

Volumen 21 N° 3
Diciembre 2015

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

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



INFOR

VOLUMEN 21 N° 3

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

DICIEMBRE 2015

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

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

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

Director	Fernando Rosselot Téllez	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
Consejo Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR	Chile
	Juan Carlos Pinilla Suárez	INFOR - IUFRO	Chile
Comité Editor	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAYDS	Argentina
	Heinrich Schmutzenhofer	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	MINAGRI	Chile
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
	Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay
	Florencia Montagnini	U. Yale - IUFRO	USA
	John Parrotta	USDA FS - IUFRO	USA
	Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela
	Ignacio Díaz-Maroto	USC	España

Dirección



Instituto Forestal
Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile
Fono 56 2 3667115 Fax 56 2 2747264
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

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.

ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN DE PROGENIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake EN LA REGIÓN DE SELVÍRIA - BRASIL

Moraes, M.A.¹; Pupin, S.¹; Souza, C. S.¹; Miranda, A.C.²;
Silva, P. H. M.²; Sasaki, J. L. S.¹ y Moraes, M. L. T.¹

RESUMEN

La forma en que los individuos son seleccionados en una prueba de progenie es fundamental en la conservación y mejoramiento genético.

Una prueba de progenie con un total de 26 progenies de *Eucalyptus urophylla*, proveniente de Río Claro-SP, con selección en Anhembi-SP, se instaló en Selvíria-MS el 03/10/1991, con un espaciamiento de 3,0 x 3,0 m, seis plantas por parcela lineales y cuatro repeticiones, en bloques al azar.

El suelo es un Latosol Rojo distrófico, la precipitación anual del lugar es de 1.300 mm y la temperatura media anual es de 25° C. A los 19 años de edad se evaluó lo carácter DAP (diámetro a la altura del pecho) por el procedimiento REML/BLUP, y presentó una media de 27,4 cm.

Con base en este carácter, se utilizaron dos estrategias de selección:

La primera consideró la selección de los primeros 104 mejores individuos independientemente de la progenie a la cual pertenecían, seleccionados por su valor genético dado por BLUP. Esta selección proporciona un tamaño efectivo de 33 y una ganancia en la selección de 3,1%.

En la segunda estrategia se optó por la selección solo dentro de las progenies; los cuatro mejores individuos de cada progenie, lo que proporciona un tamaño efectivo de 59 y una ganancia de 1,8%.

Así, la primera estrategia proporciona una ventaja para la ganancia en la selección de 72%, pero una disminución de 44% para el tamaño efectivo en comparación con la segunda estrategia.

Por lo tanto, el mejorador tiene disponible una estrategia que da prioridad a la ganancia en detrimento de la base genética y otra que da prioridad a la conservación genética en relación con la ganancia en la selección.

Palabras clave: Tamaño efectivo, conservación, mejoramiento genético.

¹ Facultad de Ingeniería de Ilha Solteira/UNESP-Ilha Solteira-Brasil. ma_apmoraes@yahoo.com.br

² Instituto de Investigación y Estudios Forestales/IPEF-Piracicaba-Brasil. paulohenrique@ipef.br

SUMMARY

In carrying out a progeny test it is essential to conservation and genetic improvement the procedure to select the individuals.

A progeny test including 26 *Eucalyptus urophylla* progenies from Rio Claro-SP, selected in Anhembi-SP, was established on 1991 at Selvíria-MS. Six plants lineal plots at 3.0 x 3.0 m, randomized blocks design and four replications.

Soil is a Red dystrophyc Latosol, rainfall at the place is 1,300 mm and annual medium temperature is 25° C. At 19 years old DBH was evaluated through REML/BLUP method and presented an average of 27.4 cm.

Based on this character, two selection strategies were used:

The first one considered the selection of the 104 best individuals in the trial according to BLUP, gives an affective size of 33 and a 3.1 % selection gain.

Through the second strategy the best four individuals by progeny were selected, the effective size was 59 and the selection gain 1.8%.

That way, the first strategy offers an advantage regarding to selection gain of 72%, but reducing the effective size in 44%, in comparison to the first one.

In conclusion, the breeder can use one strategy to improve the gain with a detriment on the genetic base or another strategy to give the priority to the genetic conservation in detriment of the selection gain.

Key words: Effective size, conservation, genetic improvement.

INTRODUCCIÓN

La elección del material genético de especies arbóreas para ser implantadas en una región es muy importante y para lograr este objetivo es en condiciones de campo es fundamental emplear materiales con una amplia base genética.

Uno de los géneros que se destaca en esta elección es *Eucalyptus*, por tener amplia base genética y potencial para alcanzar altos niveles de productividad en entornos con mala nutrición y la falta de agua. Actualmente, algunos autores citan hasta 900 especies en este género.

Así, sus especies presentan una amplia dispersión global, estabilidad y capacidad de adaptación, creciendo satisfactoriamente en lugares y situaciones edafoclimáticas distintas a las de sus regiones de origen.

Brasil es reconocido no solo como uno de los países líderes en términos de superficie de plantaciones forestales con especies de eucaliptos, sino que también por un alto desarrollo científico-tecnológico en diversas áreas del cultivo de eucaliptos y por la investigación realizada en universidades, institutos de investigación y empresas forestales.

Entre las numerosas e importantes áreas de investigación cabe destacar la fisiología, la mejora genética y la silvicultura (Alzate *et al.*, 2005). Durante las últimas décadas, el país ha conformado uno de los más importantes bancos de germoplasma de especies del género *Eucalyptus*, con alta productividad y capacidad de adaptación a las regiones productoras (Lavoranti, 2003).

Las especies del género *Eucalyptus* representan 40% de los genotipos de árboles introducidos en los países tropicales, siendo más representativo entre los bosques productivos de Brasil (Martins, 2007).

La Asociación Brasileña de Productores de Bosques Plantados (ABRAF, 2011) informó que el país tenía en 2010 aproximadamente 4.754.334 hectáreas de bosques plantados con eucaliptos, lo que representa 68,2% del total, los cuales son administrados por las unidades industriales de los sectores de pulpa, papel, paneles de madera industrializada y metalurgia la carbón.

Ante esta situación favorable para especies de *Eucalyptus*, es posible encontrar, sobre la base de técnicas de mejoramiento forestal, material genético productivo con estabilidad y capacidad de adaptación para la región de Selvíria, en el estado de Mato Grosso do Sul, que actualmente registra una de las mayores expansiones de las plantaciones de eucaliptos en Brasil.

Una de las especies prometedoras para esta región es el *Eucalyptus urophylla*, especie que alcanza alturas de 30 a 60 m, tiene un buen desarrollo silvícola y su madera es de calidad para pasta, energía y aserradero.

La especie responde bien a los espaciamientos y fertilizantes, tiene un buen desarrollo en la segunda rotación, es resistente a la sequía, pro susceptible a heladas, muestra gran plasticidad y, en especial, presenta resistencia natural a *Cryphonectria cubensis* (Zani Filho *et al.*, 1986; Ferreira, 1992).

Simões y Spina-França (1983) informan que en la región de Três Lagoas-MS, donde es bien marcada la sequía, *E. urophylla*, a los 2,5 años era más tolerante a la sequía que el *E. grandis*, y a su vez más tolerante que *E. saligna* en diferentes espaciamientos estudiados.

Este orden de tolerancia de especies al peligro de déficit hídrico también se observó en la etapa de plántulas en viveros (Zani Filho *et al.*, 1986) y en la etapa de germinación de las semillas en el laboratorio (Façanha y Oliva, 1983), lo que muestra que puede existir una correlación positiva entre las diferentes etapas de crecimiento para ese carácter.

En cuanto a la calidad de la madera, Scanavaca Jr. (2001) y Adorno (2002) estudiaron

las propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas con perspectivas de mejoramiento genético de *E. urophylla*, y sus resultados permiten clasificar a la especie como de alta resistencia mecánica, a excepción de la compresión que muestra media resistencia, alta resistencia a contracción, y madera moderadamente pesada,

Estas propiedades pueden permitir buenas ganancias con la selección genética, a excepción de los caracteres de conicidad y de rendimiento de madera.

En las especies forestales, en general, las estrategias básicas para el mejoramiento pueden resumirse en la selección de procedencias y selección individual dentro de la población-base, utilizando la variabilidad existente dentro de las poblaciones y entre individuos.

Para la recombinación del material genético seleccionado, así como para continuar con la selección recurrente, utilizar poblaciones conocidas como áreas de recogida y producción de semillas o huertos de semillas por plantas clonal. Las pruebas de progenie convencionales se utilizan para la selección de individuos superiores (Ferreira, 1992).

Los programas de mejoramiento genético de especies forestales tienen como principales objetivos:

Aumentar la productividad.

La obtención de las materias primas de la más alta calidad.

La mejora de las condiciones de adaptación de las especies.

La tolerancia a las plagas y enfermedades.

El mantenimiento de la variabilidad genética, requisito fundamental para la obtención de ganancias genéticas de larga duración (Moraes *et al.*, 1997).

Estos programas de mejoramiento forestal en general siguen los siguientes pasos: especies de prueba, prueba de procedencias de las especies de mayor potencial, prueba de progenies de los mejores procedencias y la hibridación o selección en la prueba de progenies de hermanos completos.

Uno de los pasos fundamentales en los programas de mejoramiento forestal es el análisis de las pruebas de progenie que permitan la cuantificación de la herencia de los caracteres cuantitativos de valor económico, y estimar las ganancias genéticas esperadas por selección (Vencovsky y Barriga, 1992).

Las pruebas de progenie, instrumentos importantes para el trabajo de los mejoradores, se han utilizado en la estimación de los parámetros genéticos, la selección de las familias y los individuos, cuando se trata de evaluar la magnitud y la naturaleza de la varianza genética disponible, con el fin de cuantificar y maximizar las ganancias genéticas usando el procedimiento de selección adecuado (Costa *et al.*, 2005).

Según Moraes *et al.* (1997) los programas de mejoramiento genético en el sector forestal y la selección de árboles en general se basa en el análisis de caracteres cuantitativos tales como: crecimiento, forma y calidad de madera.

El progreso de la selección de plantas está estrechamente relacionado con el diferencial de selección, es decir, la diferencia entre la media del grupo seleccionado y la media de la población original. Por lo tanto, cuanto mayor sea la presión selectiva, mayor es el diferencial (Paterniani y Miranda Filho, 1987).

OBJETIVOS

Verificar las ventajas y desventajas de dos estrategias de selección en la prueba de progenie de *Eucalyptus urophylla* para una mejor incorporación de material genético en los programas de mejoramiento genético de la región de Selvíria, Brasil.

MATERIAL Y MÉTODO

Las progenies de *E. urophylla* son proveniente de Río Claro-SP, con selección en Anhembi-SP. La prueba de progenies de *E. urophylla* se instaló el 03 de octubre de 1991, con espaciamento 3,0 x 3,0 m, con 26 progenies, seis plantas por parcela lineales y cuatro repeticiones, en bloques al azar.

El ensayo se ubicó en la Hacienda de Enseñanza, Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería de Ilha Solteira, Universidad Estatal Paulista "Julio de Mesquita Filho" (FEIS / UNESP), ubicado en Selvíria-Brasil (20° 20'S, 51° 23'W y altitud de 335 m).

El relieve se caracteriza por ser moderadamente plano y ondulado.

El clima del lugar es tipo Aw según la clasificación de Köppen, la temperatura media anual es de 25° C, la humedad media anual de 66% y la precipitación media anual de 1.300 mm (Hernandez *et al.*, 1995).

El suelo del lugar fue clasificado de acuerdo con el Sistema Brasileño de Clasificación de Suelos (EMBRAPA, 1999), como Latosol Rojo Distrófico, arcilla típica, A moderada Hipoidstrófico, alic, caulínitico férrico, comprimido, muy profundo, ácido moderadamente (LVd).

A los 19 años de edad se evaluó el DAP (diámetro a la altura del pecho) en cm.

Las estimaciones de componentes de varianza y parámetros genéticos fueron obtenidos por REML/ BLUP (máxima verosimilitud restringida / mejor predicción lineal no contaminada), utilizando el programa estadístico SELEGEN-REML/BLUP-genético desarrollado por Resende (2002 y 2007b).

Para utilizar el modelo propuesto por el programa se asume que las progenies de polinización abierta eran hermanastros. En el análisis se considera el siguiente modelo estadístico:

$$y = Xr + Za + Wp + e$$

Donde: y es el vector de los datos

r : Es el vector de los efectos de la repetición (que se supone fijo) que se añade a la media general

a : Es el vector de efectos genéticos aditivos individuales (que se supone aleatorio)

p : Es el vector de una parte (que se supone aleatorio)

e : Es el vector de errores o residuos (valor aleatorio).

Las letras mayúsculas representan las matrices de incidencia para estos fines (Resende, 2007a,b).

La estimación de ganancias en la selección se llevó a cabo con el objetivo de seleccionar individuos superiores sobre la base del DAP y el empleo de los índices de multiefectos, de acuerdo

con la metodología propuesta por Resende (2002).

Una ventaja de este método es la selección al reducir el peso dado a la media general de la progenie, lo que permite una mejor distribución de los individuos seleccionados.

El Índice de multiefectos (IME) tiene la expresión:

$$\hat{I} = \hat{b}_1 Y_{ijk} + (\hat{b}_2 - \hat{b}_3) \bar{Y}_{i..} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_1) \bar{Y}_{ij.} - \hat{b}_3 \bar{Y}_{.j.} + (\hat{b}_3 - \hat{b}_2) \bar{Y}_{...}$$

Donde: $\bar{Y}_{...}$ = media general del experimento

Y_{ijk} = valor individual

$\bar{Y}_{i..}$ = media de progenie del experimento

$\bar{Y}_{ij.}$ = media de progenie en bloque (media de la parcela)

$\bar{Y}_{.j.}$ = media del bloque

$\hat{b}_1 = \hat{h}_d^2$ = heredabilidad en sentido estricto, dentro de las parcelas

$\hat{h}_d = \frac{(3/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$; $\hat{b}_2 = \hat{h}_m^2$ = heredabilidad media, en sentido limitado del carácter en estudio

$\hat{h}_m^2 = \frac{[(3 + n.b)/(4.n.b)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{b} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n.b}}$; $\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2$ = heredabilidad, en sentido

limitado, del carácter en estudio: $\hat{h}_p^2 = \frac{[3/(4.n)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n}}$.

El tamaño efectivo de la población (N_e) se estimó con base en Resende (2002):

$$N_e = (4.N_f \bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\hat{\sigma}_{kf}^2 / \bar{k}_f)]$$

Donde: N_f = número de progenies seleccionadas

$\hat{\sigma}_{kf}^2$ = variación en el número de individuos seleccionados por progenie

\bar{k}_f = número promedio de individuos seleccionados por progenie.

La diversidad genética (D) después de la selección, cuantificada conforme Wei y Lindgren (1996):

$$D = N_{ef} / N_{fo}$$

Donde: $0 < D \leq 1$,

N_{fo} = número original de progenies

N_{ef} = número efectivo de progenies seleccionadas, siendo dado

$$\text{por: } N_{ef} = (\sum k_f)^2 / \sum k_f^2$$

Con estas estimaciones se han propuesto dos estrategias de selección, basadas en el DAP para conservar el material genético y la formación de una población base para futuros programas de mejoramiento:

a) Selección de los 104 mejores individuos en la prueba de progenies de *E. urophylla*, con base en la clasificación realizada por BLUP, en orden descendente, el análisis en SELEGEN. En las progenies seleccionadas podría haber cualquier número de individuos entre 1 y 24 ($k_f = \forall$)

b) Selección de los cuatro mejores individuos dentro de cada una de las 26 progenies, por un total de 104 individuos (26 x 4).

RESULTADOS

El experimento mostró un promedio de 27,4 cm DAP en las progenies de *E. urophylla*.

Con base en este carácter se utilizaron dos estrategias de selección:

La primera considera la selección de los primeros 104 mejores individuos, independientemente de la progenie, seleccionados por su valor genético dado por BLUP.

Esta selección proporciona una diversidad genética de 43,70%, un tamaño efectivo de 33 y una ganancia en la selección de 3,1%.

