en materias silvoagropecuarias". Servicio Agrícola Ganadero. Dpto. de Asuntos Internacionales. Santiago, Chile. pp: 211-214.

Lavignolle, R., 2004. La Protección de las Obtenciones Vegetales en el Mundo y el Acta de 1991 del Convenio de la UPOV. Presentación en Primer Seminario de Propiedad Intelectual Vegetal 2004: Protección de Variedades Vegetales, Legislación e Impacto en el Sector Agrícola. SAG-ANPROS. Santiago, Chile. 22 de julio de 2004.

Ley N° 19.342. 1994. Derechos de Obtentores de Nuevas Variedades Vegetales.

Messina, R., 2.000. Visión del Ministerio de Agricultura de la Protección Varietal en Chile. En: Seminario Sobre Necesidad y Ventajas de la Protección de la Propiedad Intelectual de Plantas y Semillas. EXPOAGRO 2000. Santiago, 8 de Septiembre de 2000.

Paiva, G., 2.000. Aspectos Legales Relevantes en los Acuerdos Suscritos por Chile y su Tendencia a Futuro. En: Seminario Sobre Necesidad y Ventajas de la Protección de la Propiedad Intelectual de Plantas y Semillas. EXPOAGRO 2000. Santiago, 8 de Septiembre de 2000.

Paiva, G., 2004. Desafíos para el Fomento de la Protección de Variedades Vegetales en Chile. Presentación en: Primer Seminario de Propiedad Intelectual Vegetal 2004: Protección de Variedades Vegetales, Legislación e Impacto en el Sector Agrícola. SAG-ANPROS. Santiago, Chile. 22 de julio de 2004.

SAG, 2008. Boletín del Registro de Variedades Protegidas. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. División semillas. Año 31 N° 1. Octubre de 2008.

Santander, R., 2004. Implementación en la Legislación Nacional de Acuerdos Internacionales sobre Propiedad Intelectual que Inciden o Incidirán en la Actividad de la Creación de Nuevas Variedades Vegetales. Presentación en: Primer Seminario de Propiedad Intelectual Vegetal 2004: Protección de Variedades Vegetales, Legislación e Impacto en el Sector Agrícola. SAG-ANPROS. Santiago, Chile. 22 de julio de 2004.

Silva, J., 2004. Situación Actual de la Propiedad Intelectual Vegetal en Chile. Presentación en: Primer Seminario de Propiedad Intelectual Vegetal 2004: Protección de Variedades Vegetales, Legislación e Impacto en el Sector Agrícola. SAG-ANPROS. Santiago, Chile. 22 de julio de 2004.



COMENTARIOS SOBRE LOS ASPECTOS LEGALES VINCULADOS AL ARBOLADO URBANO EN PATAGONIA.

Omar Anibal Picco. Universidad Nacional de la Patagonia. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico. Chubut, Argentina. E-mail: opicco@ciefap.org.ar

RESUMEN

Se analiza el marco reglamentario vigente vinculado al arbolado urbano y los espacios verdes en la Patagonia argentina, usando los métodos habituales para estudios de legislación comparada. Partiendo de las normativas de diferente nivel jerárquico de orden nacional, provincial y municipal, se comparan y analizan los elementos conceptuales encontrados en diferentes regiones de la Argentina y otros países tomados como referencia.

En Argentina no existe una ley nacional "marco" para el arbolado público o la silvicultura urbana, algunas provincias poseen leyes propias para su territorio, coincidiendo con las que presentan arbolados más desarrollados; detectándose a nivel provincial de la Patagonia un vacío legal sobre este recurso. El tema ha quedado a cargo de los municipios, en el entendido que las características específicas de cada sitio darán lugar a las reglamentaciones respectivas, acordes a sus realidades. Así ocurre en Patagonia, con las ordenanzas municipales orientadas a regular el arbolado público urbano. La normativa se refiere principalmente al establecimiento y cuidado del arbolado, los parques y jardines públicos, las responsabilidades del estado y los vecinos, la inclusión de profesionales en la organización y administración del servicio municipal.

Se observa que estas normas no cuentan con una política urbanística que las enmarque, o que las relacione con conceptos de silvicultura urbana, vinculados al manejo y planificación anual y plurianual de la red verde, que incluyan aspectos paisajistas, de participación ciudadana o desarrollo de programas educacionales. Debería estar definida con mayor grado de detalle, para encauzar el crecimiento espontáneo y generalmente desordenado que se está dando en las localidades patagónicas, atendiendo a la especial importancia del arbolado en ciudades ubicadas en un clima tan riguroso como el patagónico.

Palabras clave: Legislación forestal, silvicultura urbana, Región Patagonia.

COMMENTARIES ABOUT LEGAL ASPECTS RELATED TO THE URBAN FORESTRY IN PATAGONIA

SUMMARY

The present legislation regarding urban forestry and public green areas in Argentinean Patagonia is analyzed using the habitual methods for studies of compared legislation. Considering different hierarchical national, provincial and municipal rules, the conceptual elements found in different regions of Argentina and other countries are compared and analyzed.

There is not a national law to rule urban forestry in Argentina; some provinces have their own laws for their territories. Precisely, these provinces are the ones with higher development of urban forests. In Patagonia, the lack of legislation on this subject has been detected. Each Municipality is in charge of creating its own rules, considering the particular characteristics of each site. In Patagonia, the existing legislation is of municipal level and regulates public urban forestry. It deals mainly with implantation and care of public trees, gardens and parks, with the responsibility of the state and of the neighbours, and with the inclusion of professional technicians in the organization and administration of the municipal service.

It has been noted that this local legislation lacks any reference to a concrete urban policy which could serve as a general frame, or concepts of "urban forestry" related to management, or annual and plurianual planning of the "green network", which includes aspects related to landscape, to "citizen participation", or the development of "educational programs". These rules should have to be defined with a certain degree of detail, to guide the generally disordered and spontaneous growth of Patagonian cities and towns, considering the importance of this subject in locations having such a severe climate.

Key words: Forest legislation, urban forestry, Patagonian Region.

INTRODUCCIÓN

La cantidad y la calidad de los espacios verdes, de las líneas de árboles, de los parques y de otras unidades vinculadas a los ambientes forestales públicos de una ciudad, son el resultado de la interacción de la decisión política de los gobernantes, los presupuestos asignados, la acción de los técnicos y operarios del área y el marco reglamentario que los regula, así como también de la base jurídica que encuadra a este recurso.

La regulación del arbolado urbano debe contar con normas de diferente nivel jerárquico, que establezcan las medidas necesarias para un manejo planificado, sistemático e integrado, de modo de permitir una gestión efectiva y continua. Generalmente incluidas en las normas "ambientales urbanas", estas regulaciones específicas intentan establecer programas de manejo del arbolado, de plantación paisajística en nuevas construcciones o de preservar las áreas naturales, incluyendo árboles singulares, históricos o monumentales. Estas "leyes verdes" incluyen además medidas para proteger al arbolado, preservar la calidad del aire y el agua, y prevenir de riesgos de desastres naturales a los desarrollos urbanos. Asimismo, proveen espacios naturales, mejoran el carácter visual de los vecindarios e incrementan los valores de las propiedades, contribuyendo a incrementar la calidad de vida de los habitantes (Abbey, 2000).

Estas normativas son de diferentes niveles jerárquicos. Pueden tratarse de leyes de orden nacional o federal, a las que adhieren las jurisdicciones provinciales o estatales, como en el caso de Estados Unidos. En ese país, se promulgó en 1978 una Ley Federal (N° 95-313) sobre la Silvicultura Urbana, que encomienda al Servicio Forestal (USDA Forest Service) la administración de dos programas, referidos uno a la asistencia técnica y otro al estudio e investigación de esta temática. Dichos Programas contemplan la transferencia de recursos a los organismos forestales de los estados, ciudades, comunidades, universidades y ONGs para atender las necesidades a nivel local. (McPherson, 2000). Algunos estados, como Florida, poseen "códigos del paisaje", que agrupan las ordenanzas sobre arbolado y espacios verdes.

La extensión y severidad de esta legislación varía grandemente en distintos países y ciudades, aunque, según Profous y Loeb (1990) las leyes y regulaciones que controlan la conservación y remoción de los árboles y de otra vegetación en las ciudades se ha convertido en un lugar común y pueden tener un fuerte efecto sobre los paisajes urbanos, a través del mundo.

OBJETIVOS

Analizar el marco reglamentario vinculado al arbolado urbano y los espacios verdes en la Patagonia argentina, comparando el grado de correspondencia de los conceptos técnicos admitidos como válidos o deseables para la región con la legislación vigente.



METODOLOGÍA

Este documento constituye un primer análisis del marco legal vigente en materia de los recursos forestales urbanos, con especial referencia a las provincias de la Patagonia argentina. La metodología de trabajo se basa en la empleada usualmente en los estudios de legislación comparada. Partiendo de las normativas de diferente nivel jerárquico de orden nacional, provincial y municipal, se comparan y analizan los elementos conceptuales encontrados en diferentes regiones de la Argentina y otros países.

Se identificaron dos planos de análisis sobre los que se limita el desarrollo de este trabajo: el marco legal y el técnico, dejándose para otra etapa los aspectos referidos a las estructuras operativas institucionales o los resultados logrados en las diferentes ciudades y jurisdicciones, atribuibles a la normativa vigente.

Se identificó y seleccionó el marco legal (leyes, decretos y ordenanzas) vigentes en las provincias de Patagonia y sus principales ciudades. No se consideró la jurisdicción de Parques Nacionales.

Se analizó para los conceptos técnicos sustantivos el material legislativo para detectar carencias, contradicciones y aciertos.

Se elaboró el diagnóstico con los comentarios críticos de cada caso.

ANTECEDENTES

Niveles Jerárquicos de las Normativas Referidas a Espacios Verdes o Arbolado Público.

Nivel Estatal Nacional

De acuerdo con la distribución de competencias del Estado, en Argentina, la potestad sobre los recursos naturales está en manos de las provincias (Art. 124 de la Constitución Nacional de 1994: "...corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio..."). En el Art. 41, también establece el derecho de los habitantes de la Nación a "... un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano..." y fija la obligación al estado nacional de sancionar "...las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección y a las provincias aquellas necesarias para complementarlas...", cuyo alcance debería llegar a fijar los requisitos para cumplir en los núcleos urbanos.

Nivel Provincial

Cada provincia puede desarrollar su propia legislación sobre el arbolado público, y otros aspectos vinculados a la urbanística y al ambiente de las ciudades. Este nivel puede establecer los marcos generales que las localidades o espacios bajo jurisdicción provincial deberían seguir en sus planeamientos; reservándose lo vinculado a la ordenación territorial, pero sin inmiscuirse en la competencia municipal de la planificación de su territorio. Esta legislación provincial debería definir los porcentajes de superficie que habrán de destinarse a zonas verdes, espacios

libres, parques, arbolado en alineación, etc., tanto en el suelo urbano como en el urbanizable, constituyendo el sistema general de espacios libres, considerando las particularidades de las eco-regiones o ambientes naturales que puede ofrecer el territorio. También tendría que dar las pautas sobre el contenido mínimo de los planes municipales, y con ello, el marco de acción de la política urbanística municipal. Sintetizando, deberían brindar los datos claves para establecer los patrones por los que se debe regir el urbanismo de las localidades de la provincia.

Otro aspecto a considerar en el nivel provincial, es la gestión del arbolado público en espacios de jurisdicción provincial, como rutas, aeropuertos y otras obras de infraestructura.

Nivel Municipal

Las ciudades pueden establecer sus propias condiciones para el desarrollo del arbolado y de los espacios verdes. El arbolado urbano debe incluirse en el planeamiento urbanístico municipal, en el que pueden identificarse cuatro niveles:

Planeamiento General. Define para la totalidad del territorio municipal, la zonificación con los usos del suelo y la edificación, la clasificación urbanística de los terrenos y la estructura orgánica territorial, los sistemas generales de comunicación, equipamientos, espacios libres públicos destinados a parques, grandes zonas verdes, áreas públicas de esparcimiento, etc., a través de un instrumento específico.

Planeamiento Detallado. Está integrado por los Planes Especiales para lo ya construido (reformas, etc.), y por los Planes Parciales para los nuevos desarrollos. Los Planes de esta categoría deben delimitar los usos del terreno y las tipologías edilicias, indicando las reservas de terreno para parques y jardines, zonas de servicios, y otros usos públicos, de acuerdo a su ubicación en la zonificación (áreas residenciales, industriales, comerciales, etc.).

Instrumentos de Reglamentación. Son de dos clases: Uno de tipo jurídico, que se relaciona con la distribución de la propiedad, y otro de índole técnico, que define el contenido de los Proyectos de Urbanización, tanto del espacio público como de las parcelas privadas; y de las bases técnicas para la ejecución y gestión de todo lo referente a las áreas verdes y al arbolado en el sistema de espacios públicos de uso común.

Ordenanzas Particulares. Éstas se conciben como complementarias y específicas para los casos particulares y regulan tanto lo ya existente como los nuevos emprendimientos. Las ordenanzas son los elementos normativos de más alto rango del municipio, pudiendo ser muy útiles para organizar diferentes aspectos de la problemática urbana, con la instauración de zonas verdes y arbolado de vías de tránsito. Sin embargo, las dificultades para la ejecución de los municipios suelen limitar la aplicación de las regulaciones.



Condiciones Deseables de la Normativa

El planeamiento municipal debería estar inducido por la normativa provincial a dedicar porcentajes mínimos de superficie a espacios verdes/arbolado en los nuevos desarrollos. Sin embargo, generalmente no se contempla en el marco legal vigente de la mayoría de las provincias argentinas, entre ellas las patagónicas. La legislación provincial debería proponer modelos técnicos básicos de concepción de los espacios verdes y utilización adecuada de los elementos vegetales, riegos, orientaciones, especies indicadas, coberturas, ocupación de suelos, pendientes, etc. Estos modelos deberían ser orientados a las subregiones ecológicas que se pueden identificar en cada provincia, atendiendo a la uniformidad en sus condiciones climáticas, geográficas, así como el enfoque cultural común de su población.

La voluntad política de un municipio se aprecia en la redacción de las normas referidas al planeamiento urbano. Los espacios verdes y el arbolado urbano son elementos claves en la determinación de la imagen de una ciudad. Las ordenanzas municipales son la herramienta que da el respaldo legal a la gestión del verde urbano, definida en detalle por presencia o por ausencia. Desde una ordenanza municipal se puede dotar a una ciudad de mecanismos obligatorios de creación, diseño, ejecución y reglamento técnico para las áreas verdes y el arbolado urbano. Este es el punto de partida, que debe ser acompañado de los recursos necesarios para implementarlos y sobre todo del consenso social para acompañar la acción pública y conservar las obras en el tiempo.

Resulta clave la legislación municipal para la aplicación en el planeamiento urbanístico de una idea de ciudad, que proyecte y defina las acciones sectoriales, con la creación y consolidación de una red de arbolado y espacios verdes útiles y funcionales. El marco legal debe atender específicamente al arbolado urbano, como el elemento biológico de más larga vida y de mayor influencia; y definir una política para la globalidad de la ciudad, sus barrios, sus calles, sus espacios verdes, parques, etc. La redacción de ordenanzas con normativa técnica y protocolos con las condiciones básicas para la intervención privada, que consideren los aspectos de diseño, implantación y atención del arbolado urbano, constituyen el mejor camino para lograr racionalidad y eficiencia en el manejo y conservación del "patrimonio verde" de la ciudad. La sistematización del arbolado, su articulación con las áreas verdes, la concepción de esos espacios, su funcionalidad, debe ser objeto de un esfuerzo de racionalización para el conjunto de la ciudad. El equipo de planeamiento y gestión debe trabajar en línea con las pautas de orientación concretas que debe brindar el marco legal en este sentido, (Iguíñez Agesta, 2001).

En las últimas décadas comenzó a manifestarse a nivel mundial una tendencia a incorporar en la legislación conceptos referidos a planes de forestación o de manejo anuales y plurianuales, que incluyen aspectos paisajísticos, de participación ciudadana, a través de comisiones de vecinos activos, o el desarrollo de programas educacionales. Esta tendencia aún no se manifiesta suficientemente en Argentina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Leyes sobre el Arbolado Urbano

En la Argentina no existe una ley nacional "marco" para el arbolado público o la silvicultura urbana, aunque algunas provincias poseen leyes particulares para su territorio. La Ley Nacional N° 13.273 de *Defensa de la Riqueza Forestal*, considerada la principal norma sobre el recurso forestal del país, contempla brevemente en su clasificación de "bosques permanentes" (Artículo 7) a los que se "...reserven para parques o bosques de uso público...", aclarando que "...el arbolado de los caminos y montes de embellecimiento anexos disfrutarán de este régimen legal...", lo que implica "...que por su destino y constitución de su arboleda deben mantenerse"... Establece que el manejo de estas arboledas se rige por el "Régimen Forestal Especial" (Art. 20 y 21). Este Régimen, común a los "bosques protectores", obliga a "...conservar y repoblar el bosque..., a realizar la posible explotación sujeta a pautas técnicas, ...recabar autorización previa..." para cualquier trabajo que se realice en ellos.

En cuanto al nivel provincial, puede citarse algunos ejemplos de provincias que cuentan con una Ley específica y que a su vez tienen una amplia historia en el tema, con arbolados públicos desarrollados y cultivados en el último siglo, como son los casos de Buenos Aires y Santa Fe, en la Pampa Húmeda, con condiciones ecológicas muy benignas y favorables, o en la región de Cuyo, donde las provincias de Mendoza y San Juan, aunque con clima árido o desértico y con áreas de regadío muy organizadas, muestran arbolados muy cuidados.

La provincia de Buenos Aires, posee una Ley referida al Arbolado Urbano, que determina a cada Municipio como autoridad de Aplicación. (Ley N° 12.276, Decreto N° 725/99). La provincia de Santa Fe tiene vigente la Ley N° 9004/82, referida al "Arbolado Público", incluyendo también el arbolado de rutas y otros espacios fiscales en el territorio provincial, que no resulten considerados bosques sujetos a la Ley N° 13.273 (de Defensa de la Riqueza Forestal). Establece como autoridad de aplicación a la Dirección de Ecología, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, prohibiendo la poda y extracción de ejemplares, salvo con autorización del organismo de aplicación, considerando las sanciones a las infracciones. Adicionalmente, en el Decreto Reglamentario N° 763/82, delega responsabilidades en municipios y organismos públicos, especificando conceptos técnicos y administrativos.

En la provincia de Mendoza la Ley N° 2376 de Arbolado Público, prevé que la autoridad forestal aplique un sistema operativo mediante el cual controla, evalúa y emite las autorizaciones para la poda y la erradicación del bosque público en todo el ámbito de la Provincia, sea este dominio de la Municipalidad, de las Inspecciones de Cauce o de la Dirección Provincial de Vialidad. Es decir, cualquiera sea la potestad sobre el arbolado público, éste no puede intervenir silviculturalmente sin el consentimiento expreso de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, mediante resolución.

La provincia cuyana de San Juan posee la Ley N° 7556, que establece como autoridades de aplicación a la Subsecretaría de Medio Ambiente provincial y a los municipios, en sus respectivas jurisdicciones, otorgando amplias facultades para intervenir en la conservación y protección del arbolado público, con un régimen que sanciona severamente las contravenciones.



Vincula el arbolado a otras leyes provinciales, como la N° 6911, referida a la "Conservación de La Flora y Fauna", que contiene el "Régimen Forestal" aplicable al recurso. Remite a la Ley N° 6571, de "Evaluación de Impacto Ambiental", indicando el procedimiento que se debe seguir cuando algún interesado propone afectar o extraer más de 10 ejemplares arbóreos por proyectos públicos o privados, exigiendo la presentación de un plan de forestación de reposición (Cámara de Diputados de San Juan, 2004).

Ordenanzas Municipales

El tema del Arbolado Público y los Espacios Verdes Urbanos en la Argentina ha quedado en lo particular a cargo de los municipios, en el entendido que las características específicas de cada sitio darán lugar a las reglamentaciones respectivas, acordes a sus realidades particulares. Sin embargo, no son muchos los municipios que se ocuparon en sus aspectos particularizados. Las ciudades argentinas tienen autonomía para dictar sus propias normas, que poseen el rango de "Ordenanzas" y son sancionadas por su poder legislativo - Concejo Deliberante-.

En la actualidad, estas ordenanzas están orientadas principalmente al "arbolado público urbano", y se refieren a la implantación y cuidado del arbolado en alineación, los parques y jardines públicos, las responsabilidades del Estado y de los vecinos, y a la inclusión de profesionales en la organización y administración del servicio municipal específico. También consideran aspectos fitosanitarios, como el tratamiento de plagas y otras prácticas para mantener saludable al arbolado, con actividades generalmente reservadas en forma exclusivas para el servicio municipal. En algunos casos se explicitan los usos admitidos de los espacios verdes, las restricciones y las sanciones a los infractores, capítulo imprescindible para poder aplicar procedimientos de sanción, que incluye penas generalmente monetarias, por los daños o las faltas a la reglamentación.

La responsabilidad de los vecinos se aborda de diversas formas según la localidad, desde la obligación de implantar y mantener el arbolado que corresponde a su porción de vereda, hasta la prohibición de hacer podas u otras acciones que puedan afectarlo, porque todas las tareas culturales son asumidas por el municipio. También se contempla la relación entre vecinos colindantes, fijando una distancia mínima a la medianera para la implantación de especies arbóreas.

Respecto al financiamiento del organismo municipal específico, puede citarse el ejemplo de la ciudad de Rosario, donde se creó el "Fondo Municipal de Forestación", que se constituye con el 0,5% de la Tasa General de Inmuebles y por lo recaudado en concepto de multas por infracciones. Este fondo se destina a la compra de plantas, formación de personal propio y a campañas de difusión públicas (Municipio de Rosario, 1991).

El municipio de Merlo, San Luis, considera ejemplares arbóreos de interés municipal y monumentos biológicos a los pertenecientes a especies nativas que crecen en su territorio, cualquiera sea su edad, prohibiendo su poda o tala (Municipio de Merlo, 1995).

En el ámbito internacional, el Municipio de Madrid, España, establece la obligación de incluir la planificación del diseño de jardinería y arbolado en el diseño de toda obra de urbanización completa o parcial, o de proyectos que afecten o incluyan a la vía pública, con los planos específicos que cumplan con los mínimos establecidos por la "instrucción básica de arbolado y jardinería" (Ayuntamiento de Madrid, 2000). Este concepto de planificación debería incorporarse como norma en todos los municipios patagónicos, en especial para la adaptación de la obra pública surgida de las esferas administrativas de las capitales (provinciales o nacionales).

Situación en Patagonia

Los municipios de Patagonia de mayor tamaño tienen sus propias Ordenanzas que se refieren al arbolado urbano. La ciudad de Neuquén, a través de la Ordenanza N° 4369/89 establece la obligación de los vecinos de arbolado y conservar los espacios destinados a la plantación en las veredas correspondientes a su domicilio.