La segunda estrategia fue selección solo dentro de las progenies, es decir, los cuatro mejores individuos de cada progenie, que proporcionan una diversidad genética del 100%, un tamaño efectivo de 59 y una ganancia de 1,8%.

Comparando las dos condiciones de selección, la primera selección tiene una eficiencia del 72% en relación a la segunda selección (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN PARA EL CARÁCTER DAP EN PRUEBA DE PROGENIES

	Selección de los Mejores Individuos		Selección Dentro de Progenies	
	Prog	k_f	Prog	k_f
	2	4	1	4
	4	2	4	4
	5	1	5	4
	6	9	6	4
	7	1	7	4
	10	5	8	4
	11	15	9	4
	12	2	10	4
	13	4	11	4
	14	1	12	4
	15	4	14	4
	17	2	17	4
	18	3	18	4
	19	9	19	4
	20	13	20	4
	22	7	21	4
	23	13	22	4
	25	9	23	4
			24	4
			25	4
			26	4
n : N° individuos seleccionados		104		104
N_{fo} : N° de progenies de prueba		26		26
N_f : N° de progenies seleccionadas		18		26
\bar{k}_f : N° promedio de individuos seleccionados por progenie		5,8		4,0
$\hat{\sigma}_{kf}^2$: Varianza en el N° de individuos seleccionados por progenie		20,65		0
N_e : Tamaño efectivo		33,7		59,4
$\mu(cm)$: Media general		27,4		27,4
$\hat{a}(cm)$: Efecto genético aditivo		0,84		0,49
$\hat{G}_s(\%)$: Ganancia en la selección		3,1		1,8
$Ef.(\%)$: Eficiencia de la selección de los mejores individuos en relación con la selección dentro de progenies		71,8		-
\hat{D} : Diversidad genética después de la selección		0,4370		1,0

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las progenies de *E. urophylla* mostraron incremento medio anual (IMA) de 1,44 cm de DAP a los 19 años de edad. Silva (2003) obtiene para la especie, a los 10 años de edad, IMA 1,95 cm en DAP en Selvíria (MS, Brasil). Souza *et al.* (2011) obtiene, a los 17 años de edad, IMA de 1,40 cm en DAP para la especie en Selvíria (MS, Brasil). En *E. camaldulensis*, Moraes *et al.* (2007) obtienen IMA de 0,96 cm en DAP, a los 19 años, en Luiz Antonio (SP, Brasil). Esta comparación muestra que el valor obtenido en este estudio demuestra el alto potencial para el uso de este material para la reforestación en la región de Selvíria (MS, Brasil).

La ganancia en la selección, como un porcentaje de la media del carácter seleccionado (GS%), muestra cómo la variable de selección diferencial y heredabilidad ($G_s = h^2.D_s$). El diferencial de selección es el producto de la intensidad de selección estandarizado, en unidades de desviación estándar fenotípicas, de la variable que está siendo seleccionada por la desviación estándar fenotípica.

Por lo tanto, la elección de la intensidad de selección es de gran importancia en la estimación de estas ganancias, ya que, con la posible transformación de esta prueba de progenies en el huerto de semillas por plantas, la elección de la intensidad de selección debería proporcionar una ganancia satisfactoria que no afecta a la polinización del huerto, para evitar problemas de endogamia (Moraes, 1987) o cruzamientos correlacionados.

En este estudio, se optó por una selección de 16,7% entre los individuos, es decir, de un total de 624 individuos fueron seleccionadas 104, y de 16,7% dentro de progenies, es decir, de 24 individuos fueron seleccionadas cuatro.

El uso de IME, según Resende e Higa (1994), permite explorar fracciones de la varianza genética aditiva que no son considerados en la selección entre y dentro de las progenies, que conduce a la maximización de la precisión en la selección, aunque en muchos casos, la inclusión de los efectos de parcela y de bloques puede cambiar la selección de forma no-significativa.

En el análisis, se consideraron 104 árboles y las situaciones siguientes:

- a) teniendo en cuenta los 104 mejores individuos, independientemente del número de individuos por progenie (kf variable)
- b) aplicar el IME a los individuos que serían seleccionados por la selección dentro de progenies (kf igual para todas las progenies).

En la condición de kf variable 18 progenies fueron seleccionadas, un mayor número de individuos por progenie (5,8) con una ganancia genética de 0,84 cm, en promedio de 27,4 cm (ganancia 3,1%). Los 104 individuos seleccionados representan un tamaño efectivo de la población (N_e) de 33, y la variación genética original de la prueba de progenies habría mantenido en 43,70%.

En la condición de selección dentro de las progenies fue seleccionado un número más pequeño de individuos por progenie (4) y la ganancia genética se estimó en 0,49 cm (1,8%). Los individuos seleccionados representan una población efectiva (N_e) de 59 y la variabilidad original de la prueba se mantiene en 100%.

La eficiencia de la selección de la primera estrategia en comparación con la segunda estrategia es de aproximadamente 72%, pero hay una disminución de 44% para el tamaño efectivo en relación con la segunda estrategia.

Por lo tanto, el mejorador tiene disponible una estrategia que da prioridad a la ganancia en detrimento de la base genética y otra que da prioridad a la conservación genética en relación con la ganancia en la selección, siendo ambas prometedoras, ya que las progenies mostraron un buen desarrollo en la región de Selvíria (MS, Brasil).

REFERENCIAS

- ABRAF, 2011.** Anuário Estatístico da ABRAF Associação Brasileira de Florestas. Año base 2010. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>. Consulta 13 enero 2012.
- Adorno, M. F. C., 2002.** Propriedades tecnológicas relacionadas com as tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill Maiden e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, utilizadas como indicadores para o melhoramento da madeira serrada, Piracicaba. 164 p. (Mestrado – ESALQ/USP).
- Alzate, S. B. A.; Filho, M. T. e Piedade, S. M. S., 2005.** Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. Scientia Forestalis, Piracicaba, n.68, p.87-95.
- Costa, R. B.; Resende, M. D. V.; Contini, A. Z.; Rego, F. L. H.; Roa, R. A. R. e Martins, W. J. 2005.** Avaliação genética dentro de progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. Ciência Florestal, n.15, p.371-376.
- EMBRAPA, 1999.** Sistema brasileira de classificação de solos. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA/CNPQ.412p.
- Façanha, J. G. V. e Oliva, M. A., 1983.** Germinação de *Eucalyptus* spp sob condições de stress hídrico. Silvicultura, São Paulo, v.28, p.176-7.
- Ferreira, M., 1992.** Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. Scientia Forestalis, n.45, p.22-30.
- Hernández, F. B. T.; Lemos Filho, M. A. F. e Buzetti, S., 1995.** Software Hidrisa e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira: UNESP/FEIS. 45p. (Série Irrigação, 1).
- Lavoranti, O. J., 2003.** Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “bootstrap” no modelo AMMI. 166p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- Martins, F. B., 2007.** Desenvolvimento e estresse hídrico em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e *Eucalyptus saligna* (Smith). 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- Moraes, M. L. T., 1987.** Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MORAES, M.L.T.; HIGA, A.R.; CAVENAGE, A.; KANO, N.K. 1997.** Avaliação da densidade básica da madeira e de sua relação com os caracteres de crescimento, em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of *Eucalyptus*. Embrapa, Salvador, Brazil, p.43-47.
- Moraes, M. L. T.; Zanatto, A. C. S.; Morais, E.; Sebbenn, A. M.; Freitas, M. L. M., 2007.** Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus camaldulensis* em Luiz Antonio/SP. Revista Instituto Florestal, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 113 - 118.
- Paterniani, E.; Miranda Filho, J. B., 1987.** Melhoramento de populações. In: Paterniani, E.; Viegas, G.P. Melhoramento de milho no Brasil. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill. p.217-65.
- Resende, M.D.V., 2002.** Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. 975p.
- Resende, M.D.V., 2007a.** Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético. Colombo: EMBRAPA Florestas. 561p.
- Resende, M. D. V., 2007b.** SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos. Colombo: EMBRAPA Florestas. 359p.
- Resende, M. D. V.; Higa, A. R., 1994.** Estimação de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus*: seleção em um caráter com base em informações do indivíduo e seus parentes. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, v. 1, n. 28 - 29, p. 11 – 36.
- Scanavaca Júnior, L., 2001.** Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria. Piracicaba. 108 p. (Mestrado – ESALQ/USP).

Silva, L. D. C., 2003. Variação genética e métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

Simões, J. N.; Spina-França, F., 1983. Produção de madeira em florestas energética sob diferentes práticas silviculturais – Relatório final – Simpósio da Energia da Biomassa Florestal – Convênio CESP/YPEF: 1-36, São Paulo.

Souza, C. S.; Freitas, M. L. M.; Moraes, M. L. T., Sebbenn, A. M. 2011. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla*. Floresta. Curitiba. v. 41, n. 4, p. 847-856.

Vencovsky, R. e Barriga, P., 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 486p.

Wei, R. P. and Lindgren, D., 1996. Effective family number following selection with restrictions. Biometrics, Arlington, v. 52, p. 198 - 208.

Zani Filho, J.; Balloni, E. A. e Gonçalves, J. L. M. 1986. Tolerância de mudas de diferentes espécies/procedências de *Eucalyptus* à deficiência hídrica em 2 substratos. In: Congresso Florestal Brasileiro, 5, Olinda, Anais..., p.1-24.

EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE PROGENIES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE *Eucalyptus globulus* Labil. PARA RESISTENCIA A SEQUÍA

Rojas, Patricio³; Ipinza, Roberto⁴;
Molina, María Paz⁵ y Gutiérrez, Braulio⁶

RESUMEN

Debido a las excepcionales propiedades de su fibra, *Eucalyptus globulus* Labill., "Tasmanian Blue Gum", es la principal especie para la producción de pulpa y papel en el mundo. En Chile existen más de 500 mil hectáreas plantadas con esta especie, lo que representa más de un quinto del total de plantaciones en el país. La especie fue introducida a Chile a fines del siglo XIX para ser usada como postes en la minería del carbón en Lota (región del Biobío), posteriormente como consecuencia de exitosos ciclos de selección y propagación se ha dado origen a una raza local que ha experimentado una adecuada adaptación a distintas condiciones de clima en el país.

En los años 90 varias organizaciones chilenas dieron inicio a programas para mejorar la resistencia al frío, el crecimiento y la calidad de la fibra de esta especie, pero no consideraron la resistencia a la sequía como un carácter de valor comercial. Sin embargo, resultados de investigaciones del Instituto Forestal (INFOR) muestran que el cambio climático disminuirá la productividad de las plantaciones de eucalipto en alrededor de 6 a 8% en la zona centro centro-sur de Chile, debido a la reducción de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas.

En 2006 INFOR inició un proyecto de investigación para las zonas semiáridas de Chile, orientado a seleccionar, recombinar y propagar genotipos de *E. globulus* resistentes a la sequía. Para este fin se consideraron tres poblaciones: (i) Genotipos selectos por volumen y representados en un huerto semillero clonal, correspondientes al programa de mejora genética de INFOR; (ii) Familias de polinización abierta de 107 árboles plus seleccionados en condiciones de aridez; y (iii) Familias de polinización controlada generadas por el cruzamiento de madres de la población (i) con polen de la población (ii). Este último material fue concebido para combinar la superioridad genética de los clones del huerto semillero con la resistencia a la sequía de la raza local chilena de *E. globulus*.

En el presente documento se entregan y discuten los resultados de dos ensayos de progenies de polinización abierta y uno de polinización controlada, compuestos por material de las poblaciones mencionadas, que fueron establecidos entre los años 2009 y 2010 en sitios representativos de condiciones de aridez en la región del Biobío. Los parámetros genéticos para tolerancia a sequía de *E. globulus* se obtuvieron a partir de la supervivencia y crecimiento de 24 familias de polinización controlada y 61 familias de polinización abierta de 5 a 6 años de edad, considerando como controles a lotes de semilla comercial de *E. globulus* y a otras especies de eucaliptos reconocidas por su tolerancia a la sequía, particularmente *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*.

Se discute la posibilidad de aplicación de esta estrategia para mejorar la tolerancia a la sequía de *E. globulus* en las zonas áridas de la región del Biobío y se incluye la selección de las mejores familias de polinización abierta y controlada para desarrollo comercial.

Palabras clave: Mejoramiento genético, *Eucalyptus globulus*, Tolerancia a sequía

³ MSc. Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Sede Metropolitana. parojas@infor.cl

⁴ Dr. Ingeniero de Montes. Instituto Forestal, Sede Los Ríos. roberto.ipinza@infor.cl

⁵ MSc. Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Sede Biobío. mmolina@infor.cl

⁶ Ingeniero Forestal. Instituto Forestal. Sede Biobío. bgutierr@infor.cl

SUMMARY

Eucalyptus globulus Labill "Tasmanian Blue Gum" is the main species for pulp and paper production in the world due to its exceptional fiber properties. There are over than 500 thousand 13 hectares planted with the species in Chile and that represents more than 23% of the total planted forests in the country. The species was introduced by the end of XIX century for coal mining poles in Colcura (Bío Bío Region) and due to successive selection and propagation cycles a "Chilean Land Race" was formed which has been well adapted to dry climatic conditions in the country.

By 1990 many organizations in Chile started breeding programs to improve frost hardiness, growth, yield and fiber quality of the species, but drought hardiness was not included as a commercial trait. Last INFOR survey results shows that the climatic change will decrease the plantations productivity due to lower precipitation and higher temperatures in the central and south region of Chile up to 6-8%.

An INFOR research project started on 2006 was oriented to select, recombine and propagate *E. globulus* drought hardiness genotypes in the Chilean semiarid region. Three populations were included for this purpose: (A) Selected genotypes ranked by volume in a clonal seed orchard that correspond to the INFOR tree breeding program, (B) Open pollinated families of 107 plus trees selected on extreme dry conditions, and (C) Control pollinated families generated by intraspecific crosses of population (A x B). This material combined the clonal orchard genotypes genetic superiority and the *E. globulus* Chilean land race drought hardiness.

This paper shows the results of two open-pollinated trials and one controlled pollination trial from these three populations planted in representative sites of dry land areas of the Bío-Bío Region on 2009-2010. Genetic parameters for *E. globulus* drought tolerance were obtained through the survival and growth of 24 control pollinated families and 61 open pollinated families at 5-6-year-old using as controls commercial seed sources of *E. globulus* and drought tolerant species like *E. camaldulensis* and *E. cladocalyx*.

Conclusion are related to the applicability of this breeding strategies for improving *E. globulus* drought tolerance in dry zones areas of the Bío-Bío Region including selection of best CP and OP progenies for commercial deployment.

Keywords: Breeding, *Eucalyptus globulus*, drought tolerance

INTRODUCCIÓN

Debido a las excepcionales propiedades de su fibra, *Eucalyptus globulus* Labill (Tasmanian Blue Gum) es la principal especie para la producción de pulpa y papel en el mundo. En Chile existen 563.813 hectáreas plantadas con esta especie, lo que representa un 23% del total de plantaciones exóticas en el país. La especie fue introducida a Chile a fines del siglo XIX para ser usada como postes en la minería del carbón en Colcura (región del Biobío), posteriormente como consecuencia de exitosos ciclos de selección y propagación se ha dado origen a una raza local que ha experimentado una adecuada adaptación a distintas condiciones de clima en el país.

En los años 90 varias organizaciones chilenas dieron inicio a programas para mejorar la resistencia al frío, el crecimiento y la calidad de la fibra de esta especie, pero no consideraron la resistencia a la sequía como un carácter de valor comercial. Sin embargo, resultados de investigaciones de INFOR muestran que el cambio climático disminuirá la productividad de las plantaciones de eucalipto en alrededor de 6 a 8% en la zona centro centro-sur de Chile, debido a la reducción de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas.