La ciudad de Trelew (provincia de Chubut), en su Ordenanza N° 4195/92, "Treverde" designa al Municipio, a través de un programa específico, como responsable del mantenimiento, la conservación y el crecimiento del arbolado público. Es a su vez la autoridad de aplicación, y asigna responsabilidades al propio Municipio y a los vecinos, fijando obligaciones y sanciones para los transgresores, en algunos casos muy severas.

Esquel, también en la provincia de Chubut, cuenta con la ordenanza N° 32/94, que establece una reglamentación exhaustiva sobre el uso y la conservación de los espacios verdes en el territorio de la ciudad (Concejo Deliberante de Esquel, 1994). Está organizada en capítulos que contemplan: La declaración de interés y el objeto, definiciones de términos, la autoridad de aplicación, las prohibiciones, los procedimientos, las obligaciones, la normativa técnica de la poda, la extracción, plantación y corte de raíces, finalizando con un régimen sancionatorio.

En Comodoro Rivadavia la Ordenanza N° 6201/96 contempla diferentes aspectos del arbolado público, los trabajos para su conservación y las prohibiciones y sanciones por las faltas, con consideraciones que alcanzan a los "cordones forestales" públicos y privados, que bordean a la ciudad (Municipio de Comodoro Rivadavia, 1996).

Aspectos a Considerar

-Sobre la Propiedad de los Elementos que Integran los Espacios Públicos

Es conveniente que exista una declaración de interés y utilidad pública del Arbolado Urbano. Por ejemplo, la Ley de San Juan ya mencionada expresa: "*Declarase de Interés Público la protección, conservación, implantación y promoción del arbolado público en todo el territorio de la Provincia*". Así, Comodoro Rivadavia, en la ordenanza ya citada declara al Arbolado Público como un Servicio Público en similar jerarquía legal que otros (provisión agua potable, electricidad, etc.), e incluye en él a las plantas, accesorios y equipamientos urbanos que lo complementan (Municipio de Comodoro Rivadavia, 1996).



Así mismo, se debe contar con un instrumento legal que contenga una declaración explícita sobre la propiedad del recurso, como lo es una "ordenanza". Los ejemplares de vegetales (árboles, arbustos, florales, etc.) que crecen en ámbitos públicos, deben ser propiedad del Municipio, independientemente de quien los haya plantado.

En cuanto a los espacios públicos de propiedad fiscal, éstos no han sido valorizados en toda la dimensión de su importancia por el Estado, el cual normalmente considera a la tierra exclusivamente por su valor inmobiliario y sus beneficios inmediatos. Esta valoración no tiene en cuenta los aspectos ambientales, ecológicos, sociales, estéticos, psicológicos, educativos, tradicionales y de identidad, que representan para el interés común. El espacio público ha sido considerado como un espacio vacío, o "tierra de nadie", y como tal, corre el riesgo de usurpación, ocupación e instalación de personas. Por lo tanto, es imprescindible defender la propiedad y el dominio de estos terrenos fiscales para proyectar el diseño, la construcción y el mantenimiento de estos espacios. La construcción de estos sitios públicos significa una inversión de consideración, pero proporcionan un amplio rédito político, aunque los gobiernos no terminan de apreciar los beneficios de su implementación.

-Sobre la Capacidad Técnica

Algunas normativas provinciales, como el referido Decreto 763/82 de Santa Fe, establecen que los municipios de primera categoría deberán contar con el asesoramiento técnico de un profesional en la materia. La Ordenanza citada de Esquel, fija que la Dirección de Espacios Verdes estará a cargo de un Ingeniero Agrónomo, Forestal o con estudios acreditados. De la complejidad de la problemática surge la necesidad de participación profesional en la gestión del arbolado urbano, tanto en los niveles de planificación y dirección, como en la ejecución de labores prácticas por parte de personal capacitado, entrenado, experimentado y autorizado para el trabajo, reservándose esta responsabilidad para la autoridad de aplicación.

-Sobre la Participación

En Francia, la preocupación se centra en lograr una mejor comprensión de las expectativas sociales y de las contribuciones que el bosque hace a la sociedad. Para ello se estima necesario disponer de una mejor organización de la consulta pública, asegurándose que el papel intermediario de los líderes que representan a poblaciones locales sea eficiente. Esta preocupación intenta asegurar para el bosque el financiamiento necesario que nunca ha recibido en Francia (Gamblin, 2002).

En Patagonia pueden darse algunos ejemplos de intervención de la población en la planificación y, en algunos casos, en la creación de ciertas áreas verdes como plazoletas construidas y cuidadas por los vecinos de un barrio, o "el bosque de los niños", implementado en Esquel. La institucionalización, a través de un marco legal, que brinde seguridad jurídica a la participación, puede ser muy útil en Patagonia, como estrategia para combatir los daños provocados por conductas vandálicas de determinados grupos de la población.

Resulta aconsejable que la normativa contemple la conformación de concejos asesores sobre el tema, integrados por representantes de la comunidad, clubes de jardinería, ONG ambientalistas, asociaciones profesionales (colegios de arquitectura, ingeniería agronómica y forestal, etc.), instituciones vinculadas a la arboricultura (Universidades, INTA, CIEFAP) y vecinos interesados. Su actuación estaría orientada a asesorar al organismo municipal competente, en las diferentes instancias de planificación y gestión.

CONCLUSIONES

Las provincias que cuentan con arbolados públicos más desarrollados, concordantemente poseen instrumentos legales que los amparan, como se expone con los ejemplos de Santa Fe y Buenos Aires en el litoral y también Mendoza y San Juan en Cuyo.

En la Patagonia aún no se han dictado leyes de jurisdicción provincial referidas expresamente al arbolado y espacios verdes urbanos, que funcionen como marco de referencia para el cumplimiento de pautas mínimas requeridas a los municipios.

La normativa existente está al nivel de ordenanzas municipales, orientadas generalmente al arbolado público urbano. Se refieren principalmente a la implantación y cuidado del arbolado en alineación, los parques y jardines públicos, las responsabilidades del estado y de los vecinos, la inclusión de profesionales en la organización y administración del servicio municipal de arbolado público y espacios verdes.

Se observa que esta normativa no cuenta con referencias a una política urbanística concreta que la enmarque, o conceptos de silvicultura urbana vinculados al manejo y planificación anual y plurianual de la red verde, que incluyan aspectos paisajistas, de participación ciudadana, o el desarrollo de programas educacionales.

Si bien la normativa no es el único factor que determina la calidad del verde urbano, es el punto de partida para lograr el desarrollo de este componente básico de la trama urbana, factor determinante de la habitabilidad y de la calidad de vida, especialmente en localidades ubicadas en climas tan rigurosos como los de la Patagonia.

Este marco legal debería ser parte integrante de una política urbanística concreta, definida con cierto grado de detalle, que encauce el crecimiento espontáneo, y generalmente desordenado, que se está dando en las localidades patagónicas.



REFERENCIAS

Abbey, B., 2000. Green Laws: The Smart Growth Tool. *Journal of Forestry* 98 (3) Suplemento: 2.

Ayuntamiento de Madrid, 2000. Ficha 10.4 Acondicionamientos: Arbolado y jardinería Instrucción de Vía Pública IVP. Diciembre 2000. 27 pág.

Cámara de Diputados de San Juan, 2004. Ley N° 7556.3.

Concejo Deliberante de Esquel, 1994. Ordenanza NC 32/94. Esquel, Chubut. Mayo de 1994.

Gamblin, B., 2002. La perception de le Forêt. En: Colloque Urban Wood for People. Paris Francia, 25 a 27 Noviembre 2002. www.onf.fr/pro/life/periurb/htm

Iguíñez Agesta, G., 2001. Arbolado Urbano. www.arbol-online.org

McPherson, E.G., 2000. La silvicultura urbana en América del Norte y sus vinculaciones mundiales. FAO-Comisión Forestal para América del Norte. 20ª Reunión, SST. Andrés, Canadá.

Municipio de Rosario, 1991. Ordenanza N° 5118, Digesto Ambiental Rosario. Arbolado Público.

Municipio de Merlo, 1995. Ordenanza N° 602. Arbolado Público.

Municipio de Comodoro Rivadavia, 1996. Ordenanza N° 6201/96. Arbolado Público.

Profous, G. and Loeb, R., 1990. The legal protection of urban trees: A comparative world survey. *Journo Environmental Law* 2(2):179-192.

ANTECEDENTES DEL MERCADO INTERNACIONAL DE PIÑONES DE PINO.

Daniel Soto A., Janina Gysling C., Verónica Loewe M. Ingenieros Forestales Universidad de Chile, Investigadores Instituto Forestal. dsoto@infor.cl; jgysling@infor.cl; vloewe@infor.cl, Sucre 2397, Santiago. Chile.

RESUMEN

El Instituto Forestal está desarrollando trabajos de investigación sobre las posibilidades de cultivo de pino piñonero (*Pinus pinea*) en el país y producción y comercialización de sus frutos. En el presente trabajo se analizan los volúmenes de producción mundial de frutos secos, las características del fruto de diferentes especies del género *Pinus* que producen piñones, los principales mercados externos y el local, los estándares de calidad en los mercados internacionales, los canales de comercialización y los precios.

Se revisa igualmente las zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones de esta especie en el país, principalmente en las Regiones de O'Higgins y Maule, en donde en las áreas de secano interior de condiciones semiáridas, la especie podría representar una interesante oportunidad de innovación y diversificación productiva.

Palabras clave: *Pinus pinea*, mercado, piñones.

SUMMARY

Research programs on the possibilities to cultivate *Pinus pinea* in Chile to produce and market Pine nuts, are being carried out by the Forest Institute. This paper analyses different dry fruits world production volumes, main characteristics of fruits from several *Pinus* species producing nuts, main international markets and the local one, quality standards in the international market, market channels and prices.

Potential areas in the country to establish planted forest with the species are reviewed as well, mainly dry interior zones in the O'Higgins and Maule Regions, where the species could represent an interesting and innovative way for production diversification.

Key words: *Pinus pinea*, market, Pine nuts

INTRODUCCIÓN

La denominación de fruto seco se refiere a una semilla comestible, pobre en agua y rica en aceite o en almidón, la que está encerrada en una cáscara dura. Los frutos secos pueden ser: Oleaginosos; semillas ricas en aceite, entre los que se incluyen las nueces, almendras, avellanas y maní; y Farináceos; semillas que contienen almidón en abundancia, como la castaña, el piñón y otros.



El fruto seco es la semilla de un fruto, y no su parte carnosas, que suele no ser comestible. La mayor parte de los frutos secos proceden de árboles que no pertenecen a la familia de las leguminosas, sin embargo, el maní es la excepción, ya que no crece en un árbol, sino bajo tierra. Por su riqueza en aceite, la semilla de maní no se incluye entre las legumbres, sino entre los frutos secos. Los frutos secos no deben confundirse con la fruta dulce desecada por diversos procedimientos (pasas, ciruelas secas, etc.) pues su parte comestible es el pericarpio (pulpa) y no la semilla.

Cuadro N° 1
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL
DE LOS PRINCIPALES FRUTOS SECOS CON CÁSCARA
(toneladas)

Fruto	Media 1983- 1986	Media 1987- 1990	Media 1991- 1994	Media 1994- 1998	Media 1999- 2002
Almendra <i>Prunus amygdalus</i> Batsch (Sin: <i>Prunus dulcis</i> (Miller)) Fam: <i>Rosaceae</i>	1.040.926	1.251.288	1.298.331	1.292.437	1.558.521
Anacardo <i>Anacardium occidentale</i> L. Fam: <i>Anacardiaceae</i>	541.698	691.100	930.707	1.251.938	1.556.057
Avellana <i>Corylus avellana</i> L. Fam: <i>Corylaceae</i>	470.032	607.297	617.503	682.819	784.730
Nuez <i>Juglans regia</i> L. Fam: <i>Juglandaceae</i>	837.719	884.656	1.001.174	1.103.483	1.249.711
Nuez de Brasil <i>Berholletia excelsa</i> Humb. et Bonpl. Fam: <i>Lecythidaceae</i>	63.149	59.294	55.933	51.033	69.920
Pistacho <i>Pistacia vera</i> L. Fam: <i>Anacardiaceae</i>	192.547	235.025	354.853	420.559	472.794
Macadamia <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden et Betché (cáscara lisa) <i>Macadamia tetraphylla</i> L.A.S. Johnson (cáscara rugosa) Fam: <i>Proteaceae</i>	nd	nd	nd	nd	89.803
Pecana <i>Carya illinoensis</i> (Wang) K. Kosh Fam: <i>Juglandaceae</i>	nd	nd	nd	nd	187.811
Piñón <i>Pinus pinea</i> Linneo Fam: <i>Pinaceae</i>	nd	nd	nd	nd	25.000

nd: información no disponible. Fuente: (Salas-Salvado *et al.*, 2005).

Hasta hace unos años, muchos nutricionistas pensaban que los frutos secos oleaginosos eran nocivos para la salud del corazón y de las arterias, debido a su elevada proporción de grasa. Actualmente, han dejado de ser considerados por la mayor parte de los especialistas como enemigos del corazón, pues diversas investigaciones confirman su acción protectora de las arterias y reductora del nivel de colesterol.

Los frutos secos tienen características en común, como sus propiedades físicas, químicas y nutritivas, así como la recolección, *post* cosecha, procesamiento y comercialización de los productos también tienen muchos aspectos similares. Botánicamente hay algunas especies similares (por ejemplo, nogal y pecano), otras se acercan de acuerdo a sus requerimientos climáticos, por ejemplo el anacardo y el nogal de Brasil requieren climas cálidos, mientras el pistachero y el pino piñonero son de climas mediterráneos. En relación a la tolerancia a la sequía se asemejan el almendro, el pino piñonero y el pistachero, por sus bajos requerimientos, en tanto que anacardo y macadamia producen en suelos más húmedos.

La producción de frutos secos se obtiene principalmente de plantaciones regulares en almendros, avellanos, macadamias, nogales, pecanos y pistacheros; de plantaciones y árboles silvestres en anacardos; y de bosques naturales en nogales de Brasil y piñón europeo.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PIÑONES DEL PINO

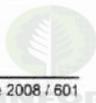
Los piñones constituyen un producto forestal no maderero, cosechados en varias regiones del mundo, en bosques naturales y plantaciones. Su consumo como alimento data de los tiempos de las antiguas Roma y Grecia, y han sido un componente muy importante de la alimentación de diferentes tribus indígenas de América, Siberia y el Lejano Oriente. Actualmente, los piñones continúan siendo cosechados, teniendo un gran reconocimiento como producto *gourmet* en los mercados internacionales.

Aproximadamente 29 especies de pinos producen semillas comestibles, al menos en culturas tribales, pero sólo algunos de ellos son importantes a nivel comercial (Cuadro N° 2).

En el Cuadro N° 3 se indica que los contenidos nutricionales de los piñones de *Pinus pinea* son muy interesantes, puesto que presentan los mayores valores de proteínas, los menores de carbohidratos y un valor bastante bajo de grasas, lo que le confiere grandes ventajas comerciales. Son considerados como productos libres de colesterol puesto que el 93% de su contenido oleico es de grasas no saturadas.

En efecto, los piñones son conocidos, a través del mundo por sus saludables propiedades nutricionales en estado crudo o tostado. Es un ingrediente esencial en múltiples platos de la cocina oriental y mediterránea y, también, es muy utilizado en chocolatería y pastelería.

Los piñones de las distintas especies de pinos difieren en tamaño, contenido nutricional, valor medicinal y gusto, sin embargo, la mayoría de los consumidores no son tan sofisticados como para distinguir entre piñones de diferentes especies y por esto hay que considerar que, en el ámbito comercial, el término "piñones" (en inglés: Pine nuts, pinyon nuts y pignolia,



principalmente)¹ se utiliza para todos los frutos de las especies del género *Pinus*, a menos que se haga expresa mención de la especie.

Por su alto contenido de grasa, sobre el 60%, en algunos países, como por ejemplo Rusia, los piñones también son utilizados para la fabricación de aceite, bajo un proceso de prensado. El aceite resultante participa en el nicho de productos *gourmet* de alto valor o se vende como medicina en botellas o cápsulas. También es usado en cosméticos y productos de belleza, y en la industria de pinturas y barnices. Cabe señalar que como subproducto del proceso de prensado para aceite, se obtiene las hojuelas de piñones que se usan en chocolates, cereales y otros productos para *snacks*.

La característica de los piñones que más se explota a nivel comercial es la elevada concentración de grasas monoinsaturadas, que fomentan un sistema cardiovascular sano. La vitamina D contribuye a la formación de huesos y dientes resistentes, mejorando la habilidad de fijar el calcio; también las vitaminas A y C pueden mejorar la visión y robustecer el sistema inmunitario.

Las principales especies productoras de piñones con importancia comercial mundial son 1) *Pinus pinea* (piñón europeo, Italian Stone Pine); 2) *Pinus sibirica* (pino de Siberia); 3) *Pinus koraiensis* (pino de Corea); 4) *Pinus gerardiana* (Chilgoza Pine) y 5) *Pinus monophylla* (piñón de aguja sencilla), *Pinus edulis* (piñón del Colorado) y otras especies de piñones (Sharashkin y Gold, 2004).

Existen distinciones entre los piñones producidos en diferentes áreas geográficas. El piñón de Europa se denomina "pignolia", un término que se refiere al piñón del pino piñonero (*Pinus pinea*) que crece en España, Portugal, Italia y Norte de África. Los piñones de una especie diferente corresponden a los "pinyon", nombre derivado de la palabra española y que se produce en el oeste de EEUU; estos piñones vienen principalmente del pino piñonero del Colorado, un pino de dos acículas que crece en forma silvestre en los estados de Colorado, Nuevo México, Arizona, y Utah.

¹ Piniennuffs (alemán), pinnoli (italiano), pinhão (portugués), pignólia (griego), song guo (chino).

Cuadro N°2
ESPECIES DE PINOS CON PIÑONES COMESTIBLES
(FAO, 2005)

Especies	Rango de distribución natural	Importancia económica
Pinos Haploxyton (blandos)		
<i>P. ayacahuite</i>	México, Central América	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. albicaulis</i>	Oeste de Canadá y EEUU	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. cembra</i>	Europa (Alpes y los Cárpatos)	Localmente importante. Piñones de bajo valor..
<i>P. flexilis</i>	Oeste de Canadá y EEUU	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. gerardiana</i>	Afganistán, Pakistán, India	Importante en el comercio internacional.
<i>P. koraiensis</i>	China, Japón, Corea, Liberia	Importante en el comercio internacional.
<i>P. lambertiana</i>	Oeste de EEUU (California, Oregón)	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. monticola</i>	EEUU y zonas limítrofes de Canadá	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. pumila</i>	Siberia, China, Corea, Japón	Valor económico intermedio, buena cosecha pero piñones pequeños.
<i>P. sibirica</i>	Rusia (Siberia Central), Mongolia	Alto valor económico del piñón. También es cultivada para madera.
Pinos piñoneros	Varias especies en México y EEUU	
Pinos Diploxyton (duros)		
<i>P. coulteri</i>	EEUU (California)	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. pinea</i>	Europa Mediterránea y cercano oriente	Importante en el comercio internacional.
<i>P. ponderosa</i>	Oeste de Canadá y EEUU	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. sabiniana</i>	EEUU (California)	Alimento tradicional para tribus indígenas.
<i>P. roxburghii</i>	India	Fuente de alimento tradicional.
<i>P. torreyana</i>	EEUU (California)	Alimento tradicional para tribus indígenas.

(Fuente: FAO, 1995).

Cuadro N° 3
VALOR NUTRICIONAL DE DISTINTOS PIÑONES Y DE OTROS FRUTOS SECOS
COMERCIALIZADOS
(FAO, 2005)

Tipo de Nuez	Proteínas (%)	Grasas (%)	Carbohidratos (%)
<i>Pinus edulis</i>	14	62-71	18
<i>Pinus monophylla</i>	10	23	54
<i>Pinus cembroides</i>	19	60	14
<i>Pinus quadrifolia</i>	11	37	44
<i>Pinus sabiniana</i>	30	60	9
<i>Pinus strobiformis</i>	28	52	7
<i>Pinus pinea</i>	34	48	7
<i>Pinus sibirica</i>	19	51-75	12
<i>Pinus gerardiana</i>	14	51	23
Pecano (<i>Carya illinoensis</i>)	10	73	11
Maní (<i>Arachis hypogaea</i>)	26	39	24
Nuez común (<i>Juglans regia</i>)	15	68	12

También existen diferentes variedades de pinos piñoneros que crecen en Rusia, Corea, Japón y China. En EEUU el término "piñón" puede referirse al piñón europeo, al piñón norteamericano o al chino, que también se produce en Corea y que corresponde a la especie *Pinus koraiensis*. En Pakistán y la India se cosechan piñones del *Pinus gerardiana*, bien conocido por sus semillas comestibles y localmente se le comercializa como "chilgoza". En la India, constituye uno de los más importantes cultivos de las tribus residentes en el distrito de Kinnaur.

A pesar de que el piñón europeo puede ser comido directamente, crudo o tostado, se caracteriza por ser el único usado en gastronomía; en Europa se usa asociado a carnes, pescados y aves, y en múltiples salsas.

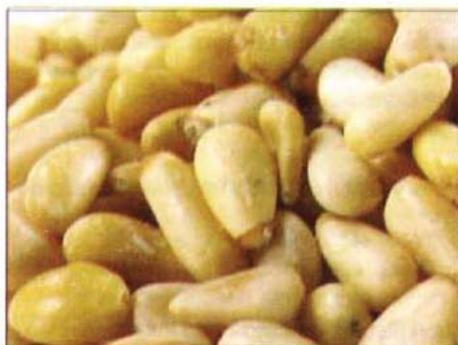


Figura N° 1
PIÑONES DEL PINO PIÑONERO
EUROPEO

(Fuente: <http://www.nutsonline.com/nuts/pinenuts/pine.htm>).



Figura N° 2
PIÑONES DEL PINO PIÑONERO
EUROPEO EN DIFERENTES
ETAPAS

(Fuente: Wikipedia, 2008).

El árbol del piñón norteamericano tiene inferiores características que el europeo, que posee una mejor madera, alcanza mayor tamaño y crece más rápido. Las plantaciones de pino piñonero europeo que se han establecido en la zona del Mediterráneo se mantienen bien desarrolladas, mientras que el piñón americano ha tenido escasa atención y prácticamente no ha sido cultivado. En relación a la semilla, es más frecuente encontrar el piñón chino en el mercado de EEUU, debido a su mayor disponibilidad y a su precio más accesible. Los piñones chinos y europeos se comercializan pelados, ya listos para su uso.

ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EL COMERCIO INTERNACIONAL DE PIÑONES DE PINO EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa definió en 1993 un estándar de control de calidad para el piñón de pino, tanto para el comercio intra como extra europeo. Este estándar opera a nivel de recomendación a los países de esta Comisión, la cual insta a sus miembros a utilizarlo como línea de base para facilitar el acceso a los mercados por parte de los diversos actores, al mismo tiempo que protege los intereses de los consumidores. Sin embargo, en el marco de la normativa vigente en la Unión Europea, no existe un reglamento específico que regule el comercio del piñón del pino en este mercado.

En el documento de la Comisión se define la aplicación de un estándar a las semillas del género *Pinus spp.*, en especial a los piñones de la especie *Pinus pinea* L. y al piñón chino (*Pinus koraiensis*), en las cuales el endocarpio (cáscara) y el tegumento (piel) han sido removidos. El estándar se aplica a los piñones tanto de consumo directo como para los destinados a procesamiento industrial.

Por su parte, en Estados Unidos, de acuerdo con el Servicio de Comercialización Agrícola, del Departamento de Agricultura, organismo encargado de emitir estándares y órdenes

de comercialización para diversos productos agrícolas, no existe formalmente un estándar de calidad específico para los piñones del pino, sin perjuicio que se deba recurrir al estándar de la Comisión para efectos de regular el comercio de este producto. Esto último se debe a que Estados Unidos es un miembro permanente de esta Comisión y todas las normativas que de ella emanen deben aplicarse a sus países integrantes.

Estándar CEEUN² DF-12 Concerniente al Comercio y Control de Calidad de Piñones de Pino Descascarados y sin Piel

-Requerimientos Acerca de la Calidad

El propósito del estándar es definir los requerimientos de calidad de los piñones en la etapa de exportación posterior a su preparación y embalaje. Para ello se ha establecido los requerimientos mínimos que deben cumplir todos los tipos de piñones y el contenido de humedad.

a. Requerimientos mínimos

Aplicable a todos los piñones, los que deben ser:

Enteros.

Sanos: Se excluyen aquellos afectados por pudrición o defectos que los hacen no aptos para el consumo.

Suficientemente desarrollados: Sin indicios de germinación.

Limpios, cepillados, lavados: Prácticamente libres de sustancias extrañas, incluyendo partes de piel de la semilla y de cáscara.

Libre de insectos vivos o ácaros en cualquiera de sus etapas de desarrollo.

Libre de daño visible por insectos, ácaros u otros parásitos.

Libre de moho.

Libre de fermentación y ranciedad.

Libre de humedad externa anormal.

Libre de olores y sabores anormales.

Sobre el contenido de humedad:

Los piñones no deben contener más de 6% de contenido de humedad, siendo éste determinado por métodos que se detallan en el anexo del estándar.

b. Clasificación

Clase Extra. Los piñones deben ser de calidad superior, ser característicos de las especies o tipos comerciales y ser de color uniforme. Deben estar prácticamente libres de defectos y manchas, con excepción de defectos superficiales muy leves, tales que no afecten la apariencia general del producto, su calidad o su conservación en el envase.

² CEEUN: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa.

Clase I. Los piñones deben ser de buena calidad y característicos de las especies y/o tipos comerciales. Pueden tener los siguientes defectos en forma leve: En la forma, en su desarrollo y en la coloración.

Clase II. Esta clase incluye los piñones que no clasifican en las clases anteriores, pero que satisfacen los requerimientos mínimos expresados anteriormente.

-Requerimientos Acerca del Tamaño

Los piñones no requieren ser clasificados por tamaño en ninguna de las clases, sin embargo, ellos pueden presentarse graduados por tamaño en base al mayor diámetro transversal, expresados en milímetros o fracción de milímetros.

-Requerimientos Acerca de las Tolerancias

a. Tolerancias en Calidad

Se permitirán tolerancias en la calidad cuando no se cumpla con los requerimientos de calidad de la clase especificada.

Cuadro N° 4
TOLERANCIAS SOBRE DEFECTOS PERMITIDOS PARA EL COMERCIO EUROPEO DE PIÑONES

Defectos permitidos	Porcentaje del peso (%)		
	Extra	Clase I	Clase II
Tolerancia total.	5	10	15
Defectos específicos.	-	-	-
Piñones excesivamente secados o poco desarrollados.	1	3	5
Piñones en etapa de germinación.	1	2	4
Piñones fermentados o rancios.	0,2	0,5	1
Piñones podridos o mohosos ³ .	0,2	0,4	0,8
Piñones dañados por insectos ³ .	0,2	0,4	0,8
Piñones aplastados, quebrados o trozados.	3	6	10
Piñones con defectos superficiales o trazas de tegumento.	2	4	6
Materiales vegetales extraños (cáscara, piel, polvo, etc.).	0,2	0,3	0,5

³ Alemania y Suiza no aceptan tolerancias para el producto afectado por moho o pudrición, o la presencia de insectos vivos o muertos.



b. Tolerancias en el tamaño

Si los piñones son presentados por grados de tamaño, se acepta hasta un 20% de piñones fuera del tamaño señalado.

- Requerimientos Acerca de la Presentación

Uniformidad: El envase sólo debe contener piñones, del mismo origen y calidad. La parte visible del envase debe ser representativa de su total contenido.

Embalaje: Debe ofrecer entera protección a los piñones.

Presentación: Para todos los casos, los piñones bajo este estándar deben ser envasados en contenedores rígidos, con un peso neto no superior a 25 kg, o en bolsas, con un peso neto no superior a 50 kg.

- Requerimientos Acerca del Marketing

Se debe indicar como mínimo: Identificación del producto, Naturaleza del producto, Origen del producto, Especificación comercial y Marca de la oficina de control (opcional).

- Anexos del Estándar

Los anexos del estándar comprenden las siguientes definiciones:

Anexo I. Determinación del contenido de humedad para producción de nueces⁴ secas.
Método 1. Mediante laboratorio, Método 2. Método rápido.

ANTECEDENTES DEL MERCADO INTERNACIONAL

Estados Unidos

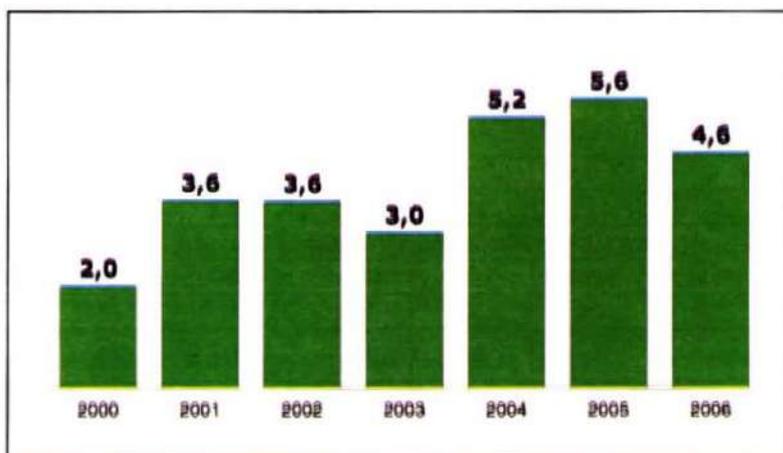
Aunque no se dispone de cifras a nivel mundial como para hacer una comparación por países, la bibliografía destaca la supremacía de EEUU como consumidor e importador de piñones y productos de piñones. En este mercado el término piñón puede referirse al piñón europeo, al asiático o al de otras especies, excepto si se menciona la especie.

De acuerdo a antecedentes de la *International Trade Administration* (ITA) de EEUU, el consumo de piñones en este país representa un mercado de unos US\$ 100 millones, con un importante potencial de crecimiento, si se considera que actualmente está poco desarrollado. Al respecto, los especialistas señalan que una de las limitantes al crecimiento del mercado es el hecho de que los piñones son considerados como un producto especial y se venden sólo, a través de distribuidores especializados, como tiendas de alimentos naturales, de productos

⁴ Nombre genérico para frutos secos. Del inglés "nuts".

étnicos, de productos para la salud y por catálogos, alcanzando altos precios.

Sin embargo, también el crecimiento del mercado está limitado por la oferta de piñones. Considerando un año de buena cosecha, se estima que la producción mundial de piñones puede alcanzar a 20 mil toneladas de piñones. No obstante, esta producción puede variar significativamente de un período a otro. Casi todos los años la oferta local de piñones se termina unos meses antes de que se realice la nueva cosecha, lo que produce precios altos e inelásticos, es decir, aunque luego la oferta aumente significativamente, el precio no baja o la baja es casi imperceptible. Por otra parte, esta situación también refleja que no hay grandes sustitutos para los piñones (Sharashkin y Gold, 2004).



Fuente: Departamento de Comercio de Estados Unidos
HS: 080290.20 Y 080290.25.

Figura N° 3
IMPORTACIONES DE PIÑONES EN ESTADOS UNIDOS
(miles de toneladas)

EEUU suple la falta de oferta local con importaciones, tanto que entre el 80% y el 90% de su consumo proviene del exterior. Durante el año 2006, las importaciones de piñones alcanzaron a US\$ 51,4 millones, equivalentes a un volumen de 4.560 toneladas. De este volumen, el 96% corresponde a piñones secos o frescos pelados, mientras que el restante 4% corresponde a piñones secos o frescos sin pelar.

Cuadro N° 5
IMPORTACIONES DE PIÑONES EN ESTADOS UNIDOS
(toneladas)

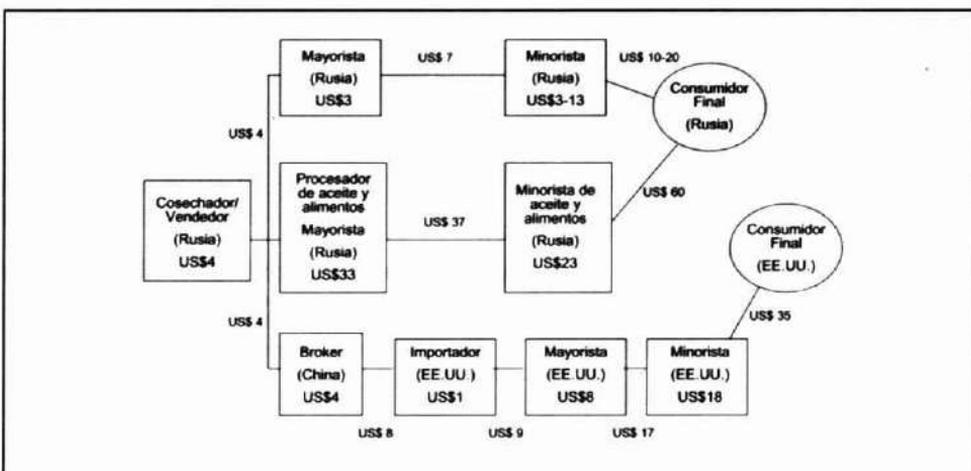
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0802.9020 Piñones, frescos o secos, con cáscara							
China	41	113	16	135	1,051	791	76
Afganistán	0	0	0	0	0	0	86
Turquía	0	0	0	0	18	162	14
Italia	5	0	0	0	0	0	0
Rusia	3	0	0	0	0	0	0
Bolivia	0	0	0	0	0	0	0
Holanda	0	11	0	0	0	0	0
Pakistán	3	1	7	0	3	0	0
España	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal	52	125	23	135	1072	953	176
0802.90.25 Piñones, frescos o secos, sin cáscara							
China	1.617	3.382	3.464	2.734	4.042	4.549	4.251
España	28	46	50	36	39	27	31
Hong Kong	141	15	35	0	11	42	51
Suiza	0	0	0	0	7	0	30
Pakistán	85	36	1	7	11	1	20
Turquía	12	6	30	62	48	26	1
India	0	0	0	0	0	0	0
Italia	1	0	0	0	0	0	0
Canadá	0	0	0	0	1	0	0
Rusia	0	0	3	10	0	0	0
Portugal	25	16	0	0	10	0	0
Reino Unido	0	0	0	0	0	0	0
Holanda	0	0	0	15	0	0	0
Colombia	0	0	0	0	0	0	0
Libano	0	0	0	0	1	0	0
Subtotal	1.909	3.501	3.583	2.864	4.170	4.645	4.384
TOTAL	1.961	3.626	3.606	2.999	5.242	5.598	4.560

(Fuente: Foreign Agricultural Service, US Department of Agriculture)

China es lejos el principal proveedor de piñones al mercado estadounidense, con una participación del 95% en el volumen total importado. Otros proveedores de cierta importancia son Afganistán, España, Hong Kong, Turquía y Pakistán (Cuadro N° 5). Sin embargo, lo notable es que la mayor parte de los piñones son recolectados en los bosques rusos y enviados a China para ser procesados, embalados y exportados hacia EEUU y otros países importadores.