E. globulus crece en forma natural en el sudeste de Australia, donde conforma un complejo de especies junto con *E. bicostata*, *E. maideni* y *E. pseudoglobulus*, las cuales difieren básicamente en el número y tamaño de yemas florales por umbela (Dutkowsky y Potts, 1999). Estudios realizados sobre su resistencia a la sequía muestran que existe una significativa variación genética, tanto en su distribución natural como en los resultados de ensayos de progenies plantados en Australia (Dutkowsky, 1995) y España (Toro *et al.*, 1998). La especie se encuentra genéticamente estratificada en 13 razas y 20 sub-razas, para las cuales estudios de marcadores moleculares han demostrado que tres líneas genéticas conforman la población principal: (a) Victoria; (b) King Island y Oeste de Tasmania; y (c) Este de Tasmania e Islas Furneaux (Dutkowsky *et al.*, 1997). Potts y Dutkowsky (2012) concluyen que las procedencias de *E. globulus* más vulnerables a sequía son las de King Island y las de la costa oeste de Tasmania, mientras que las más tolerantes son aquellas de Jeerelang y el norte de Tasmania. Estos últimos orígenes han resultado ser una adecuada fuente de semillas de *E. bicostata* para condiciones de alta restricción hídrica en Chile.

Una de las innovaciones tecnológicas para la polinización controlada de *E. globulus* fue la aplicación de la técnica de polinización en un paso, o en una visita, desarrollada paralelamente en Chile (Espejo *et al.*, 1995) y Australia (Williams *et al.*, 1999), a partir de investigaciones previas efectuadas en *E. gunnii* por Cauvin (1988). El comparativamente bajo costo de esta técnica permitió obtener semilla de polinización controlada a escala operacional en huertos semilleros clonales (Rojas y Griffin, 1997; Rojas *et al.*, 2001)

El proyecto “*Generación y producción de plantas de Eucalyptus globulus tolerantes a la sequía*”, financiado por INNOVA Chile de CORFO y ejecutado conjuntamente por el Instituto Forestal (INFOR) y el Centro Regional de Investigación La Platina del Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), tuvo por objetivo generar disponibilidad para los propietarios y empresas forestales de las zonas semiáridas, de semillas mejoradas y clones elite de *E. globulus* mejor adaptados a la sequía y con mejor rendimiento que aquellos usados comúnmente, así como transformar algunos de esos clones incorporándole genes específicos capaces de expresar una tolerancia aún mayor al estrés hídrico. Al respecto, en este documento se resumen los resultados de una de las estrategias empleadas en el proyecto, particularmente la experiencia con el uso de polinización controlada de madres de un huerto semillero clonal con polen de árboles plus seleccionados por su resistencia a sequía, con el objeto de generar semilla de híbridos intraespecíficos que combinen la superioridad genética de los árboles del huerto con la tolerancia a la sequía de los árboles seleccionados en la raza local.

OBJETIVOS

Generar híbridos intraespecíficos que combinen la superioridad genética en volumen de árboles de un huerto semillero clonal con la resistencia a la sequía de árboles selectos en condiciones de estrés hídrico.

Estimar los parámetros genéticos de individuos de *E. globulus* de 24 familias de polinización controlada y 61 de polinización abierta, de entre 5 y 6 años de edad, y de controles de semilla comercial de *E. globulus* y especies tolerantes a sequía como *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*.

Desarrollar estrategias de mejora para incrementar la resistencia a sequía de *E. globulus* en el secano de la región del Biobío.

MATERIAL Y METODO

Selección de Árboles Plus de *E. globulus* Tolerantes a Sequía: Población de Raza Local

Se seleccionó un conjunto de 107 árboles plus que exhibían un desempeño sobresaliente de volumen, forma y sanidad en 12.000 hectáreas de plantaciones establecidas en sitios con altas restricciones hídricas entre las regiones de Coquimbo y el secano de la región del Biobío (Cuadro N° 1).

Cuadro N° 1
CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS EN PLANTACIONES DE RAZA LOCAL

	Carácter	Descripción
	Edad del rodal	Rodales coetáneos de densidad uniforme mayores a 5 años.
	Dominancia	Árboles dominantes (excepcionalmente codominantes) sin considerar a los árboles de borde.
	DAP	Superior al promedio del rodal
	Fuste	Recto, cilíndrico, sin crecimiento en espiral, ni inclinación.
	Copa	Balanceada y pequeña.
	Ramas	Cortas, de poco diámetro y con ángulo de inserción en el fuste cercano a 90°.
Sanidad	Sano. Sin evidencia de enfermedades o plagas, especialmente sin indicios de <i>Phoracantha semipunctata</i> .	

Colecta de Yemas Florales y Procesamiento de Polen

Desde los árboles selectos se extrajeron secciones de ramas de aproximadamente 40 cm de longitud y que portaban yemas en estado de antesis, es decir en la fase de desarrollo floral inmediatamente anterior al desprendimiento del opérculo.

Las ramas envueltas en papel húmedo se depositaron en cajas térmicas con hielo y se

despacharon al laboratorio de INFOR en Concepción, donde fueron depositadas en jarros con agua, etiquetados con el código de cada clon en espera de la apertura de las flores.

Una vez iniciada la apertura de las flores, se les extrajo sus anillos estaminales con un bisturí de punta curva. El material extraído fue secado por 24 a 48 horas en recipientes desecadores con silicagel a temperatura de 25 a 30°C. Posteriormente, los estambres ya secos fueron agitados sobre láminas de papel de aluminio para desprender el polen. El polen obtenido fue depositado en tubos eppendorf, etiquetados con el código del clon y fecha de colecta, los tubos fueron dispuestos dentro de un frasco con silicagel, el que fue cerrado y almacenado en freezer hasta el momento de su análisis y utilización en polinización controlada.

Las pruebas de germinación del polen se efectuaron en un medio líquido consistente en una solución al 30% de sacarosa en agua destilada, complementada con 150 mg/L de ácido bórico y esterilizada en autoclave por 10 minutos a 70 psi. Este medio de germinación se almacenó congelado hasta el momento de utilizarlo, ocasión en que se descongeló en un horno de microondas. Para analizar la viabilidad del polen se aplicó una pequeña cantidad del mismo en un frasco snap con 2 ml del medio de cultivo, etiquetado con el código del clon, y se incubó por 36 horas a 25°C. Posteriormente se traspasó una gota del medio con el polen a un portaobjeto y se observó en microscopio óptico con aumento de 100X para determinar el porcentaje de granos de polen germinados. Esto último se determinó por conteo de aquellos granos que exhibían la emisión de tubos polínicos con un largo mayor al diámetro del polen (Figura N° 1).



Figura N° 1
COLECTA DE YEMAS FLORALES Y PROCESAMIENTO DE POLEN

A nivel de clones la viabilidad *in vitro* del polen fluctuó entre 0 y 23%, con un promedio ponderado por clon de 7,3%. Al respecto, se considera que el polen de las especies de *Eucalyptus* es apropiado para realizar cruzamientos cuando su viabilidad es superior al 5%.

Por lo mismo, aun cuando hubo clones cuyo polen germinó en menos del 5%, el promedio general de todo el material colectado (7,3%) excede el valor mínimo aceptado, de modo

que para efectos de realizar la polinización controlada es posible usar la mezcla total del polen de todos los clones, o alternativamente usar sólo aquel de mayor germinación, tal como se hizo en las actividades del proyecto que se describen más adelante.

Por otra parte, considerando que para polinizar cada flor se requiere aproximadamente 0,0007g de polen, se contó con un stock suficiente para polinizar aproximadamente 10.000 flores, lo que resultó más que suficiente para las dos temporadas de cruzamientos contempladas en el proyecto.

Generación de Híbridos Intraespecíficos

Las labores de polinización controlada se efectuaron en un huerto semillero clonal perteneciente al vivero Agromen, localizado en la localidad de Confluencia (Chillán, región del Biobío).

El huerto cuenta con una superficie de 1,5 ha, donde se distribuyen rametos de 30 clones del programa de mejora genética de INFOR, plantados en bloques al azar, con un espaciamiento de 4 x 4 metros.

Como madres se seleccionaron clones del huerto de acuerdo a su ranking genético, disponibilidad de flores y facilidad de acceso a las mismas con escalas de 3 metros. Los cruzamientos se realizaron utilizando la técnica de polinización en una visita (Figura N° 2), la cual se basa en los siguientes principios:

No requiere efectuarse en el momento en que el estigma está maduro y receptivo al grano de polen.

Asegura el éxito del trabajo de emasculación y polinización, y consecuentemente la fertilización de los óvulos.

La polinización y la aislación de las flores polinizadas se realizan en una sola operación.

Se reduce el costo de polinización y se incrementa el número de semillas por flor polinizada.



Figura N° 2
CRUZAMIENTOS DE *E. globulus* USANDO TÉCNICA DE POLINIZACIÓN EN UNA VISITA

Cada flor polinizada fue etiquetada con un código que hace referencia al número de la cruce y la identificación de los árboles padre y madre involucrados en la misma. Posteriormente, una vez que los frutos originados en las flores polinizadas alcanzaron su madurez, estos fueron colectados en bolsas de papel identificadas con el código del cruzamiento y transportadas a laboratorio.

Las cápsulas fueron secadas en horno a 25°C y dispuestas en discos petri para la extracción y conteo de sus semillas. Las semillas fueron procesadas manualmente, separándolas de la paráfisis, en base a su color más oscuro, y luego almacenadas en cámara de frío a 4°C hasta el momento de su siembra en vivero.

Producción en Vivero de Familias de Polinización Abierta y Controlada

La producción de plantas, tanto de las familias de polinización abierta como controlada, fue realizada en el vivero Agromen (Figura N° 3), planificando una producción esperada de 200 plantas por familia, para efectos de disponer de 50 unidades de cada familia en cada ensayo y contar con un excedente para las filas de aislación o borde de los mismos.



Figura N° 3
PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *E. globulus* EN VIVERO

La producción de plantas se efectuó en bandejas de poliestireno expandido con cavidades individuales de 130 cc, utilizando como sustrato corteza compostada de pino.

El material genético para los ensayos de polinización abierta consideró un total de 72 progenies correspondientes a:

56 Progenies de árboles plus seleccionados en condiciones de aridez (selecciones raza local)

13 Progenies australianas de árboles de alta productividad del programa de mejora de INFOR, representados en un huerto semillero clonal (madres australianas en HSC)

3 Lotes de plantas de comparación: Uno correspondiente a plantas de semilla comercial de *E. globulus*, y otros dos correspondientes a plantas de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, especies reconocidas por su adaptación a condiciones de aridez (controles).

El material genético para los ensayos de polinización controlada consideró a las 37 progenies que se detallan a continuación:

30 Progenies híbridas intraespecíficas que combinan la superioridad genética de árboles de un huerto semillero clonal con la tolerancia a sequía de árboles de raza local seleccionados en condiciones de aridez en plantaciones comerciales.

7 Progenies de polinización abierta de las mismas madres representadas en el huerto clonal.

Ensayos de Progenies

Los ensayos fueron plantados en áreas representativas del interior de la región del Biobío, donde la especie *E. globulus* enfrenta restricciones hídricas que restringen su tasa de crecimiento.

Los ensayos de polinización abierta se plantaron en La Posada y San Vicente, mientras que el ensayo de polinización controlada fue establecido en El Mirador.

Los tres sitios corresponden al valle interior, entre el Océano Pacífico y la Cordillera de los Andes, en la zona denominada como secano interior donde la productividad de *E. globulus* es considerablemente más baja que en la costa, llegando solo a 10-15 m³/ha/año.

En la Figura N° 4 se presenta la ubicación de los ensayos e información relativa los montos anuales de precipitación registrados en la zona de emplazamiento de los mismos.

Al comparar los requerimientos climáticos de *E. globulus* mencionados por Booth y Pryor (1991) con los registros de precipitación de la Figura N° 4, se observa que el monto de precipitación anual es coincidente con el requerimiento de la especie.

No obstante, el número de meses secos, la temperatura media anual y la temperatura del mes más cálido, son mayores al rango de requerimientos de *E. globulus*.

Los ensayos fueron plantados en septiembre de 2009 y septiembre de 2010, considerando silvicultura intensiva de establecimiento, la que incluyó preparación de suelo con subsolador, control químico pre y post emergencia de malezas, además de fertilización individual de las plantas.

Los espaciamientos de plantación utilizados fueron de 3 x 2,5 m en La Posada y El Mirador, y de 3 x 3 m en San Vicente. En el Cuadro N° 2 se resumen los antecedentes de los tres ensayos considerados.

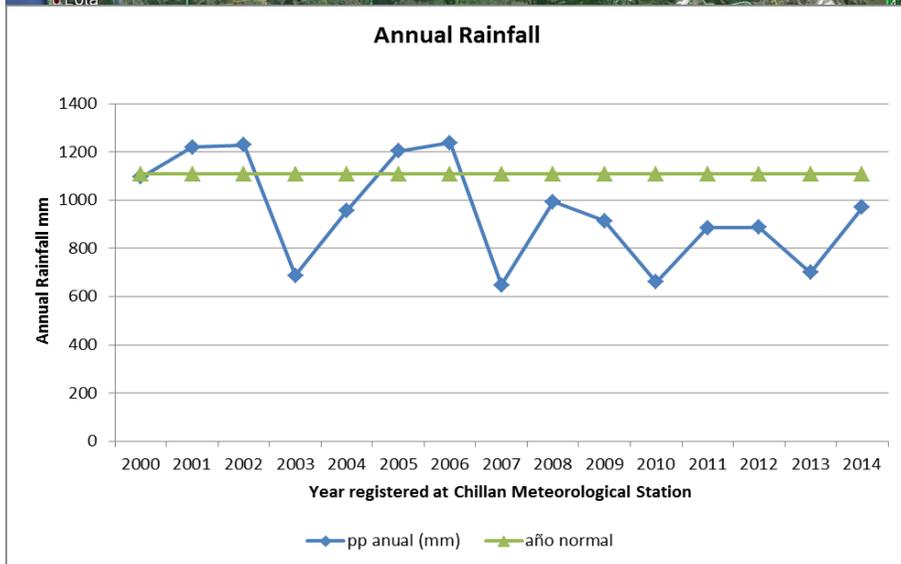
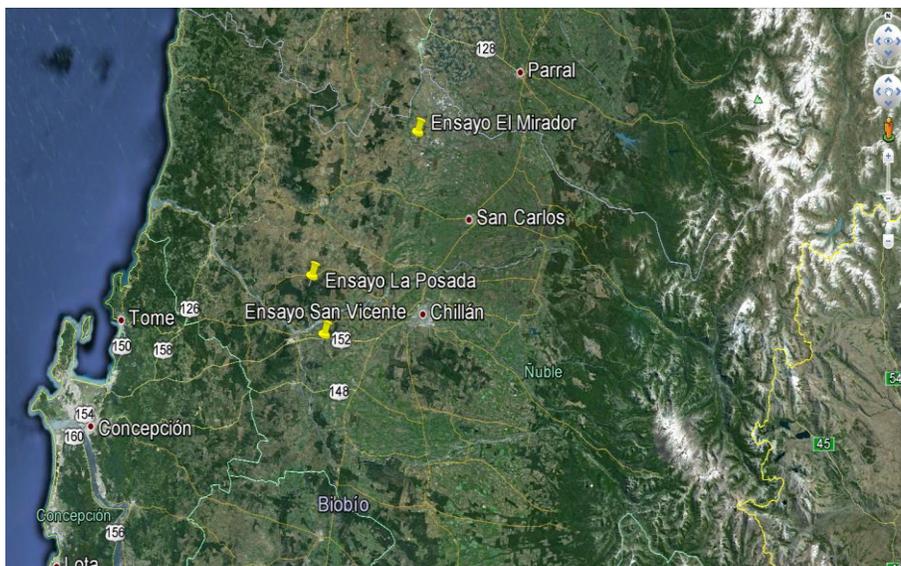


Figura N° 4
UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS Y ANTECEDENTES DE PRECIPITACIÓN ANUAL

Cuadro N° 2
ANTECEDENTES DE LOS ENSAYOS DE PROGENIES

Característica	Ensayos		
	La Posada	San Vicente	El Mirador
Plantación	Septiembre, 2010	Septiembre, 2009	Septiembre, 2010
Espaciamiento	3,0 x 2,5 m	3,0 x 3,0 m	3,0 x 2,5 m
Superficie	0,9 ha	1,36 ha	0,65 ha
Diseño	6 bloques completos al azar Parcelas lineales de 4 árboles por progenie 50 progenies por bloque.	6 bloques completos al azar Parcelas lineales de 4 árboles por progenie 63 progenies por bloque.	6 bloques completos al azar Parcelas lineales de 4 árboles por progenie 36 progenies por bloque.
Aislación	Una hilera de <i>E. camaldulensis</i> y plantación comercial de <i>E. globulus</i> .	Plantación comercial de <i>E. globulus</i>	Plantación comercial de <i>E. globulus</i>
Preparación suelo	Casillas de 30 x 30 x 30 cm confeccionadas con pala plantadora.	Subsolado y mullido	Subsolado y mullido
Silvicultura de establecimiento	Control químico pre y post emergente de malezas y fertilización.		
Suelo*	Suelos residuales, formados a partir de rocas graníticas, bien evolucionados, de texturas arcillosas en todo el perfil. Descansa sobre un sustrato constituido por roca granítica muy meteorizada y rica en cuarzo y feldespatos	Suelo moderadamente profundo a profundo, bien evolucionado, derivado de sedimentos aluviales mezclados con un aporte de cenizas variables. Descansa sobre sustrato de diversos orígenes	Suelo derivado de rocas metamórficas y graníticas, presenta textura franco-arcillosa y un pH del orden de 6,0. Niveles bajos de nutrientes y materia orgánica y baja capacidad de retención de agua.
Clima	N° de meses secos: 4 T° máxima: 38°C T° media anual: 13°C T° mínima absoluta: -8°C	N° de meses secos: 4 T° máxima: 38°C T° media anual: 13°C T° mínima absoluta: -8°C	N° de meses secos: 4 T° máxima: 34°C T° media anual: 15°C T° mínima absoluta: -6°C

(*Fuente: Santis, 2005)

Medición y Evaluación Genética de los Ensayos de Progenies

En septiembre y octubre de 2015 se realizó la medición de los ensayos, registrándose los valores de altura y diámetro a la altura del pecho de cada uno de sus árboles. Para este efecto se utilizó vertex, huincha diamétrica y formularios de terreno en los cuales estaban registrados los valores de la medición anterior, esto con el objeto de validar y evitar errores en la captura de los datos.