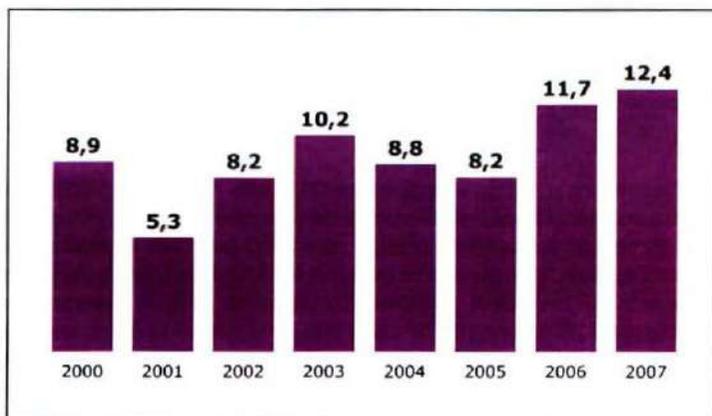
Bajo tal circunstancia, en una perspectiva de futuro hay dos aspectos fundamentales a considerar. Primero, las grandes extensiones de bosques rusos de *Pinus sibirica* y *Pinus koraiensis* están sometidos a una fuerte presión de explotación para la producción de madera, de tal manera que la superficie disponible se está reduciendo rápidamente. Además, de acuerdo a información de la WWF de Rusia, la explotación ilegal de pino de Siberia y pino de Corea alcanza al menos a unos 20 millones de m³ cada año, enviándose la mayoría de esta madera a China y Japón. Segundo, la industria rusa de piñones y sus productos ha crecido notablemente, con una integración vertical que va desde los recolectores y procesadores hasta los mayoristas, con un mercado local creciente que es mucho más atractivo que las exportaciones, con lo cual la disponibilidad de piñones rusos para ser exportados vía China al mercado estadounidense se verá seriamente afectada.

En la Figura N° 4 se puede observar los canales de comercialización más tradicionales para que un kilo de piñones cosechado en Rusia llegue al consumidor final de EEUU. En cada canal se señala la agregación de valor correspondiente, destacándose el hecho de que el consumidor ruso tiene a su alcance un producto a un precio más de dos veces inferior al que debe pagar el consumidor estadounidense. La cadena de agregación de valor muestra que la producción de aceite y de diversos alimentos de piñones también es muy interesante para el mercado ruso.



(Fuente: Sharashkin y Gold, 2004).

Figura N° 4
CANALES DE COMERCIALIZACIÓN PARA PIÑONES IMPORTADOS POR ESTADOS UNIDOS



Fuente: Departamento de Comercio de Estados Unidos
HS: 080290.25

Figura N° 5
PRECIO PROMEDIO DEL PIÑÓN SIN CÁSCARA IMPORTADO EN ESTADOS UNIDOS
(US\$/kilo)

El interesante crecimiento de la demanda por piñones en EEUU y en el mundo en general, lleva a los especialistas de este país a destacar la necesidad de abordar los siguientes temas (Sharashkin y Gold, 2004):

- El replanteamiento de las prácticas de manejo forestal en tierras de bosques de pinos, donde se incorpore explícitamente el valor económico de la producción de piñones.
- La investigación del potencial de producción de piñones a partir de otras especies nativas del género *Pinus*.
- La introducción de especies productoras de piñones, nativas o exóticas, en los programas de plantaciones y en los sistemas agroforestales como árboles multipropósito.

Habría que agregar a lo anterior la posibilidad de importar piñones desde otros orígenes distintos de China, entre los cuales Chile podría alcanzar un desarrollo interesante, por su cercanía geográfica y comercial con el mercado de EEUU.

Europa

En el mercado europeo existe una demanda importante por piñones del pino, en el cual actúan con mayor presencia los dos tipos de frutos que distingue el comercio de este producto: Los piñones chinos y los piñones del pino piñonero. El pino piñonero (*Pinus pinea* Linneo) es una especie típicamente xerófila, propia del clima mediterráneo, especialmente extendida por la geografía española, plantado en formaciones naturales. Según datos de FAO, a nivel mundial abarca un área de 480 mil ha: 75% por ciento en España, 9% en Portugal, 5% en Italia, esto es 89% en Europa, y 9% en Turquía. En España las masas principales se encuentran en la zona centro y norte del país, siendo compleja la estimación de su superficie debido a que con frecuencia se encuentra compartiendo su dominancia, o como especie subordinada, con *Quercus suber*, *Quercus ilex* y *Pinus pinaster*, entre otras especies. En otros casos, forma pequeños bosquetes difícilmente cartografiables o inventariables.



(Fuente: www.adene.es/Portals/8/floralauna/ArbMon/pinocasasreig_p.jpg).

Figura N° 6
ÁRBOL DE *Pinus pinea*



(Fuente: www.arikah.net/commons/en/6/61/Pine_cone_with_nuts.jpg).

Figura N° 7
PIÑA DE *Pinus pinea*

España constituye el mayor productor mundial de piñón, representando aproximadamente el 45% de la producción total de piñones con cáscara, lo que supone unos 9 millones de euros. De las 30.000 t en las que se estima la producción mundial de piñón con cáscara, España, Portugal, Italia y Turquía son responsables de unas 25.000 t anuales. De estos datos se deduce que España tiene una producción aproximada de 15.000 t de piñón con cáscara, lo que supone una producción de 1.000 t anuales de piñón en blanco (sin cáscara). A esto hay que agregar

la producción de piñones en blanco que España genera a partir de las 30.000 t de piñas que importa desde Portugal, sin embargo, esta cifra no se conoce con exactitud (Sigfredo Ortuño, Universidad Politécnica de Madrid, pers. com.).

Según los datos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, entre 1974 y 2000 la producción media anual de piñón con cáscara en España fue de 6.466 t, con un máximo de 10.360 t en 1981 y un mínimo de 3.201 t en 1984. Más aún, en el año 2003 la producción fue muy alta, con 11.156 t. Esta oscilación en la producción anual se debe a la importante variación en la productividad media, la que puede fluctuar entre 300 y 1.200 kg/ha/año de piñones con cáscara, con un rendimiento en piñón blanco de 17,5% - 20%. Esto hace que en algunos años se obtenga importantes beneficios, mientras que en otros periodos se puede llegar a grandes pérdidas, situación que se ha mantenido gracias a la estructura predominantemente familiar que gira en torno a este recurso y a la política de ahorrar para soportar los años difíciles, propios de una economía de subsistencia (Barranco y Ortuño, 2004).

El análisis de los datos del mercado mundial del piñón refleja que España exporta aproximadamente 1.000 t de piñón en blanco a unos 21 países, lo que supone un valor total de 10 millones de euros, frente a los 30 millones de euros que exporta china. Dentro de Europa, Italia es el mayor importador, principalmente de España, mientras que Francia se abastece principalmente de China y Alemania de Portugal (AFOVA, 2004).

El volumen de mercado anual de piñones en blanco, únicamente para estos tres países (Italia, Francia y Alemania), es de unos 27 millones de euros, de los cuales España participa con 7 millones de euros, quedando un mercado potencial de aproximadamente 20 millones de euros más. Fuera de la Unión Europea, Estados Unidos constituye un gran importador con montos interesantes y crecientes, de los cuales una gran parte corresponden a piñón chino. Este antecedente es especialmente relevante, porque pone de manifiesto el gran potencial que el mercado norteamericano constituye para el piñón de España (AFOVA, 2004).

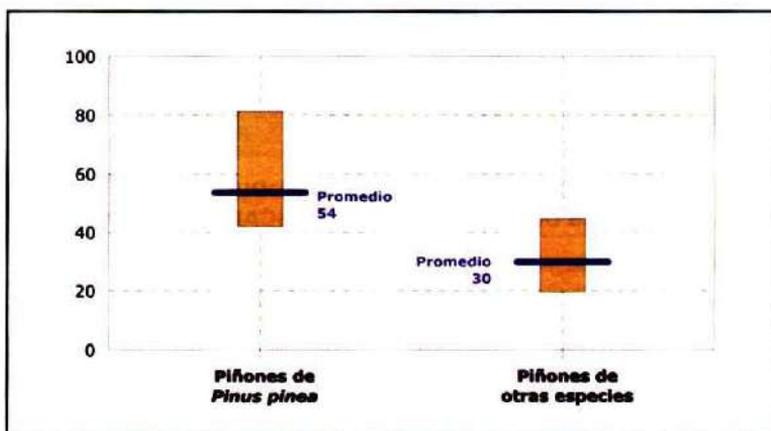
Con la excepción de los piñones de *Pinus pinea*, los precios que muestran los piñones de las diferentes especies comerciales no presentan gran diferencia en la oferta que se encuentra en Internet. No obstante, sí existe una clara supremacía del precio del piñón de *Pinus pinea*, el que en promedio casi duplica el precio de su competencia. Posiblemente esta diferencia haya sido mayor en épocas pasadas, lo que sugiere un importante efecto de la presencia cada vez más agresiva del piñón asiático.

La gama de precios que ofrecen productores y distribuidores en las ofertas en línea muchas veces no se observa tan clara respecto del origen del piñón, de la misma manera como lo expresan clientes que han comprado piñones en tiendas del mercado norteamericano. A esto se agrega el desconocimiento y dificultad del consumidor común en diferenciar las características y sabores de unos y otros, lo que finalmente se ha traducido en una pérdida de competitividad del piñón europeo.

En este sentido, es frecuente encontrar que el piñón chino se publicita en Internet como "Chinese Pignolias", "Pine Nuts Pignolias" o "Pignolias", este último término utilizado también para ofertar algunos piñones norteamericanos. Es decir, existe una mezcla de

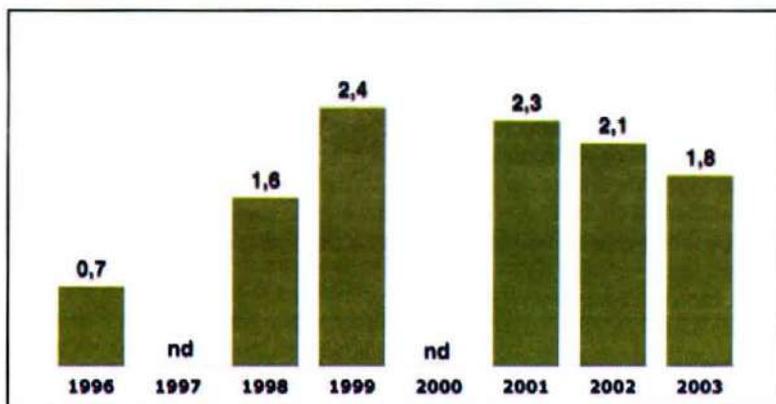
nombres comerciales para referirse al producto, lo que podría generar confusión al momento de diferenciar las procedencias por parte de los consumidores.