Adicionalmente, durante la medición se tomó información de algunas variables subjetivas, tales como rectitud de fuste, hábito de crecimiento y sanidad, particularmente ataque de *Phoracantha semipunctata* y *Gonipterus scutellatus*.

Para el análisis genético de los ensayos de progenie se utilizó la última medición de altura y diámetro en cada sitio. Debido a que la diferencia en edad entre los sitios es pequeña, se optó por no efectuar correcciones por cantidad de mediciones del tipo de Wei y Borralho (1996).

Los registros de la base de datos fueron ordenados por sitio y contenían información para ambas variables. Fueron considerados como *missing value* los árboles muertos y de relleno, con daños o con más de un fuste. Se utilizó un modelo de árbol individual o *animal model* (Borralho, 1995):

$$y = Xb + Z_u u + e$$

Donde:

y es el vector de las observaciones para altura y diámetro en todos los sitios,

b es el vector de parámetros para los efectos fijos (sitio y bloque),

u es el vector de valores genéticos para las dos variables dentro de cada sitio,
e es el vector de residuos aleatorios.

X, **Z_u** y **representan** respectivamente la matrices de diseño para los efectos fijos y efectos aleatorio o valores genéticos.

El análisis de datos fue desarrollado en tres etapas. Primero un análisis separado o univariado para cada variable en cada sitio, es decir para altura (m) y diámetro, incluyendo bloque, sitio, valor genético del árbol y error para obtener valores iniciales para los componentes de varianza. La segunda etapa involucró un análisis bivariado altura (m) y DAP (cm) y finalmente un análisis multivariado y multisitio (el modelo completo) para obtener los componentes de varianza y la mejor predicción lineal insesgada (BLUP=Best Linear Unbiased Predictor) de los valores genéticos usando las ecuaciones de modelos lineales mixtos de Henderson (1984).

Los componentes de varianza fueron estimados usando Máxima Verosimilitud Restrignida (REML, Patterson y Thompson 1971). Para esto se utilizó el programa ASREML (Gilmour *et al.*, 1995, Gilmour *et al.*, 1997) que mediante el uso de un algoritmo iterativo de información promedio y técnicas de *sparse matrices* reduce en forma considerable los tiempos de análisis y requerimientos computacionales. Además de los componentes de varianza, se estimaron las heredabilidades (h^2) y correlaciones genéticas (r_g) de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

$$r_g = \frac{\sigma_{a_1 a_2}}{\sigma_{a_1} \sigma_{a_2}}$$

Los errores estándares de los parámetros genéticos fueron obtenidos directamente con ASREML, basado en los términos de la inversa de la matriz de coeficientes de las ecuaciones de modelos lineales (Gilmour *et al.*, 1997).

Los valores genéticos de Altura y DAP de cada árbol individual se utilizaron para confeccionar un índice correspondiente al promedio de ambas variables ponderadas por sus respectivas heredabilidades.

El ordenamiento de mayor a menor de este índice dio origen a los rankings genéticos, los cuales se elaboraron para cada ensayo y se diferenciaron a nivel de árboles individuales, de familias y de grupos. En este último caso los grupos estuvieron conformados por el origen del material (madres australianas en huerto semillero clonal, selecciones de raza local en seco y controles).

En el caso del ensayo de polinización controlada, además del ranking familiar por cruza se agregan dos rankings adicionales, los que corresponden a los ordenamientos jerarquizados por madre y por padre. La utilidad de los rankings mencionados es apoyar al mejorador en el proceso de la selección hacia adelante, para la siguiente generación del programa de mejora genética.

RESULTADOS

Parámetros Genéticos y Correlaciones

El Cuadro N° 3 muestra la heredabilidad en sentido estricto, y su respectivo error estándar, estimada para las variables altura y DAP en cada uno de los tres ensayos evaluados.

La estimación de heredabilidad corresponde a la obtenida con un coeficiente de parentesco $r = 0,25$ (medios hermanos), usado solo para efectos de comparación.

Cuadro N° 3
HEREDABILIDADES (h^2) Y SUS RESPECTIVOS ERRORES ESTÁNDAR (EE)
PARA ALTURA Y DAP EN CADA ENSAYO

Ensayo	$h^2 \pm EE$	
	Altura	DAP
La Posada	0.4323 \pm 0.0247	0.3346 \pm 0.0291
San Vicente	0.5503 \pm 0.0173	0.4919 \pm 0.0196
El Mirador	0.3624 \pm 0.0424	0.2542 \pm 0.0496

Las correlaciones genética aditiva y fenotípica entre las variables Altura y DAP de cada sitio, con sus respectivos errores estándar, se presentan en el Cuadro N° 4. Estos valores fluctúan entre -1 y 1, donde cero indica que no existe correlación.

Cuadro N° 4
CORRELACIONES ENTRE ALTURA Y DAP EN CADA ENSAYO

Ensayo y variables	Correlaciones	
	Genética \pm EE	Fenotípica \pm EE
La Posada, Altura-DAP	0.9261 \pm 0.0237	0.8017 \pm 0.0110
San Vicente, Altura-DAP	0.8767 \pm 0.0178	0.7720 \pm 0.0110
El Mirador, Altura-DAP	0.9394 \pm 0.0707	0.6837 \pm 0.0250

Las correlaciones genéticas para una misma variable entre pares de sitios (ensayos) indican el grado de homogeneidad en el comportamiento de los rankings individuales entre esos sitios.

Así, una alta correlación es indicativa de ausencia de interacción genotipo ambiente, señalando que los rankings son estables o similares en ambos sitios, es decir que los mejores árboles en un ensayo, son también los mejores en el otro.

Por el contrario un bajo nivel de correlación estaría indicando que los rankings de cada ensayo son diferentes y que existe efecto de la interacción genotipo-ambiente.

Al respecto, en el Cuadro N° 5 se indican las correlaciones entre pares de sitios para la variable altura, con su respectivo error estándar.

Lo mismo ocurre en el Cuadro N° 6 para la variable DAP.

Cuadro N° 5
CORRELACIÓN GENÉTICA ADITIVA Y ERROR ESTÁNDAR PARA ALTURA ENTRE ENSAYOS

	La Posada	San Vicente	El Mirador
La Posada	-		
San Vicente	0.0044± 0.0003	-	
El Mirador	0.0057± 0.0006	0.0041 ± 0.0004	-

Cuadro N° 6
CORRELACIÓN GENÉTICA ADITIVA Y ERROR ESTÁNDAR PARA DAP ENTRE ENSAYOS

	La Posada	San Vicente	El Mirador
La Posada	-		
San Vicente	0.0030 ± 0.0002	-	
El Mirador	0.0045 ± 0.0007	0.0032 ± 0.0004	-

Análisis Genético Ensayo La Posada (polinización abierta)

El ranking de árboles individuales del ensayo La Posada (Apéndice N° 1) muestra que en sus primeras posiciones existe un claro predominio de los descendientes (hijos) de los árboles de raza local seleccionados en condiciones de secano, en desmedro de los individuos originados a partir de las madres australianas representadas en el huerto semillero clonal. Estos últimos presentan una participación muy marginal en la cabecera del ranking, recién en la posición 25 figura un hijo de la madre australiana N° 33 (Jeerelang, Norte de Victoria).

El individuo de mejor desempeño es hijo de una selección de raza local, particularmente de la N° 57 efectuada en Cauquenes, la cual se destaca por presentar a varios de sus hijos en la cabecera del ranking.

El ranking a nivel familiar (Apéndice N° 2) confirma el buen desempeño de la familia N° 57 y de otras selecciones de raza local. En general las familias derivadas de madres australianas, en este ensayo, presentan un desempeño inferior al de las selecciones de raza local. Por su parte, los grupos testigos formados por material de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* presentan rendimientos claramente inferiores a *E. globulus*.

Agrupando el material ensayado a nivel de grandes grupos (Cuadro N° 7) se hace evidente el mejor desempeño de las selecciones de raza local en relación a las madres australianas del huerto semillero.

Cuadro N° 7
RANKING POR GRUPO DE MATERIAL GENÉTICO EN ENSAYO DE POLINIZACIÓN ABIERTA LA POSADA

Grupo de Material Genético	Índice	Ranking
Progenies de polinización abierta de selecciones de raza local	0,083	1
Progenies de polinización abierta de madres australianas en huerto semillero clonal	-0,070	2
Control <i>E. cladocalyx</i>	-1,133	3
Control <i>E. camaldulensis</i>	-2,008	4

En promedio solo el material de secano exhibe valores de mejora promedios superiores a cero, mientras que los tres grupos restantes presentan valores negativos.

Análisis Genético Ensayo San Vicente (polinización abierta)

El ranking de árboles individuales (Apéndice N° 3) y el familiar (Apéndice N° 4) denotan un comportamiento distinto al observado en el ensayo La Posada.

En San Vicente se observa una mayor participación de progenies de madres australianas en la parte alta del ranking. De hecho, la familia de mejor desempeño en este ensayo corresponde a la madre australiana N° 7.

Lo mismo ocurre en el ranking de árboles individuales, donde el mejor individuo proviene de una madre de ese origen, y donde se observa una alta participación de este material en la cabecera del ranking.

La situación descrita se confirma y hace más evidente en el ordenamiento a nivel de grupos (Cuadro N° 8), donde se indica que el mejor desempeño corresponde al material australiano, seguido de la raza local, mientras que los controles *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx* siguen siendo los grupo de menor desempeño

Cuadro N° 8
RANKING POR GRUPO DE MATERIAL GENÉTICO EN ENSAYO
DE POLINIZACIÓN ABIERTA SAN VICENTE

Grupo de Material Genético	Índice	Ranking
Progenies de polinización abierta de madres australianas en huerto semillero clonal	0,636	1
Progenies de polinización abierta de selecciones de raza local	-0,046	2
Control <i>E. cladocalyx</i>	-2,533	3
Control <i>E. camaldulensis</i>	-2,590	4

Análisis Genético Ensayo El Mirador (polinización controlada)

En este ensayo resulta destacable el comportamiento superior exhibido por los híbridos intraespecíficos derivados de cruzamientos controlados efectuados con polen de árboles padre de raza local, sobre madres australianas del huerto semillero.

El lote control de *E. globulus* (semilla comercial) tiene un desempeño intermedio entre todo el material ensayado, resultando en promedio mejor que el material de polinización abierta producido en el huerto.

Al igual que en los ensayos anteriores, el control *E. camaldulensis* muestra el desempeño más bajo, mientras que el *E. cladocalyx* no fue capaz de sobrevivir en las condiciones de este ensayo (Cuadro N° 9).

Los primeros 6 árboles del ranking individual (Apéndices N° 5) son hijos de la cruce de la madre australiana N° 40 con el padre de raza local N° 72. Consistentemente, esta misma cruce es la que presenta la mejor aptitud combinatoria específica, situación que se confirma en el ranking en función de las cruces (Apéndice N° 6).

Adicionalmente, estos mismos árboles madre y padre exhiben también la mejor aptitud combinatoria general, situación que se corrobora en los rankings ordenados por madre (Apéndice

N° 7) y padre (Apéndice N° 8).

Cuadro N° 9
RANKING POR GRUPO DE MATERIAL GENÉTICO EN ENSAYO
DE POLINIZACIÓN CONTROLADA EL MIRADOR

Grupo de Material Genético	Índice	Ranking
Progenies de polinización controlada de madres australianas con polen de selecciones de raza local	0,287	1
Control <i>E. globulus</i>	0,287	2
Progenies de polinización abierta de madres australianas en huerto semillero clonal	-0,076	3
Control <i>E. camaldulensis</i>	-1,470	4

DISCUSION Y CONCLUSIONES

De acuerdo con Potts and Dutkowsky (2012) existen diferencias significativas en la susceptibilidad al daño por sequía en las subrazas de *E. globulus* resultando en una amplia variación evidente a escala regional o de clones. La mayor tolerancia a sequía se asocia con la resistencia al cerambícido *Phoracantha semipunctata*. Los autores concluyen que los orígenes de *E. globulus* más susceptibles a la sequía corresponden a King Island y la costa oeste de Tasmania, mientras que los más tolerantes son los de Jeerelang y el norte de Tasmania.

La supervivencia inicial de las pruebas de progenie de polinización abierta fue de 92% gracias a la intensiva silvicultura de establecimiento. El ensayo de polinización controlada evidenció una supervivencia menor, 63% a los 20 meses, debido a daño por animales, por lo mismo el bloque que concentró este problema fue excluido del análisis genético.

Los altos valores de la heredabilidad estimada para altura y DAP ponen de manifiesto la excelente calidad de los ensayos y generan expectativas de aumentar la ganancia genética mediante selección a nivel individual y de familias para el material de origen australiano y para las selecciones de raza local. Estos resultados han sido obtenidos tras un largo periodo de sequía que se ha extendido por 14 años en la zona donde se ubican los ensayos, de modo que es posible albergar grandes expectativas de ganancia genética en años con más precipitación.

Las correlaciones genéticas entre sitios se muestran cercanas a cero, indicando una alta interacción del material genético con las condiciones de sitio de los ensayos. Esta obedece principalmente a las diferencias en características del suelo y variación microclimática entre las áreas de Chillán y San Carlos.

Las evidentes diferencias entre los rankings de San Vicente y La Posada dan cuenta de la incidencia de la interacción genotipo ambiente y se pueden explicar en función de diferencias ambientales entre los sitios de ensayo, las cuales favorecen de forma preferencial el desempeño del material de secano en el sitio del primer ensayo. En estas condiciones es recomendable el uso de rankings y selecciones específicas para cada sitio, más que de un ranking conjunto para evaluarlos a ambos simultáneamente.

En el ensayo El Mirador los híbridos intraespecíficos que combinan atributos de las madres australianas del huerto semillero, con padres tolerantes a sequía de la raza local, exhiben mejor desarrollo que las progenies de polinización abierta de las madres australianas. La mejor combinación específica corresponde a la madre australiana N° 40 (Suroeste de Apollo Bay en Victoria), con el padre de raza local N° 72 (árbol seleccionado en Ovalle, región de Coquimbo)

REFERENCIAS

Booth, T. y Pryor L. 1991. Climatic requirements of some commercially important Eucalypt species Forest Ecology and Management 43(1991)

Borralho, N. 1995. The impact of individual tree mixed model methods (BLUP) in tree breeding strategies. En: Eucalyptus Plantation: Improving Fibre Yield and Quality (Eds. B. Potts, N. Borralho, J. Reid, R. Cromer, W. Tibbits y C. Raymond). pp. 141-145. Proc. CRC-IUFRO. Conf., Hobart, 19-24 Feb. CRC for Temperate Hardwood Forestry, Hobart (Australia).

Caivin, B. 1988. Pistil treatments for improved fertility in hybridization of *E. gunnii* (Hook). In sexual reproduction in higher plants: proceedings of the 10th International Symposium on the sexual reproduction of the high plants, 30th May to 4th June 1988. University of Siena, Siena, Italy. (Ed. PG M. Cresti, E. Pacini) pp 321-325 (Springer-Verlag, Berlin).

Dutkowsky, G. 1995. Genetic variation in drought susceptibility of *Eucalyptus globulus ssp globulus* in plantations in Western Australia. In : Potts BM, Borralho NMG, Reid JB, Cromer RN, Tibbits WN, Raymond CA (eds) Eucalypt plantations : improving the fibre yield and quality. CRC for temperate Hardwood Forestry, Hobart, Tasmania, pp 199-203

Dutkowski, G. and Potts, B. 1999. Geographical patterns of genetic variation in *Eucalyptus globulus ssp. globulus* and a revised racial classification. Aust J Bot 46:237–263

Dutkowski G.; Potts, B.; Borralho, N. 1997. Revised racial classification of *Eucalyptus globulus ssp. globulus* and the importance of including race in analysis of progeny trials. IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. EMBRAPA, Colombo, Salvador, Bahia, Brazil, pp 322–329

Espejo, J.; England, N. and Griffin, R. 1995. Results of a crossing program with *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* in Chile. In: Potts, B.; Borralho, N.; Reid, J.; Cromer, R.; Tibbits, W. and Raymond, C. (eds) Eucalypt plantations: improving fibre yield and quality. Proc. CRCTHF-IUFRO Conf, Hobart, 19–24 Feb. CRC for Temperate Hardwood Forestry, Hobart, Tasmania, pp 239–240

Gilmour, A.R.; Thompson, R. and Cullis, B.R. 1995. Average information REML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in linear mixed models. Biometrics 51:1440-1450.

Gilmour, A.R.; Thompson, R.; Cullis, B.R. and Welham, S.J. 1997. ASREML user's manual. July 24, 1997. 100 p.

Henderson, C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph Press, Guelph.

Potts, B.M. y Dutkowski, 2012. Genetic variation in the susceptibility of *Eucalyptus globulus* to drought damage. Tree genetics & genomes. Springer.

Rojas, P. and Griffin, R., 1997. Fibre Yield Improvement Program (FYIP) of *E. globulus* Labill in Santa Fe Group. In: Proceedings of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalyptus. Salvador, Brasil. Pp 206-211

Rojas, P.; Ramirez de Arellano, P.; Contardo, C.; Balocchi, C. and Potts, B. 2001. Desarrollo de una metodología para la producción de semilla híbrida intra e interespecífica en un huerto semillero clonal de *Eucalyptus globulus*. Developing the Eucalypt of the Future, p 88

Santis, G. 2005. Mapa de reconocimiento de suelos de la región del Biobío (sector Norte). Memoria de Título, Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Toro, M.; Silió, M.; Rodríguez, C.; Soria, F. and Toval, G. 1998. Genetic analysis of survival to drought in *Eucalyptus globulus* in Spain. Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, NSW, Australia, Vol. 27, Pp: 499–502.

Wei, X. y N.M.G. Borralho. 1996. A simple model to describe age trends in heritability in short rotation tree species. En: "Tree improvement for sustainable tropical forestry". (Eds. Dieters, M.J.; A.C. Matheson; D.G. Nikles; C.E. Harwood y S.M. Walkers). pp 178-181. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Caloundra, Queensland, Australia. 27 Oct.-1 Nov.

Williams, D.; Potts, B. and Black, P. 1999. Testing single visit pollination procedures for *Eucalyptus globulus* and *E. nitens*. Australian Forestry 62, 346-352

APÉNDICE 1
RANKING DE ÁRBOLES INDIVIDUALES DEL ENSAYO LA POSADA
(Primer 5% del ranking)

Madre		Bloque	Arbol	Indice	Ranking
Selección raza local N°	57	4	4	7,039	1
Selección raza local N°	57	4	3	6,548	2
Selección raza local N°	104	5	1	5,656	3
Selección raza local N°	22	5	4	5,483	4
Selección raza local N°	7	5	3	4,804	5
Selección raza local N°	52	2	3	4,560	6
Selección raza local N°	79	1	1	4,527	7
Selección raza local N°	74	4	4	4,507	8
Selección raza local N°	104	1	1	4,481	9
Selección raza local N°	73	6	1	4,461	10
Selección raza local N°	57	4	2	4,457	11
Selección raza local N°	7	4	1	4,362	12
Selección raza local N°	73	6	2	4,316	13
Selección raza local N°	73	6	4	4,302	14
Selección raza local N°	104	6	1	4,246	15
Selección raza local N°	104	5	3	4,225	16
Selección raza local N°	14	2	1	4,167	17
Selección raza local N°	106	2	4	4,060	18
Selección raza local N°	57	6	3	4,026	19
Selección raza local N°	79	3	1	3,959	20
Selección raza local N°	57	4	1	3,908	21
Selección raza local N°	57	6	2	3,888	22
Selección raza local N°	57	5	4	3,887	23
Selección raza local N°	73	6	3	3,824	24
Madre australiana en HSC N°	33	1	2	3,804	25
Madre australiana en HSC N°	1	6	1	3,788	26
Madre australiana en HSC N°	2	4	1	3,760	27
Selección raza local N°	104	6	2	3,697	28
Selección raza local N°	42	5	4	3,676	29
Selección raza local N°	91	3	1	3,662	30
Selección raza local N°	104	5	2	3,660	31
Selección raza local N°	16	3	4	3,645	32
Selección raza local N°	104	4	2	3,631	33
Selección raza local N°	27	1	2	3,621	34
Selección raza local N°	28	4	1	3,619	35
Selección raza local N°	7	5	1	3,618	36
Selección raza local N°	91	3	2	3,618	37
Selección raza local N°	91	3	4	3,582	38
Selección raza local N°	74	5	1	3,459	39
Selección raza local N°	20	1	3	3,406	40
Madre australiana en HSC N°	2	1	4	3,379	41
Madre australiana en HSC N°	15	5	4	3,379	42
Selección raza local N°	7	3	1	3,356	43
Selección raza local N°	91	4	1	3,345	44
Selección raza local N°	36	1	3	3,340	45
Selección raza local N°	33	3	3	3,228	46
Madre australiana en HSC N°	2	1	1	3,228	47
Selección raza local N°	104	1	4	3,193	48
Selección raza local N°	104	5	4	3,081	49
Selección raza local N°	66	1	3	3,035	50
Madre australiana en HSC N°	2	6	3	3,031	51
Selección raza local N°	73	2	1	2,996	52
Selección raza local N°	106	4	1	2,993	53
Madre australiana en HSC N°	15	5	1	2,981	54
Selección raza local N°	57	1	1	2,972	55
Selección raza local N°	57	6	1	2,970	56
Selección raza local N°	106	2	3	2,947	57
Selección raza local N°	74	2	3	2,936	58
Selección raza local N°	79	1	3	2,936	59
Selección raza local N°	27	1	4	2,935	60

APÉNDICE 2
RANKING FAMILIAR ENSAYO LA POSADA

Madre		Índice	Ranking
Selección raza local N°	57	2,67180217	1
Selección raza local N°	104	2,52014762	2
Selección raza local N°	91	1,76639682	3
Selección raza local N°	79	1,65484552	4
Selección raza local N°	106	1,42681611	5
Madre australiana en HSC N°	6	1,4072	6
Selección raza local N°	73	0,98934691	7
Selección raza local N°	28	0,97498714	8
Madre australiana en HSC N°	33	0,96845824	9
Selección raza local N°	42	0,96616132	10
Selección raza local N°	52	0,96334056	11
Selección raza local N°	74	0,9587	12
Madre australiana en HSC N°	2	0,84792555	13
Selección raza local N°	36	0,74515261	14
Selección raza local N°	7	0,74284205	15
Selección raza local N°	27	0,68649739	16
Selección raza local N°	16	0,57372084	17
Selección raza local N°	66	0,56876781	18
Madre australiana en HSC N°	15	0,3723813	19
Selección raza local N°	22	0,35844634	20
Selección raza local N°	25	0,30873333	21
Selección raza local N°	14	0,21776542	22
Selección raza local N°	12	0,21278558	23
Selección raza local N°	20	0,15666133	24
Selección raza local N°	41	-0,03982068	25
Selección raza local N°	92	-0,1439769	26
Madre australiana en HSC N°	1	-0,22082875	27
Selección raza local N°	54	-0,32854167	28
Selección raza local N°	86	-0,33806455	29
Selección raza local N°	3	-0,35915706	30
Madre australiana en HSC N°	13	-0,3594	31
Madre australiana en HSC N°	16	-0,360625	32
Selección raza local N°	39	-0,46962227	33
Selección raza local N°	30	-0,48094623	34
Madre australiana en HSC N°	7	-0,58022009	35
Madre australiana en HSC N°	11	-0,678755	36
Selección raza local N°	40	-0,69787455	37
Madre australiana en HSC N°	25	-0,79013496	38
Selección raza local N°	107	-0,98591	39
Selección raza local N°	105	-1,22748273	40
Selección raza local N°	81	-1,265737	41
Madre australiana en HSC N°	26	-1,43655048	42
Selección raza local N°	96	-1,882925	43
<i>E. cladocalyx</i> (control)		-2,80899524	44
Selección raza local N°	69	-3,05135909	45
<i>E. camaldulensis</i> (control)		-5,05761905	46

APÉNDICE N° 3
RANKING DE ÁRBOLES INDIVIDUALES DEL ENSAYO SAN VICENTE (Primer 5% del ranking)

Madre		Bloque	Árbol	Índice	Ranking
Madre australiana en HSC N°	115	2	3	5,5262057	1
Selección raza local N°	241	2	4	5,2254703	2
Selección raza local N°	266	1	4	4,994102	3
Selección raza local N°	291	1	1	4,6599186	4
Selección raza local N°	273	2	4	4,4802804	5
Madre australiana en HSC N°	17	2	2	4,4187061	6
Selección raza local N°	27	2	1	4,343686	7
Selección raza local N°	273	6	2	4,2839837	8
Selección raza local N°	212	2	3	4,1811061	9
Selección raza local N°	294	4	4	4,1448467	10
Madre australiana en HSC N°	125	2	4	4,087858	11
Madre australiana en HSC N°	17	4	1	4,0411099	12
Madre australiana en HSC N°	16	2	1	3,8973849	13
Selección raza local N°	2106	1	3	3,8590675	14
Selección raza local N°	294	5	2	3,8135566	15
Selección raza local N°	227	3	4	3,7985884	16
Madre australiana en HSC N°	115	3	4	3,7740577	17
Madre australiana en HSC N°	115	2	1	3,7443568	18
Madre australiana en HSC N°	12	5	3	3,7346548	19
Selección raza local N°	279	5	4	3,6344548	20
Selección raza local N°	2106	3	3	3,5805051	21
Selección raza local N°	2104	2	3	3,5642643	22
Selección raza local N°	291	3	1	3,5577056	23
Selección raza local N°	212	2	4	3,5524695	24
Selección raza local N°	294	5	4	3,5419592	25
Madre australiana en HSC N°	17	2	1	3,541004	26
Selección raza local N°	291	5	4	3,4223789	27
Selección raza local N°	291	5	3	3,3476499	28
Selección raza local N°	291	5	1	3,3347144	29
Selección raza local N°	2104	2	1	3,328712	30
Selección raza local N°	2104	1	2	3,2819972	31
Madre australiana en HSC N°	133	4	2	3,2647931	32
Madre australiana en HSC N°	115	5	2	3,2594481	33
Selección raza local N°	273	4	3	3,2156739	34
Madre australiana en HSC N°	17	4	4	3,186644	35
Madre australiana en HSC N°	17	5	4	3,1697136	36
Madre australiana en HSC N°	133	3	2	3,1650193	37
Selección raza local N°	279	2	2	3,1458441	38
Selección raza local N°	294	3	3	3,130752	39
Selección raza local N°	216	3	4	3,1002577	40
Selección raza local N°	291	1	2	3,0709863	41
Madre australiana en HSC N°	11	4	2	3,0439974	42
Selección raza local N°	254	5	1	3,0331768	43
Selección raza local N°	216	3	3	3,0325341	44
Selección raza local N°	294	3	2	3,0316354	45
Madre australiana en HSC N°	16	3	1	3,0311356	46
Selección raza local N°	252	3	3	3,0063064	47
Selección raza local N°	273	6	1	2,9915313	48
Madre australiana en HSC N°	115	3	2	2,9486315	49
Selección raza local N°	267	3	2	2,9390835	50
Madre australiana en HSC N°	125	3	3	2,9332856	51
Madre australiana en HSC N°	12	2	2	2,9201885	52
Madre australiana en HSC N°	17	4	2	2,9145517	53
Selección raza local N°	266	6	3	2,848331	54
Madre australiana en HSC N°	116	3	3	2,8400611	55
Madre australiana en HSC N°	214	3	4	2,8279951	56
Selección raza local N°	214	3	2	2,8246998	57
Selección raza local N°	288	5	4	2,8155485	58
Madre australiana en HSC N°	111	3	2	2,8108821	59
Madre australiana en HSC N°	115	5	3	2,7889172	60

APÉNDICE 4
RANKING FAMILIAR ENSAYO SAN VICENTE

Madre	Índice	Ranking
Madre australiana en HSC 7	2,25565915	1
Selección raza local 73	2,20547693	2
Selección raza local 91	1,7056267	3
Madre australiana en HSC 2	1,54351931	4
Madre australiana en HSC 15	1,46626584	5
Madre australiana en HSC 25	1,41617116	6
Selección raza local 94	1,3202014	7
Selección raza local 106	1,29572023	8
Selección raza local 104	1,12211162	9
Selección raza local 27	1,03146224	10
Madre australiana en HSC 33	1,00562934	11
Madre australiana en HSC 26	0,82656977	12
Selección raza local 57	0,77506622	13
Selección raza local 79	0,62293193	14
Selección raza local 56	0,60618136	15
Selección raza local 61	0,559407	16
Selección raza local 101	0,54913276	17
Selección raza local 41	0,54256724	18
Madre australiana en HSC 6	0,48619052	19
Selección raza local 36	0,47833677	20
Selección raza local 74	0,46221787	21
Selección raza local 67	0,41436574	22
Madre australiana en HSC 16	0,36010013	23
Madre australiana en HSC 5	0,33917801	24
Selección raza local 14	0,32443498	25
Selección raza local 12	0,31361742	26
Selección raza local 7	0,27319644	27
Selección raza local 96	0,26276717	28
Selección raza local 66	0,25413019	29
Selección raza local 34	0,23529513	30
Selección raza local 5	0,12056915	31
Selección raza local 30	0,094049	32
Selección raza local 16	0,09202543	33
Selección raza local 88	0,03523804	34
Selección raza local 52	-0,0420195	35
Madre australiana en HSC 1	-0,0464149	36
Selección raza local 15	-0,21443658	37
Selección raza local 42	-0,29089678	38
Selección raza local 20	-0,2950097	39
Selección raza local 81	-0,30946729	40
Selección raza local 107	-0,41292309	41
Selección raza local 39	-0,45366593	42
Selección raza local 28	-0,45536621	43
Selección raza local 92	-0,47506363	44
Selección raza local 3	-0,49361041	45
Selección raza local 29	-0,51230091	46
Madre australiana en HSC 11	-0,53235132	47
Selección raza local 86	-0,57353166	48
Selección raza local 23	-0,57906364	49
Selección raza local 22	-0,6410808	50
Selección raza local 54	-0,72671268	51
Selección raza local 71	-0,76747157	52
Selección raza local 89	-0,92353819	53
Selección raza local 40	-1,02160338	54
Selección raza local 69	-1,12285684	55
Selección raza local 100	-1,17628431	56
Madre australiana en HSC 13	-1,21797325	57
Selección raza local 105	-1,26816508	58
Selección raza local 24	-1,34705699	59
Selección raza local 37	-1,47643352	60
<i>E. cladocalyx</i> (control)	-2,53366003	61
<i>E. camaldulensis</i> (control)	-2,59086234	62
Selección raza local 26	-2,85304116	63