En el mercado europeo, especialmente en España, es clara la diferenciación que se realiza en cuanto al origen del producto, por la tradición histórica de ser un productor importante de piñones de la principal especie comercial. Sin embargo, los propios productores de piñones en Castilla y León, una de las zonas productoras más importantes, se enfrentan al problema de lidiar con precios finales excesivos cobrados por *boutiques* de alimentación y tiendas de *delicatessen*, a pesar de que los márgenes que ellos obtienen son bajísimos.



Fuente: Diversas páginas web (marzo 2008).

Figura N° 6
RANGO DE PRECIOS AL CONSUMIDOR FINAL DE PIÑONES EN BLANCO,
OFRECIDOS EN DIVERSAS PÁGINAS WEB
(US\$/kilo)



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y del Medio Rural y Marino de España

Figura N° 7
EVOLUCIÓN DEL PRECIO PRODUCTOR
DE PIÑONES DE *Pinus pinea* CON CÁSCARA EN ESPAÑA
(US\$/kilo)

Los altos costos de los trabajos de recolección de la piña y de procesamiento del piñón, así como el elevado precio de la piña entera que obtienen los productores, son los principales factores que afectan el negocio. Para enfrentar esta situación, los piñoneros de Castilla y León crearon en 2003 la primera Cooperativa Piñonera, cuyo objetivo es reducir los costos del procesamiento del piñón en blanco mediante un único proceso de descascarillado para todos los socios.

En 1996 en España, ICONA vendía semillas de pino piñonero a 860 pesetas/kg más el 7% de IVA (US\$ 7,1/kilo), mientras que en mercados de Valladolid el kilo de semillas limpias alcanzaba un valor de 4.000 pesetas, equivalentes a US\$ 30,8/kilo (INFOR, 1997). Actualmente, los precios del piñón en Europa fluctúan entre US\$ 20 y US\$ 31/kilo, incluso más, dependiendo del volumen de compra y en algunos casos por grados de calidad.

ANTECEDENTES DE MERCADO EN CHILE

En Chile, la comercialización de piñones de pino prácticamente no ha existido, situación que no debe extrañar puesto que muy pocos consumidores chilenos conocen sus usos y sus propiedades alimenticias. En los pocos casos que se ha detectado algún comercio de estos piñones, éstos generalmente se han dado en los negocios frecuentados por residentes de origen español o italiano. Este es el caso de la panadería San Camilo, donde en 1996 se vendía piñones en paquetes de 100 gramos a \$2.150, lo que considerando el valor promedio del dólar para ese año⁵ equivale a US\$ 52/kilo (INFOR, 1998).

En los últimos años, ha habido algunas importaciones esporádicas por parte de

⁵ Precio del dólar en 1996: \$ 412,27.

empresas chilenas. Entre 2002 y 2007, se registraron sólo cuatro importaciones de piñones, dos en julio 2006, una en mayo 2007 y otra en octubre 2007, todas provenientes de Estados Unidos. El volumen total importado en este período fue de 231 kg.

Tres de las partidas de importación fueron realizadas por el importador Proboka S.A., empresa nacional dedicada al rubro restaurantes y a la distribución de productos *gourmet*. Proboka es propietaria del restaurant de comida italiana "Geraldine" ubicado en el barrio alto de Santiago y especializado en comida internacional con énfasis en la italiana. La cuarta partida fue importada en octubre de 2007 por Comercializadora Global Trading Ltda., una empresa mayorista nacional del rubro alimentos.

Cuadro N° 6
DECLARACIONES DE IMPORTACIÓN DE PIÑONES DE PINO A CHILE

Fecha	Julio 2006	Julio 2006	Mayo 2007	Octubre 2007
Importador	PROBOKA S.A.	PROBOKA S.A.	PROBOKA S.A.	COMERCIAL GLOBAL TRADING LTDA.
Descripción del producto	PIÑONES DE PINO, EN BOLSAS DE 2 OZ	PIÑONES DE PINO, EN BOLSAS DE 5 LB	PIÑONES DE PINO, EN BOLSAS DE 2 OZ	PIÑONES DE CÁSCARA, EN CAJAS DE CARTÓN
Marca	ALESSI	VIGO	ALESSI	AL NOUR
País origen	ESTADOS UNIDOS	ESTADOS UNIDOS	ESTADOS UNIDOS	ESTADOS UNIDOS
Código arancel	0802.9000	0802.9000	0802.9000	0802.9000
Cantidad (kg)	3,6	68,1	10,7	148,1
Valor CIF (US\$)	104,5	977,4	320,5	874,2
Precio CIF (US\$/kg)	29,0	14,4	30,0	5,9

(Fuente: INFOR, con datos de Aduana).

En el Cuadro N° 6 es posible observar, en primer lugar, que no se hace mención de la especie en la descripción de la mercancía, estimándose que se debe tratar de piñones norteamericanos o asiáticos. En segundo lugar, si se considera el precio por kilo, se advierte que éste es muy superior en envases de 2 oz (5,6 g) que en los de 5 libras (2,27 kg), posiblemente por el mayor valor que significa comercializar en menores cantidades, por ejemplo, por los tamaños, calidades y características de los envases utilizados. Para las bolsas de 2 oz, la equivalencia en moneda nacional, expresada en kilos, registró en esta importación un precio promedio de \$ 15.668 por kilo⁶, mientras que para el producto presentado en bolsas de 5 libras

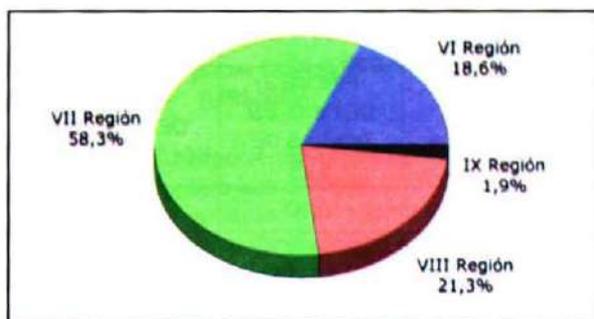
⁶ Promedio del embarque de julio 2006 (\$540,62/dólar) y de mayo 2007 (\$522,02/dólar).

el precio fue de \$1.940⁷.

Considerando que estos precios son los pagados por el importador local, el precio que finalmente se le da al consumidor final evidentemente que se verá incrementado, aspecto que de alguna forma valida la dinámica de incremento de precios en la cadena de comercialización ilustrada para las importaciones de piñones en Estados Unidos.

ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL PINO PIÑONERO EN CHILE

En 1997, INFOR determinó la superficie potencial para el establecimiento de *Pinus pinea* en Chile entre las regiones VI y IX del país en el marco del Proyecto "Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional". En este estudio se consideró todos los requerimientos edáficos y climáticos, lo que permitió determinar un total cercano a 1,4 millones de hectáreas potenciales. De esta superficie, la mayor proporción se encuentra ubicada en la Región del Maule.



Fuente: INFOR, 1997

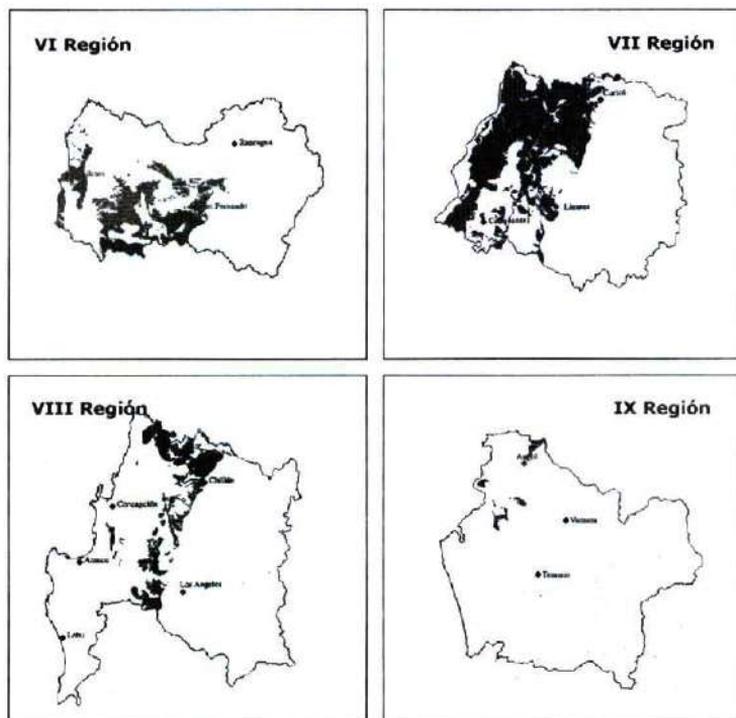
Figura N° 8
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE *Pinus pinea* EN CHILE
(Total Nacional: 1.397.898 hectáreas)

Cabe señalar que esta superficie sólo se considera indicativa de la potencialidad de establecimiento de la especie y no como superficie útil, puesto que no está corregida por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras. Un estudio que incluya estas restricciones, así como una escala superior de análisis en términos cartográficos, proporcionará información con mayor precisión.

En el mismo proyecto mencionado anteriormente, INFOR evaluó económicamente las plantaciones de *Pinus pinea* bajo distintos esquemas de manejo y escenarios de costos y precios, llegando a determinar que en la mayoría de las opciones, que abarcaban un amplio rango de situaciones, las rentabilidades eran positivas. Aunque dentro de las alternativas

⁷ Precio del dólar en julio 2006. \$540.62.

evaluadas se incorporó la bonificación forestal, cabe señalar que esta especie no ha gozado de tal beneficio, debido a la baja densidad de plantación que se requiere para favorecer la obtención de frutos.



(Fuente: INFOR, 1997)

Figura N° 9 ZONAS POTENCIALES REGIONALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *Pinus pinea* EN CHILE

Por sus condiciones de cultivo fruto-forestal y los conocimientos que se tiene en la actualidad del desarrollo de la especie en Chile, deben destacarse los siguientes aspectos:

- Pinus pinea* no requiere de sitios exigentes (menor costo).
- Los retornos comienzan al año 15 para luego crecer en forma permanente, representando para el inversionista un ingreso anual a partir de ese año. Sin embargo, éste podría adelantarse hasta los 5 u 8 años, acentuando el atractivo de este cultivo.c)
- Las características del cultivo lo hacen muy apropiado para pequeños y medianos propietarios, que podrían alcanzar rápidamente una masa crítica plantada, especialmente mediante la asociatividad.



Actualmente se están actualizando las áreas potenciales de la especie, considerando nueva información y antecedentes biológicos y de cultivo de la especie recogiendo la experiencia de los países que más trabajan con la especie.

OTROS ANTECEDENTES

Es importante señalar que resulta difícil dimensionar el mercado internacional de los piñones, porque no todos los países tienen una glosa arancelaria específica que los identifique, de modo que cuando los volúmenes son bajos, las importaciones y exportaciones se informan en forma conjunta con otros frutos secos. En este caso, la glosa 080290 corresponde a frutos secos y es universal. Con dos dígitos más, el código del Sistema Arancelario identifica el tipo de fruto seco, pero éste ya no es universal de tal manera que cambia entre países o bloques comerciales. En el caso de China es el 08029030 y en EEUU se utiliza el 08029020 (piñones sin pelar) y 08029025 (piñones pelados). En España, y en toda la Unión Europea, el código utilizado para el comercio exterior de piñones es el 08029050.