APÉNDICE N° 5
RANKING DE ÁRBOLES INDIVIDUALES DEL ENSAYO EL MIRADOR
(Primer 5% del ranking)

Madre	Padre	Bloque	Árbol	Índice	Ranking
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	4	1	1,8215509	1
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	2	4	1,7878094	2
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	4	2	1,7415281	3
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	3	1	1,5995291	4
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	4	3	1,4938209	5
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	3	4	1,4197365	6
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	2	1	1,3772993	7
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	2	3	1,3674557	8
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	2	1	1,3513942	9
Madre australiana en HSC N° 5	Polinización abierta	4	2	1,3333151	10
Madre australiana en HSC N° 15	Polinización abierta	2	1	1,3176111	11
Madre australiana en HSC N° 7	Polinización abierta	6	3	1,2971283	12
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	1	4	1,2888057	13
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	1	4	1,2786163	14
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	1	1	1,2403794	15
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	3	2	1,2365522	16
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	1	2	1,2356149	17
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	4	4	1,2255789	18
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	2	3	1,2157249	19
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	3	2	1,1949197	20
Madre australiana en HSC N° 40	Polinización abierta	4	1	1,1767015	21
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	3	3	1,128114	22
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	3	4	1,127321	23
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	1	2	1,111656	24
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	3	4	1,0863307	25
Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 22	3	2	1,0673663	26
Madre australiana en HSC N° 32	Mezcla polen raza local	4	4	1,0496005	27
Madre australiana en HSC N° 40	Polinización abierta	3	1	1,0262551	28
Madre australiana en HSC N° 15	Polinización abierta	6	4	0,9930375	29
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	3	3	0,9862554	30
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	6	1	0,9732307	31
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 83	6	2	0,958893	32
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 22	2	3	0,9510969	33
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	3	3	0,9488349	34
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	2	4	0,9465664	35
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 22	2	4	0,943436	36
Madre australiana en HSC N° 33	Polinización abierta	6	3	0,93613	37
Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 22	6	2	0,9264905	38
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	2	2	0,923533	39
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	3	1	0,9214491	40
Madre australiana en HSC N° 5	Polinización abierta	4	3	0,9212606	41
Madre australiana en HSC N° 40	Polinización abierta	2	3	0,9208979	42
Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	2	1	0,9138571	43
Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	2	2	0,913705	44
Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	3	4	0,9129172	45

APÉNDICE 6
RANKING FAMILIAR POR CRUZA ENSAYO EL MIRADOR
(Aptitud combinatoria específica de las cruzas)

Cruza	Madre	Padre	Índice	Ranking
228	Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 72	1,26750978	1
23	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 72	1,09328489	2
22	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 70	0,67284127	3
211	Madre australiana en HSC N° 15	Selección raza local N° 70	0,65257272	4
140	Madre australiana en HSC N° 40	Polinización abierta	0,59619022	5
21	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 22	0,53436903	6
15	Madre australiana en HSC N° 5	Polinización abierta	0,49727608	7
220	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 22	0,4783704	8
221	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 70	0,45495939	9
226	Madre australiana en HSC N° 32	Mezcla polen raza local	0,35488413	10
29	Madre australiana en HSC N° 7	Selección raza local N° 70	0,33170001	11
229	Madre australiana en HSC N° 40	Selección raza local N° 83	0,28828697	12
666	<i>E. globulus</i> (control)		0,28706452	13
115	Madre australiana en HSC N° 15	Polinización abierta	0,27002784	14
25	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 83	0,26955108	15
222	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 80	0,23165309	16
223	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 83	0,21151557	17
24	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 80	0,1957799	18
27	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 89	0,17995727	19
225	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 89	0,15535348	20
215	Madre australiana en HSC N° 15	Mezcla polen raza local	0,15510674	21
26	Madre australiana en HSC N° 5	Selección raza local N° 86	0,12128858	22
216	Madre australiana en HSC N° 26	Selección raza local N° 70	0,02957803	23
17	Madre australiana en HSC N° 7	Polinización abierta	-0,00321343	24
210	Madre australiana en HSC N° 7	Selección raza local N° 80	-0,09543659	25
224	Madre australiana en HSC N° 32	Selección raza local N° 86	-0,11182355	26
219	Madre australiana en HSC N° 26	Mezcla polen raza local	-0,12369818	27
126	Madre australiana en HSC N° 26	Polinización abierta	-0,16932153	28
218	Madre australiana en HSC N° 26	Selección raza local N° 83	-0,21379001	29
133	Madre australiana en HSC N° 33	Polinización abierta	-0,39014624	30
217	Madre australiana en HSC N° 26	Selección raza local N° 80	-0,40023289	31
444	<i>E. camaldulensis</i> (control)		-1,47092108	32

APÉNDICE 7
RANKING FAMILIAR POR MADRE ENSAYO EL MIRADOR
(Aptitud combinatoria general madres)

Madre	Índice	Ranking
Madre australiana en HSC N° 40	0,71732899	1
Madre australiana en HSC N° 15	0,50558665	2
Madre australiana en HSC N° 5	0,39484482	3
<i>E. globulus</i> (control)	0,28706452	4
Madre australiana en HSC N° 32	0,25437718	5
Madre australiana en HSC N° 7	0,07768333	6
Madre australiana en HSC N° 26	-0,17549291	7
Madre australiana en HSC N° 33	-0,39014624	8
<i>E.camaldulensis</i> (control)	-1,47092108	9

APÉNDICE 8
RANKING FAMILIAR POR PADRE ENSAYO EL MIRADOR
(Aptitud combinatoria general padres)

Padre	Índice	Ranking
Selección raza local N° 72	1,22395356	1
Selección raza local N° 22	0,50636971	2
Selección raza local N° 70	0,48641775	3
Selección raza local N° 89	0,16791712	4
Selección raza local N° 83	0,16502294	5
Mezcla polen raza local	0,13550761	6
Selección raza local N° 80	0,0184712	7
Selección raza local N° 86	0,00473251	8
Polinizac abierta HSC	-0,07699816	9

RESGATE E ESTABELECIMENTO DE GERMOPLASMA *IN VITRO* DE MATRIZES DE *Eucalyptus cloeziana* F. MUELL

Oliveira, L. S. De ⁷; Vieira, I. G. ⁸; Almeida, C. V. ⁹ e Almeida, M. De ¹

RESUMO

A micropropagação apresenta-se como uma alternativa promissora para resgatar e conservar o germoplasma de genótipos de interesse, constituindo-se em alternativa valiosa para a manutenção de coleções de plantas matrizes que podem ser incorporadas em programas de melhoramento de espécies florestais.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito dos meios de cultura MS, WPM e JADS no estabelecimento *in vitro* de gemas epicórmicas de *Eucalyptus cloeziana*, procedentes de árvores de 26 anos de idade.

A avaliação do experimento foi realizada 25 dias após a introdução *in vitro*, sendo que o meio de cultura MS apresentou os melhores resultados quanto ao número de gemas induzidas e baixos percentuais de contaminação por fungos e bactérias, constituindo a melhor formulação nutritiva para o resgate e a conservação *in vitro* destes materiais genéticos.

Palavras chaves: Micropropagação; *Eucalyptus*; Conservação *in vitro*; Meio de cultura.

SUMMARY

Micropropagation is a promising alternative to rescue and conserve the germplasm of interest genotypes, constituting a valuable alternative for the plant collections maintenance of matrices that can be incorporated into breeding programs of forestry species.

This work aimed to evaluate the effect of the medium culture MS, WPM and JADS on the *in vitro* establishment of the epicormic buds from trees with 25 years old of *Eucalyptus cloeziana*.

The experiment evaluation was performed 25 days after the *in vitro* introduction, and the MS medium showed the best results to induce buds number and with low rates of fungi and bacteria contamination, showed the best nutritional formulation for *in vitro* rescue and conservation of these genetics materials.

Key words: Micropropagation; *Eucalyptus*; *In vitro* conservation; Culture medium.

⁷ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)/Universidade de São Paulo (USP); Brasil. (leandroliveira@usp.br; mdalmeida@usp.br);

⁸ Instituto de Pesquisa e Estudo Florestais (IPEF); Brasil (Israel@ipef.br);

⁹ *In Vitro* Palm Consultoria. Estudo e Desenv. Biológico Ltda; Brasil (invitropalm@hotmail.com)

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de *Eucalyptus*, o *E. cloeziana* tem despertado o interesse por parte de diversos setores da atividade florestal em razão das características tecnológicas da madeira, de grande durabilidade, de excelente qualidade para serrarias, para a produção de carvão e uso na construção civil (Almeida *et al.*, 2007).

O *E. cloeziana* tem a particularidade de constituir a única espécie do subgênero *Idiogenes*. No Brasil, esta espécie foi introduzida há mais de 50 anos (Golfari *et al.*, 1978), apresentando bom crescimento nos locais onde foi plantado, destacando-se como uma das melhores espécies. Embora diferentes procedências dessa espécie tenham sido testadas no país, ainda há carência de maiores estudos quanto à variabilidade destas entre e dentre locais.

Entretanto, ainda residem dificuldades que têm limitado a propagação de forma plena na silvicultura clonal por meio da estaquia, principalmente para o *E. cloeziana*. Alfenas *et al.* (2009), afirmam que até o presente momento, esta espécie tem sido considerada de difícil enraizamento, pelos baixos índices de sucesso neste processo, comparada a outras espécies de *Eucalyptus*.

Esse entrave traz sérias consequências para os programas de melhoramento florestal que se baseiam na multiplicação de genótipos adultos selecionados (Watt *et al.*, 2003).

Nesse contexto, técnicas alternativas como a micropropagação, visando o rejuvenescimento clonal, se constituem como alternativa valiosa para a manutenção de coleções de plantas matrizes que podem ser incorporadas em programas de melhoramento florestal da espécie. A micropropagação via proliferação de gemas axilares tem sido a mais utilizada, em *Eucalyptus* (Borges *et al.*, 2011), com aplicações comprovadas na área florestal (Xavier *et al.*, 2009).

O estabelecimento *in vitro* inicia-se com o manejo das plantas matrizes e a seleção dos explantes mais adequados para a micropropagação e finaliza-se com a obtenção de uma cultura adaptada às condições *in vitro* (Borges *et al.*, 2011). Dessa forma, a desinfestação dos segmentos nodais tem papel relevante para o sucesso do estabelecimento *in vitro* (Almeida *et al.*, 2009).

Dentre as substâncias utilizadas para a desinfestação dos explantes, o cloro em associação com o etanol é o princípio ativo mais utilizado (Brondani *et al.*, 2009). Nesta fase, a contaminação por fungos e bactérias e a recalcitrância de alguns materiais genéticos tem sido os principais problemas encontrados (George e Debergh, 2008).

Os meios de cultura utilizados na micropropagação fornecem as substâncias essenciais para o crescimento dos tecidos e controlam, em grande parte, o padrão de desenvolvimento *in vitro*. Na micropropagação de *Eucalyptus*, o meio de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962) tem sido o mais utilizado (Sobrosa e Corder, 2003; Watt *et al.*, 2003; Glocke, *et al.*, 2006; Brondani *et al.*, 2009; Borges *et al.*, 2011). O meio JADS (Correia *et al.*, 1995) também tem sido testado com sucesso em alguns trabalhos de micropropagação com as espécies do gênero (Andrade *et al.*, 2006; Bravo *et al.*, 2008), bem como o meio WPM (Brondani *et al.*, 2012).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver um protocolo para o resgate de material adulto de árvores matrizes de *Eucalyptus cloeziana*, visando a sua utilização para a conservação *ex situ* de germoplasma via micropropagação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas 4 matrizes de *E. cloeziana*, com idade de 26 anos de uma população base de progênies de 25 árvores (CSIRO 14425, Lat. 26°18', Long. 152°18', Alt. 600 m – Gympie – Queensland), cujas sementes foram coletadas em 1983 na Austrália para o programa da EMBRAPA – Banco de Conservação Genética.

A seleção das matrizes foi feita de acordo com o diâmetro à altura do peito (DAP), altura, forma do fuste, formato da copa e ausência de doenças. As árvores matrizes selecionadas encontram-se plantadas na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi, São Paulo (ESALQ/USP).

O resgate no campo das árvores selecionadas de *E. cloeziana* foi realizado, conforme relatado por Almeida *et al.* (2007), por meio da retirada de galhos situados na posição mais baixa da copa, para minimizar os efeitos da idade ontogenética.

Os galhos podados foram seccionados em segmentos (megaestacas) de aproximadamente 0,60 m de comprimento. Estas foram colocadas em condições de casa de vegetação, sob nebulização, na posição vertical dentro de vasos de polipropileno (3L) preenchidos com areia lavada para a indução de gemas epicórmicas.

O material utilizado como explante foram gemas epicórmicas desenvolvidas nas megaestacas. Antes da coleta das gemas, fez-se a aplicação do fungicida Orthocide 500[®] (Captan 50% como princípio ativo) a 2,4 g L⁻¹.

Gemas epicórmicas, medindo entre 15 e 30 mm, foram coletadas retirando-se as folhas do segundo nó (quando existentes), e reduzindo pela metade as folhas apicais. Após a coleta, os explantes foram imersos em água desionizada e transportados ao laboratório.

Inicialmente os explantes foram lavados em água corrente durante vinte minutos com duas gotas de Twenn 20, procedendo-se em seguida com lavagem em água desionizada autoclavada.

Na sequência os explantes foram colocados em solução do fungicida contendo 2,4 g L⁻¹ de Orthocide[®], por 15 minutos, ao final dos quais realizou-se três lavagens em água desionizada autoclavada.

Em seguida, os explantes foram imersos em solução de álcool (70%) durante 20 segundos, sendo depois, colocados em NaOCl 1% (v/v) Brilhante[®] por 5 minutos, adicionados de três gotas Tween 20. Ao final desse tratamento os explantes foram lavados em água desionizada autoclavada por quatro vezes.

Após a desinfestação, os explantes foram inoculados em tubos de ensaio (10 x 2,5 cm) contendo 10 mL de meio de cultura.

Foram utilizados os meios de cultura MS (Murashige e Skoog, 1962), WPM (Lloyd e McCown, 1980) e JADS (Correia *et al.*, 1995) (Tabela 1), adicionados de sacarose (30,0 mg.L⁻¹) e ágar (4,5 mg.L⁻¹). Os mesmos foram mantidos em câmara de crescimento a 26±2°C e fotoperíodo de 12 horas e irradiância de 50±2 μmol m⁻² s⁻¹, por 30 dias.

O número de gemas formadas por explante, a porcentagem de contaminação fúngica e bacteriana foram avaliados ao fim de 30 dias de subcultivo.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (4x3), avaliando-se quatro clones e três meios de cultura, contendo quatro repetições com seis explantes cada uma das repetições.

Os dados foram analisados por meio das médias e desvio padrão das médias.

Tabela 1
COMPOSIÇÃO BÁSICA DOS MEIOS DE CULTURA MS, WPM E JADS UTILIZADOS NO ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DOS QUATRO CLONES DE *E. cloeziana*.

Composição	Concentração (mg L ⁻¹)		
	MS ⁽¹⁾	WPM ⁽²⁾	JADS ⁽³⁾
Macro e micronutrientes			
NH ₄ NO ₃	1650,0	400,0	320,0
KNO ₃	1900,0	-	809,0
CaCl ₂ . 2H ₂ O	440,0	96,0	-
Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	-	556,0	1118,0
KH ₂ PO ₄	170,0	170,0	408,0
K ₂ SO ₄	-	990,0	-
MgSO ₄ . 7H ₂ O	370,0	370,0	739,5
MnSO₄ . 7H₂O	16,9	16,9	16,9
CuSO ₄ . 5H ₂ O	0,025	0,25	1,25
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	8,6	8,6	4,32
FeSO ₄ . 7H ₂ O	27,8	27,8	55,6
Na ₂ EDTA . 2 H ₂ O	37,3	37,3	74,5
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	3,1
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,25	0,25	0,15
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0,025	-	0,25
KI	0,83	-	-
Vitaminas			
Tiamina HCl	0,10	1,0	5,0
Piridoxina HCl	0,50	1,0	0,5
Ácido Nicotínico	0,50	1,0	0,5
Pantotenato de Ca ⁺²	-	1,0	2,4
Biotina	-	0,01	-
Fonte de aminoácido			
L-cisteína	-	-	5,0
Glicina	2,0	1,0	-
Fonte de carbono			
Mio Inositol	100,0	100,0	100,0
Sacarose	30000,0	30000,0	30000,0

⁽¹⁾ Adaptado segundo Murashige e Skoog (1962)

⁽²⁾ Adaptado segundo Lloyd e McCown (1980)

⁽³⁾ Adaptado segundo Correia *et al.* (1995).

RESULTADOS

Os resultados demonstraram que os genótipos de *E. cloeziana* tiveram respostas bastante similares quanto às características avaliadas no estabelecimento *in vitro* nos diferentes meios de cultura.

Os valores médios da contaminação bacteriana foram menores no meio de cultura MS para os quatro clones, com valores abaixo de 1,5% (Figura 1).

A contaminação por bactérias teve uma amplitude de variação de 0,75% (clone 5) a 2,0% (clone 6), apresentando assim para todos os clones, independentemente do meio de cultura, baixo percentual de contaminação.

Portanto, a contaminação bacteriana não representou um entrave para o estabelecimento da cultura e para a emissão de brotações axilares nos explantes, permitindo a seu desenvolvimento mesmo nos explantes com manifestação bacteriana.

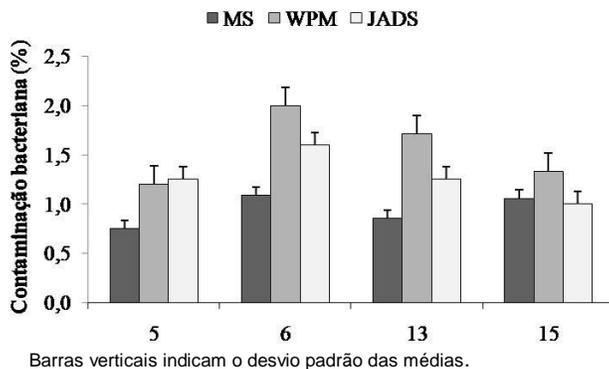


Figura 1
MÉDIAS DE EXPLANTES CONTAMINADOS POR BACTÉRIAS EM QUATRO CLONES DE *E. cloeziana* EM TRÊS DIFERENTES MEIOS DE CULTURA (MS, WPM E JADS), AOS 25 DIAS APÓS A INOCULAÇÃO.

A contaminação fúngica ocorreu em menor proporção comparativamente à bacteriana não sendo constatada para os clones 5 e 13 (Figura 2). Os maiores percentuais de contaminação fúngica foram encontrados para o clone 6 no meio JADS (6%) e WPM (3,8%). O clone 15 apresentou também contaminação fúngica no estabelecimento *in vitro* dos explantes nos meios de cultura MS e WPM, porém com percentuais inferiores a 1,8%.

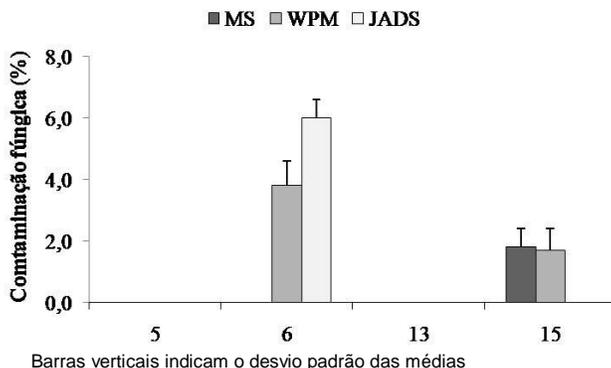


Figura 2
MÉDIAS DE EXPLANTES CONTAMINADOS COM FUNGOS EM QUATRO CLONES DE *E. cloeziana* EM TRÊS DIFERENTES MEIOS DE CULTURA (MS, WPM E JADS), AOS 25 DIAS APÓS A INOCULAÇÃO

Em relação ao processo de indução de gemas axilares nos explantes, o número de gemas obtidas foi semelhante entre os clones nos diferentes meios de cultura. Independentemente do clone o número médio de gemas foi maior no meio de cultura MS (Figura 3).

As gemas obtidas nos meios de cultura MS e WPM apresentaram bom vigor vegetativo, sendo aptas para serem transferidas para a fase de multiplicação *in vitro*. As gemas axilares iniciaram seu desenvolvimento a partir do sétimo dia de cultivo *in vitro*, sendo observado na região axilar das folhas.

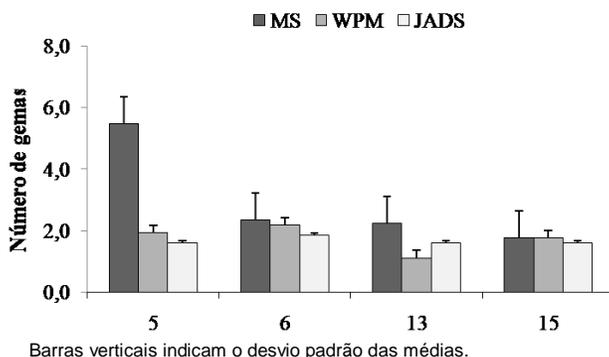


Figura 3

NÚMERO MÉDIO DE GEMAS POR EXPLANTE DE QUATRO CLONES DE *Eucalyptus cloeziana* EM TRÊS DIFERENTES MEIOS DE CULTURA (MS, WPM E JADS), AOS 25 DIAS APÓS A INOCULAÇÃO.

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou a determinação de uma metodologia de resgate e estabelecimento *in vitro* de clones de *E. cloeziana*. Para tanto, os resultados demonstraram sucesso no desenvolvimento de um eficiente protocolo de micropropagação clonal via proliferação de gemas axilares não apenas para a conservação de germoplasma destes genótipos, mas também para a sua multiplicação massal e posterior utilização em programas de melhoramento genético da espécie.

O protocolo de desinfestação dos explantes com NaOCl revelou-se eficiente para o controle da contaminação fúngica e bacteriana para os clones, com exceção do clone 6, que apresentou o maior percentual de contaminação fúngica, porém, não suficiente para impedir o estabelecimento e multiplicação *in vitro*. A contaminação fúngica constitui em um dos principais fatores responsáveis pela maior perda de material na fase de estabelecimento *in vitro*.

Por se tratar de material de proveniente do campo, o risco de ocorrer este tipo de contaminação no estabelecimento *in vitro* aumenta-se consideravelmente. Dessa forma, a aplicação de fungicida nas brotações epicórmicas ainda na casa de vegetação é recomendada para minimizar esse fator.

Brondani *et al.* (2009) observaram alta contaminação por fungos (41,3%) no estabelecimento *in vitro* de clones de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii*. Da mesma forma, Almeida *et al.* (2007) obtiveram alta contaminação por fungos (superior a 25%) no estabelecimento *in vitro* de *E. dunnii*.

O processo de desinfestação e as condições de cultivo *in vitro* têm papel preponderante na contaminação bacteriana. Embora a contaminação tenha ocorrido de maneira reduzida, isso não afetou o desenvolvimento das gemas epicórmicas *in vitro*, o que reforça o sucesso do protocolo de estabelecimento *in vitro* de material adulto de *E. cloeziana*. Borges *et al.* (2011) encontraram elevada contaminação bacteriana para clones híbridos de *E. globulus*, não afetando, porém, a emissão de brotações axilares.

No presente estudo, as respostas dos clones de *E. cloeziana*, em relação aos meios de cultura foram bastante similares para as características avaliadas. Sharma e Ramamurthy (2000), estudando o estabelecimento *in vitro* de *Eucalyptus tereticornis*, também encontraram grandes variações entre os genótipos estudados.

O número de gemas induzidas por explante, no estabelecimento *in vitro* das brotações epicórmicas das árvores matrizes, variou de 1 a 6. As gemas epicórmicas induzidas na megaestaca desenvolveram-se em aglomerados emergidos em pontos aleatórios, apresentando bom vigor vegetativo. Todavia, ao longo do tempo de permanência na casa de vegetação, observou-se um declínio nesse vigor, o que tornou necessária a introdução *in vitro* até no máximo 20 dias após a sua emissão. Esse declínio possivelmente ocorreu em razão da competição entre as gemas por reservas.

Dentre os fatores determinantes para o sucesso da micropropagação destaca-se o meio nutritivo, sendo que diversas formulações tem sido empregadas, diferindo entre si, basicamente em relação à concentração de sais. Há uma especificidade dos materiais genéticos ao meio de cultura, sendo que para cada espécie há uma formulação nutritiva ideal. A composição do meio de cultura tem papel fundamental na multiplicação *in vitro*, uma vez que deve-se levar em conta não apenas os teores totais de nutrientes presentes no meio, mas o quanto destes são disponibilizados para serem absorvidos pela microplanta.

O meio de cultura MS apresentou os melhores resultados constituindo-se na formulação nutritiva mais apropriada para o resgate e o estabelecimento *in vitro* dos clones de *E. cloeziana*. O que corrobora os resultados obtidos por Arya *et al.* (2009), que estabeleceram o meio MS como o melhor para introdução de material adulto de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn x *E. tereticornis* Sm e *Eucalyptus torelliana* F.V. Muell x *E. citriodora* Hook.

Desta forma, a micropropagação via proliferação de gemas axilares constituiu-se em um método de clonagem com alta fidelidade e estabilidade genética, ao se empregar gemas pré-formadas, diminuindo os riscos de variação somaclonal.

Portanto, a metodologia mostra-se como alternativa para a conservação e intercâmbio de material genético *in vitro* de *E. cloeziana*, além de fornecer subsídios para o estabelecimento de protocolos de conservação e melhoramento de outras espécies do gênero *Eucalyptus* com igual ou maior valor genético.

CONCLUSÃO

O meio de cultura MS apresentou os melhores resultados quanto ao número de gemas induzidas e com baixos percentuais de contaminação fúngica e bacteriana, constituindo na melhor formulação nutritiva para o resgate e o estabelecimento *in vitro* de *E. cloeziana*.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal De Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Ao Instituto de Pesquisas de Estudos Florestais (IPEF) pela concessão do material genético e apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Mafia, R. G. e Assis, T. F. de., 2009. Clonagem e doenças do eucalipto. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV., 2009. 500p.
- Almeida, F. D.; Xavier, A. e Dias, J. M., 2007. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. Revista Arvore, v.31, n.3, p.445-453.
- Andrade, W. F.; Almeida, M. e Gonçalves, A. N., 2006. Multiplicação *in vitro* de *Eucalyptus grandis* sob estímulo com benzilaminopurina. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.12, p.1715-1719.
- Arya, I. D.; Sharma, S.; Chauhan, S. e Arya, S., 2009. Micropropagation of superior *Eucalyptus* hybrids FRI-5 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn x *E. tereticornis* Sm) and FRI-14 (*Eucalyptus torelliana* F.V. Muell x *E. citriodora* Hook): A commercial multiplication and field evaluation. African Journal of Biotechnology, v. 8, n.21, p. 5718-5726.

- Borges, S. R.; Xavier, A.; Oliveira, L. S.; Lopes, A. P. e Otoni, W. C., 2011.** Multiplicação *in vitro* de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. Revista Árvore, v.35, n.2, 173-182.
- Bravo, C. D. V.; Gonçalves, A. N.; Dias, C. T. S. e Vencovsky, R., 2008.** Controle genético da regeneração *in vitro* em progênies de *Eucalyptus grandis*. Ciência Rural, v.38, n.8, p.2181-2185.
- Brondani, G. E.; Dutra, L. F.; Grossi, F.; Wendling, I. e Hornig, J., 2009.** Estabelecimento, multiplicação e alongamento *in vitro* de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. Revista Árvore, v.33, n.1, p.11-19.
- Brondani, G. E.; Hansel, F. A.; Dutra, L. F. e Wendling I., 2010.** Desinfestação e meio de cultura para o estabelecimento *in vitro* de segmentos nodais de *Liquidambar styraciflua*. Floresta, v. 40, n. 3, p.541-554.
- Brondani, G. E.; Ondas, H. W. W.; Baccarin, F. J. B.; Gonçalves, A. N. e Almeida, M., 2012.** Micropropagation of *Eucalyptus benthamii* to form a clonal micro-garden. *In Vitro Cellular Development Biology — Plant*.
- Correia, D.; Gonçalves, A. N.; Couto, H. Y. Z. e Ribeiro, M. C., 1995.** Efeito do meio de cultura líquido e sólido no crescimento e desenvolvimento de gemas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* na multiplicação *in vitro*. Scientia Forestalis, n. 48/49, p. 107–116.
- George, E. F. e Debergh, P. C., 2008.** Micropropagation: uses and methods. In: George, E. F.; Hall, A. M.; De Klerk, G.-J. (Eds.). Plant propagation by tissue culture: the background. 3.ed. Dordrecht: Springer, v. 1. p.29-64.
- Glocke, P. Delaporte, K.; Collins, G. e Sedgley, M., 2006.** Micropropagation of juvenile tissue of *Eucalyptus erythronema* x *Eucalyptus stricklandii* cv. 'Urrbrae Gem'. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, v.42, n.2, p.139-143.
- Golfari, L.; Caser, R. L. e Moura, V. P. G., 1978.** Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil: 2. aprox. Série técnica. PRODEPEF, v 11, p. 1-110.
- Lloyd, G. e McCown, B., 1980.** Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society, v. 30, p. 421–427.
- Murashige, T. e Skoog, F., 1962.** A revised medium for rapid growth with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v.15, p.473-497.
- Sharma, S. K. e Ramamurthy, V., 2000.** Micropropagation of 4-year-old elite *Eucalyptus tereticornis* trees. *Plant Cell Reports*, v. 19, n. 5, p. 511–518.
- Sobrosa, R. C. e Corder, M. P. M., 2003.** Efeito do genótipo sobre o potencial para produção de gemas e raízes adventícias em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden *in vitro*. Floresta e Ambiente, v.10, n.1, p.58-68.
- Watt, M. P. Berjak, P.; Aneliswa, M. e Blakway, F., 2003.** *In vitro* field collection techniques for *Eucalyptus* micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v.75, n.3, p.233-240.
- Xavier, A.; Wendling, I. e Silva, R. L., 2009.** Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa: UFV, 272 p.

RESUMEN

En el marco del proyecto FONDEF "Desarrollo de Técnicas de Manejo para Producir Piñones de Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.), una Opción Comercial Atractiva para Chile", las autoras realizan una gira técnica a Turquía e Israel, países que cuentan con bosques nativos y plantaciones de la especie y que comercializan y consumen su principal producto que corresponde a la semilla, conocida como piñón de pino, de muy alto valor en los mercados internacionales de frutos secos.

La gira se efectuó entre el 22 de noviembre y el 8 de diciembre del año 2013 tuvo por objeto conocer la experiencia reunida por los servicios forestales, centros de investigación y productores y elaboradores de ambos países sobre el manejo de esta especie, la cosecha, tratamiento y utilización de sus piñones, y compararla con las experiencias y los prometedores resultados obtenidos hasta ahora por el Instituto Forestal en sus trabajos de introducción y domesticación de esta especie en Chile.

La gira en Turquía incluyó las zonas de Izmir, Aydin y Bergama en la Región del Egeo, en el SW del país, y la zona de Estambul en el NW del país sobre la costa del Mar Negro. En Israel se inició en su capital, Tel Aviv, para después recorrer la región sur o del Negev, en los alrededores de Be'er Sheva; la región central, en las cercanías de Jerusalén, y finalmente la región del norte, pasando por Carmel, Safed y los Altos del Golán.

De lo observado, se concluye que Chile presenta mejores condiciones edafoclimáticas que Israel para el desarrollo del pino piñonero, país que difícilmente lo cultivará comercialmente debido tanto a las limitaciones ambientales como a la política forestal nacional. No obstante ello, resulta impresionante el trabajo realizado en dicho país en el manejo de zonas áridas, aspecto en el que Chile tiene mucho por aprender y aplicar.

Turquía, por su parte, posee una tradición de uso de pino piñonero para la producción de piñones, con extensas superficies de bosques y plantaciones, y con conocimiento respecto del procesamiento y mercado, aunque con escaso manejo, y con presencia de *Leptoglossus* y otras plagas no presentes en Chile, lo que representa una oportunidad para su cultivo.