De acuerdo con Ortuño (2008)⁶, las estadísticas de comercio exterior de piñones que registra la Unión Europea son extremadamente confusas, pues no reflejan el verdadero comercio del piñón pelado. Esto, debido a que las piñas del pino también son registradas en la glosa 080290. En efecto, las piñas son un producto que se comercializa muy frecuentemente entre los principales países productores de piñones de Europa (España, Portugal, Italia y otros), y alcanzan precios muy diferentes al piñón pelado. De esta forma, los volúmenes y montos registrados en Eurostat en la glosa arancelaria para piñón, muestra enormes diferencias entre países y entre períodos. Esta situación es especialmente evidente para España.

Por otra parte, un aspecto interesante es que actualmente el principal productor mundial de piñones de pino es China, país que sólo tiene una trayectoria de 25 años en este producto. Sus piñones son de forma triangular y su sabor es menos nítido que los producidos en Europa. Los piñones mediterráneos son más delgados y elongados, con un pronunciado sabor tipo nuez; son considerablemente más caros que los piñones chinos (dos o tres veces más), a pesar de lo cual son preferidos por los *chefs* y pasteleros (Epicurean On Line).

En EEUU, gran importador de piñones de China, el precio de venta a minoristas se ha mantenido estable durante los últimos años, a pesar de que los precios de importación han experimentado variaciones significativas. De hecho, hace unos pocos años China tuvo una gran producción que hizo bajar los precios, sin embargo, el precio al consumidor en el mercado estadounidense no cambió. Esto indica que el mercado de importación no tiene mayor influencia en el mercado interno de este país, lo cual se explica porque los piñones de pino son un producto muy apreciado y relativamente escaso. En efecto, comercializadores de distintas partes del país (Los Ángeles, New York y Virginia, por ejemplo) tienen dificultades para encontrar suficientes piñones que les permitan abastecer los gigantescos pedidos del sector alimentario, destinados principalmente a la elaboración de pesto congelado, pizza de pesto y ensalada de pasta con pesto, alimentos que se venden explicitando el contenido de piñones (Epicurean On Line).

⁶ Comunicación personal.

Por último, cabe señalar que Nueva Zelanda también se ha convertido en uno de los grandes importadores de piñones, puesto que se usan ampliamente para cocinar, en ensaladas, pastelería y como fruto seco de consumo directo.

CONCLUSIONES

Las estadísticas de comercio internacional de piñones son difíciles de consolidar debido a las diferentes posiciones arancelarias de cada país y a que frecuentemente se agrupan piñones pelados y no pelados. Incluso, en algunos países de Europa, se comercializan las piñas del pino dentro de estos códigos arancelarios, lo que conduce a interpretaciones erróneas en los montos y cantidades que se transan y, más aún, en los precios estimados.

Estados Unidos es el principal importador mundial de piñones, fundamentalmente de piñón chino, en cantidades que bordean las 5 mil toneladas anuales. En Europa, Italia, Francia y Alemania son los principales importadores, tanto de piñón de *Pinus pinea* como del piñón chino. Por su parte, España es el mayor productor y exportador de piñones de *Pinus pinea*.

Respecto de los precios, se constató que en una rápida revisión de diversas páginas web que ofrecen piñones, el precio del piñón europeo (*Pinus pinea*) supera en cerca de 80% al precio de su competidor directo, el piñón chino. Cabe destacar que este último ha comenzado a tener cada vez mayor presencia en el contexto mundial, por lo que esta brecha de precios pudiera acortarse, situación que incluso es advertida por los productores españoles.

En Chile existe potencialidad para el establecimiento de *Pinus pinea*. INFOR determinó una superficie potencial de 1,4 millones de hectáreas entre las regiones de O'Higgins y la Araucanía, realizando además estudios de rentabilidad de diversas alternativas, la mayoría de las cuales resultaron positivas y muy atractivas para los pequeños y medianos propietarios. Es recomendable realizar nuevos estudios que entreguen las superficies útiles a plantar por cada región e incluso sentar las bases para una futura inclusión de la especie dentro de la actual bonificación forestal.

Además, se hace necesario realizar estudios acabados sobre las propiedades de los piñones que crecen en Chile, tanto para su introducción en el mercado local como para analizar las perspectivas de exportación futura.

En cuanto al mercado local, se sugiere potenciar su ingreso en el segmento *gourmet*, así como realizar degustaciones y diversificar las preparaciones alimenticias, entre otros, focalizándose en los potenciales clientes consumidores, como restaurantes y tiendas especializadas en frutos secos.

También se sugiere investigar las posibilidades de exportar hacia el mercado europeo y de EEUU, analizando la rentabilidad de un proyecto de establecimiento de plantaciones de *Pinus pinea*, cuyo principal producto sea el piñón. En este sentido, es probable que la experiencia de rápido crecimiento de este rubro en China, sea una buena lección a estudiar.

Con todo, se concluye que desarrollar un segmento de producción de piñones de pino

en Chile generará una actividad innovadora en muchos aspectos, que puede ser altamente rentable y representar una fuente laboral para un número significativo de personas, desde el bosque hasta los locales comerciales y restaurantes.

REFERENCIAS

AFOVA, 2004. El pino piñonero en España, importancia, necesidades y potencialidad. Asociación Forestal de Valladolid (AFOVA).

<<http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=33748>> [consulta: Abril 2008]

Barranco, J; Ortuño, S. 2004. Aproximación del sector del piñón en España. En Revista española de estudios agrosociales y pesqueros. 2004,201.

<http://www.mapa.es/es/ministerio/pags/Biblioteca/revistas/rev_numero.asp> [consulta: Abril 2008]

Epicurean On Line. Pine Nuts - The Popularity of Pignoli by Janet Fletcher.

<<http://www.epicurean.com/articles/pine-nuts-pignoli.html>> [consulta: Abril 2008]

FAO, 1995. Non-wood forest products from coniferous. Forestry Department, Food and Agricultural Organization of the United Nations.

<<http://www.fao.org/docrep/X0453E/X0453e00.htm>> [consulta: Abril 2008]

Foreign Agricultural Service. United States Department of Agriculture.

<<http://www.fas.usda.gov/>> [consulta: Abril 2008]

INFOR-CONAF, 1997. Monografía del Pino piñonero, *Pinus pinea*. Instituto Forestal – Corporación Nacional Forestal. 100 p.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, 2006. Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006.

<<http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/anuario/introduccion.htm#art2>> [consulta: Abril 2008]

Ortuño, Sigfredo. Profesor del Departamento de Economía y Gestión Forestal, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.

Salas-Salvadó, J; Ros, E; Sabaté, J. 2005. Frutos secos, salud y culturas mediterráneas.

<http://books.google.cl/books?id=T6CWdFYcYskC&dq=comercio+mundial+frutos+secos&source=gbs_summary_s&cad=0> [consulta: Abril 2008]

Sharashkin, L; Gold M. 2004. Pine Nuts (Pignolia): Species, Products, Markets, and Potential for U.S. Production. In: Northern Nut Growers Association 95th Annual Report. Proceeding for the 95th annual meeting, Columbia, Missouri, August 16-19, 2004.

<<http://www.pinenut.com/noha.htm>> [consulta: Abril 2008]



REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN

CIENCIA E INVESTIGACIÓN 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 éstas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Consta de un volumen por año el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos y de diversos países, de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, estos son enviados por el Editor a al menos tres miembros del Comité Editor para su calificación especializada. Los autores no son informados sobre quienes arbitran los trabajos.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

Artículos: Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.

Apuntes: Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

Título: El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.



Resumen: Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

Introducción: Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o comprensión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

Objetivos: Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

Material y Método: Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

Resultados: Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

Discusión y Conclusiones: Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

Reconocimientos: Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

Referencias: Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

Apéndices y Anexos: Deben ser incluidos sólo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los

Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español y ocasionalmente en inglés o portugués, redactadas en lenguaje universal, que pueda ser entendido no sólo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, espacio simple y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Justificación ambos lados.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 12, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el Summary. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el Summary.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 12 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE.
 Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. vvargas@infor.cl

Título puntos principales (Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, etc.) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Sólo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con un espacio antes y después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo. Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guión y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras



principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencia citadas en texto y sólo éstas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967. Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Sólo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página. Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de éstas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*.

Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su impresión.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atentas a la Norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que 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 **m³**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha** y no HTA HAS há o hás.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa para cada página, no de 1 a n a lo largo del trabajo. Aparecerán al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos, "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o los miembros de este que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVÍO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor sbarros@infor.gob.cl

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Respecto del peso de los archivos, tener presente que 1 Mb es normalmente el límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como Metarchivo Mejorado.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor

principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte) y no hay observaciones de fondo, el trabajo es editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

ARTICULOS	PAGINA
RELATION BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES OF CORK FROM <i>Quercus suber</i> . Ofélia Anjos; Helena Pereira y M. Emilia Rosa. Portugal.	429
LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL "VIÑALES" ANTE LOS RETOS DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. Ynocente Betancourt Figueras; Josefa Villalba Fonte y Joel Calzadilla López. Cuba.	443
PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EL CASO DE LA BELLEZA ESCÉNICA DE <i>Araucaria araucana</i> Mol. Koch. Jorge Cabrera y Marco Rubilar. Chile.	463
SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO EM SISTEMA DE BLOCOS. Teresa A. S. de Freitas; Deborah G. Barroso; Rodrigo Pessanha Ramos; Patrícia Ribeiro Ferreira y José G. de A. Carneiro. Brasil.	483
RELACIÓN TEMPORAL NDVI-PRECIPITACIÓN DEL BOSQUE Y PASTIZAL NATURAL DE SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA. Tiedemann, J. L. y Zerda, H. R. Argentina.	497
DESEMPENHO SERAPILHEIRA E VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA, EM PLANTIOS PUROS E CONSORCIADOS DE EUCALIPTO EM CAVAS DE EXTRAÇÃO DE ARGILA. Kelly R. Lamônica, Deborah G. Barroso, Luciana A. Rodrigues, Andréa V.R. Mendonça y Marcela D.S. Freitas. Brasil.	509
REFORESTACIÓN CON ESPECIES DE <i>Pistacia</i> EN ZONAS SEMIÁRIDAS DE CHIHUAHUA, MÉXICO. Jesús Ricardo Martínez Márquez y Víctor Manuel Rodríguez Moreno. México.	529
DESARROLLO DE UNA TÉCNICA PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIAL VEGETATIVO DE <i>Eucalyptus dunnii</i> APTO PARA LA MULTIPLICACIÓN <i>IN VITRO</i> . Rodríguez Reartes, S.; Bima, P. y Joseau, J. Argentina.	539
APUNTES	
PRODUCTOS CON OPORTUNIDADES DE DESARROLLO EN CHILE: CARBÓN VEGETAL. Daniel Soto y Janina Gysling. Chile.	549
PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE LOS OBTENTORES DE VARIEDADES VEGETALES EN CHILE. Braulio Gutiérrez C. Chile.	573
COMENTARIOS SOBRE LOS ASPECTOS LEGALES VINCULADOS AL ARBOLADO URBANO EN PATAGONIA. Omar Anibal Picco. Argentina.	587
ANTECEDENTES DEL MERCADO INTERNACIONAL DE PIÑONES DE PINO. Daniel Soto A., Janina Gysling C. y Verónica Loewe M. Chile.	599
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	625



INFOR



GOBIERNO DE CHILE
Ministerio de Agricultura

**Volumen 14 N° 3
Diciembre 2008**