En ambos países los profesionales en el tema, en especial aquellos en el ámbito de la investigación, manifiestan su interés por la experiencia chilena y por establecer relaciones de colaboración mutua.

Palabras clave: *Pinus pinea*, piñón de pino, manejo, Turquía, Israel.

SUMMARY

As part of the project "Development of Management Techniques to Produce Pine Nuts from Stone Pine (*Pinus pinea* L.), An Attractive Commercial Option for Chile" funded by FONDEF, the authors visited Turkey and Israel, countries with *Pinus pinea* L. forests and plantations, being pine nuts consumed and commercialized with a high commercial and nutritional value and high demand in international markets.

The technical trip was done on November 22 to December 8, 2013, and the objective was to learn about the Israeli and Turkish forest services, research centers and private producer's

experience on the species management and the fruit harvesting and processing, in order to compare it to the promising results obtained so far by the Chilean Forestry Institute in introducing and domesticating the species in the country.

The technical trip in Turkey included the Izmir, Aydin and Bergama areas, in the Aegean Sea region on the South West, and the Istanbul area on the North West, over the Black Sea coast. In Israel it started in Tel Aviv to visit later the Negev region on the south, the Jerusalem area on the central part of the country and finally the Carmel, Safed and Golan Heights areas on the North.

It is concluded that Chile presents better environmental conditions than Israel for the Stone Pine's development. That country most probably will not cultivate it with commercial purposes both due to environmental limitations and to the forest national policy. It must be highlighted the impressive work done in Israel in managing and improving arid zones, from which Chile has to learn from and to apply.

Turkey possesses a tradition of use of Stone Pine for pine nut production, with extensive areas of forests and plantations and with knowledge concerning its elaboration and market. However, forests are scanty managed, and with *Leptoglossus*'s presence and other plagues not present in Chile, this confirm the opportunity for its cropping in Chile.

Professionals mainly from the reserch sector in both countries were very interested on the Chilean experience and showed a strong interest in establishing cooperation relationships with INFOR.

Key words: *Pinus pinea*, pine nut, management, Turkey, Israel.

TURQUÍA

La gira técnica en Turquía se inicia en las zonas de Izmir, Aydin y Bergama en la Región del Egeo, en el SW del país sobre la costa del Mar Egeo, y finaliza en la zona de Estambul en la Región del Mármara, en el NW del país sobre la costa del Mar Negro (Figura N° 1).



Figura N° 1
MAPA POLÍTICO TURQUÍA

Zonas de Izmir y Aydin

La zona visitada corresponde a un área muy activa en la utilización del pino mediterráneo, mediante consignación por parte del Estado de los bosques públicos. Estas consignaciones en general se asignan a aldeas y es el jefe de la aldea el que los reparte entre las familias. Se trata así de explotaciones rústicas, sin manejo o muy extensivo.

Las cosechas se hacen en forma manual, mediante hombres (llamados piñeros) que trepan los árboles sin ningún sistema de seguridad (de hecho cada año se verifican caídas y muertes por ello), quienes con la ayuda de un gancho adosado a una vara metálica de 3 m botan los conos al suelo, y son las mujeres las que se encargan de juntarlos, ensacarlos y trasladarlos a puntos de acopio donde llegan vehículos (Figura N° 2). El rendimiento de cosecha es de un máximo de 1.000 kg de piña/jornada y de la recolección 500-600 kg/día en promedio, dependiendo de la pendiente.

El salario de las mujeres que ensacan y trasladan los conos asciende a US\$ 15 + seguridad social/jornada, con un rendimiento de 60-70 sacos/día. Es un trabajo que las mujeres realizan desde niñas, aunque ahora es más difícil encontrar mano de obra para realizar estas faenas debido a la dureza del mismo. Se constata discriminación salarial entre hombres y mujeres, ya que si el mismo trabajo lo realiza un hombre, se le pagan US\$ 20/jornada. El salario de los piñeros asciende a US\$ 40/jornada.

Las aldeas reciben asistencia técnica gubernamental, consistente en la visita de un ingeniero forestal en función de las necesidades manifestadas, algunas veces gratis y otras a cambio de algún pago, encontrándose entre sus recomendaciones el efectuar la primera poda a los 8 años. La cosecha empieza desde los 10 años, pero las mejores producciones se obtienen después de los 20 años de edad.



Figura N° 2
COSECHA Y COLECTA MANUAL DE CONOS

La cosecha se hace en general entre los meses de octubre y febrero, aunque los últimos años se está cosechando a principio de la temporada, entre octubre y noviembre por la importante demanda. Al final de la temporada (últimos dos meses) los conos se encuentran tornándose café, signo de madurez. Los conos se pueden mantener en sacos por 1-2 meses, aunque es recomendable apilarlas sin ensacar en pilas de forma triangular de hasta 1,5 m de altura sobre cemento, separados por al menos 1 m, a fin de mantener buena ventilación y permitir que la maduración de los conos siga su curso. Cuando se colecta en este periodo, se debe esperar para proceder al procesamiento, hasta que los piñones presenten una cutícula amarillenta y fácilmente desprendible.

Los rendimientos de piñón con cáscara a blanco fluctúan entre 20 y 27%, y de piña a piñón sin cáscara entre 2 y 5%, obteniéndose de 1 tonelada de piña unos 20 kg de piñón blanco. En Portugal el año 2012 este valor alcanzó 1,5% debido principalmente por daño de *Leptoglossus occidentalis*, por lo que el Ministerio de Bosques turco ha manifestado preocupación.

A la merma de rendimientos se suma el hecho que en China y Pakistán las exportaciones han disminuido ya que el consumo interno se ha elevado, por lo que los piñones allí producidos no son la solución a la demanda insatisfecha de piñón de pino.

- **Plantaciones en Sector de Kocarli**

Se trata de plantaciones de 20 a 60 años, sin regeneración natural, localizadas en zona montañosa a 900 msnm, de propiedad del Estado y dadas en uso a las comunidades rurales locales (Figura N° 3).



Figura N° 3
PLANTACIÓN DE *Pinus pinea* DE 50-60 AÑOS SECTOR DE KOCARLI

La producción es variable, pero se pueden obtener 300 piñas/árbol, pesando cada una entre 250 y 333 g.

Dada la presencia de *Leptoglossus occidentalis*, en algunas zonas están aplicando Dimetoato en mayo de cada año, con tractor y bomba pulverizadora, de modo de mojar todo el follaje. Se trata de una recomendación dada por el gobierno, aun cuando no existe investigación científica que confirme su efectividad.

Algunos gestores aplican fertilización anual, con fosfato monoamónico (12-61-0) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 12% N + P_2O_5 soluble en agua, con dosis a los 20 años de 2 Kg/árbol, y a 50 años de 4-5 Kg/árbol (cada 11 a 12 años, incrementan la dosis en 1 Kg). El fertilizante se aplica durante la estación de las lluvias (enero – febrero), a 50 cm de profundidad en zanjas de 2-3 m de largo. Las evaluaciones empíricas realizadas indican que su uso duplica la producción. El valor del producto es de US\$ 1/Kg, con un costo total de US\$ 3-5/árbol considerando la mano de obra y tractor para las edades mayores. Cuando se aplica fertilizante recomiendan hacer aplicaciones químicas para prevenir la aparición de *Leptoglossus occidentalis*.

Un aspecto curioso corresponde a las podas, las que realizan dejando una parte de las ramas (muñones) en el fuste, para que hagan de “escalera” y permitan un fácil escalado de los árboles en la cosecha de piñas.

- Planta de Procesamiento en Sector de Kocarli

Se trata de establecimiento privado que produce 200 t/año de piñón blanco (Figura N° 4).



Figura N°4
PLANTA DE ELABORACIÓN DE PIÑÓN BLANCO SECTOR KOCARLI

Las piñas llegan en sacos, donde se dejan un máximo de 3 semanas y luego se abren. En la temporada 2013 se pagaba US\$ 2/Kg de piña. Previo a la compra toman muestras para comprobar el tamaño de la piña y la calidad de los piñones, debido a la baja del rendimiento registrado en los últimos años, causada por *L. occidentalis*. Para ello cortan las piñas y verifican el contenido (llenado) de piñones (Figura N° 5).

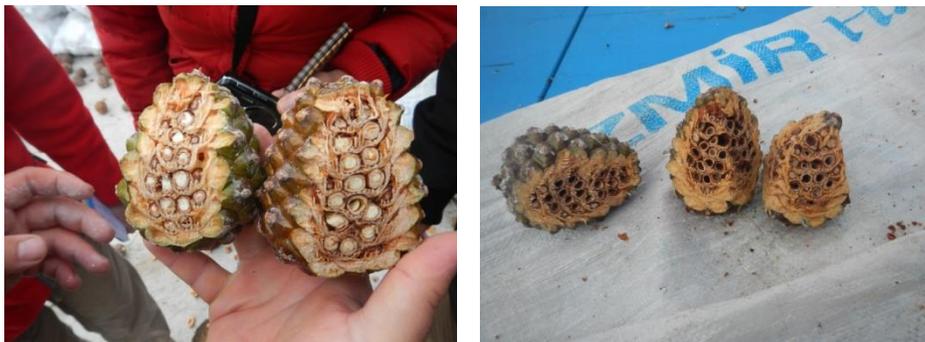


Figura N° 5
PIÑAS SANAS (izq.) Y CON ATAQUE DE *Leptoglossus occidentalis* (der.)

Desde la zona de acopio, las piñas suben por una correa sinfín a un depósito de agua caliente a fin de eliminar resinas que dificultan el procesamiento y su apertura. Después las piñas se rompen y se obtienen las semillas junto a residuos de piña.

Una vez separados, los piñones con cáscara son calibrados mediante cribas en 5 categorías, partidos, limpiados, secados y ensacados.

En el proceso se obtienen diariamente 3-4 t de piñón con cascara y finalmente alrededor de 1 t de piñón sin cáscara.

Las jornadas son de 8-9 horas, trabaja un turno 6 días a la semana (no se trabaja el viernes por ser día religioso). En la planta trabajan 10-12 personas (8 hombres, 4 mujeres) durante 9 meses/año, y en períodos de mayor actividad hasta 30 personas.

Los subproductos se venden como biomasa, con un valor de US\$ 60/t los restos de conos y US\$ 150/t las cáscaras de piñón. Los piñones con cáscara se comercializan a US\$ 14-15/Kg. El piñón blanco es vendido al por mayor a US\$ 60/Kg (€ 40-46/Kg), mientras que el piñón pakistaní a US\$ 30/Kg.

En la zona existen 10-12 plantas que realizan una actividad similar, a las que se suman en la región del Kozac otras 6, para un total en el país de 20 plantas. La de mayor importancia pertenece a Kermes (<http://www.kermes.com.tr/ec.html>), y la segunda a Bryfoods (<http://bryfoods.com/en/product/8/Pinenut-Kernels>).

- **Plantación de 13 Años en Zona de Aydin**

Se trata de una plantación de 10 ha establecida el año 2000, con densidad aproximada de 400 árboles/ha (variable entre 4 x 4 y 5 x 5 m) y bajo manejo extensivo (Figura N° 6) que se raleará entre los 13 y 15 años, no recomendando raleos después de los 20 años porque los árboles sufren.

El primer raleo idealmente debería realizarse a los 10 años, llegando a un distanciamiento de 8 x 8 m a 10 x 10 m.

Se fertiliza con urea desde los 3 años, aplicada por encima del terreno alrededor del tronco en dosis de 0,4 kg/árbol, la que aumenta hasta llegar a 1 kg/árbol. Cosechan 5-6 piñas/árbol.



Figura N° 6
PLANTACIÓN DE 13 AÑOS EN REGIÓN DE AYDIN

- **Plantación privada de 12-15 años**

Se trata de una plantación en que se aplica fertilizante foliar fosfato monoamónico (3 kg/400 L de agua) con bomba para mojar todas las copas, asociado a fertilización al suelo.

El efecto de la fertilización, en conjunto con el plaguicida, observado en individuos de 12-15 años es que se reduce el aborto de conitos de 1-2 años, al que se suma un aumento de la producción, casi duplicándola.

El sector sin fertilizar produce piñas más pequeñas (4-5 piñas/kg versus 3 piñas/kg en el fertilizado), y casi todas las brácteas presentan solo un piñón (Figura N° 7).



Figura N° 7
PIÑAS CON FERTILIZACIÓN (izq.) Y SIN FERTILIZACIÓN (der.)

- **Vivero en Torbali**

Se trata de un vivero fue establecido en 1959 en un terreno localizado a 45 msnm. Su objetivo inicial fue reproducir e investigar sobre álamo, madera que se usaba para cajas de embalaje de tomates e higos.

Luego incorporaron eucaliptos con el objetivo de secar zonas húmedas, y posteriormente incorporaron numerosas especies. A partir de 1965 abastece de plantas a toda la región, reproduciendo 230 especies en un área de 60 hectáreas, de las cuales 51 se dedican a la producción de plantas.

Produce 8,5 millones de plantas/año, tienen plantas de 1-10 años, aun cuando prefieren las de 1 año; las cantidades de plantas se definen en forma anual según solicitud de la agencia regional forestal respectiva.

Respecto de la producción de pino piñonero, tienen 400.000 plantas en *stock*, de las cuales 300.000 son de 1 año y el resto entre 2 y hasta un máximo de 8 años. Las plantas son producidas en bolsas plásticas de 20 x 15 cm y también en distintos tipos de contenedores (Figura N° 8).

Emplean semilla colectada de dos rodales seleccionados y las plantas se usan para forestar tierras del Estado; para ceremonias de matrimonio, donde se regalan como obsequio a fin que los participantes las planten en honor a la pareja que contrajo nupcias, como una forma de apoyar la nueva pareja; y para escuelas, ya que en un día especial de marzo (día de plantar un árbol) se reparten a todos los alumnos en forma gratuita para que los planten en sus casas, escuelas o parques.

El esquema de producción considera:

- Remojo de la semilla en agua por 1-2 días, y hasta 3 dependiendo del grosor de la testa
- Siembra entre el 1 y 15 de marzo según condiciones climáticas, en una mezcla de sustrato compuesto por turba y suelo recogido bajo otros pinos estabilizando el pH en 7
- Inicio de germinación 2-3 semanas más tarde
- Desmalezado manual cuidadoso 1 mes más tarde
- Riego por aspersión.

En noviembre, 8 meses más tarde, las plantas están listas para su establecimiento. En el vivero no usan productos químicos, salvo si se presentan problemas sanitarios.

También se observaron plantas producidas en bandejas de 150 cc y en macetas de 25 – 30 L (Figura N° 9).

En este último caso, se traspasan a canastos luego de un año de producidas, momento en que podan las ramas bajas a 10 – 15 cm y las raíces que sobresalen de la maceta; un año después se llevan a terreno.

Los costos de producción son de aproximadamente US\$ 0,4 /planta de 1 año. Las plantas de 8 años tienen un costo de producción US\$ 15/unidad y se venden en US\$ 30.



Figura N° 8
PLANTAS DE PINO PIÑONERO EN BOLSA (izq.) Y CONTENEDORES (der.)



Figura N° 9
PLANTAS DE PINO PIÑONERO EN MACETA

- **Establecimiento y Manejo**

El sitio es preparado en función a sus características, en general se emplea subsolado, y se espera una lluvia para plantar con el suelo húmedo. Las plantas al momento de la plantación tienen 20 – 22 cm de altura si son de un año; las de mayor edad se plantan con riego.

No emplean fertilizantes, pero sí ajustan el pH si es necesario (idealmente pH=7) mezclando el suelo con diferentes materiales.

Se realiza una primera poda antes del invierno a 10 cm de altura 1 año después de la plantación. La siguiente poda de las ramas inferiores se realiza a los 8 años de edad, para lograr un mejor crecimiento y que no se desarrollen excesivamente en altura. Alrededor de los 12-15 años efectúan podas de formación, para abrir y limpiar la copa, a fin de permitir la circulación de aire.

En pendientes sobre 30%, usan distanciamientos de 8 x 8 m y en pendientes menores, de 10 x 10 m.

Los objetivos de las plantaciones realizadas con pino piñonero son variados y en general están orientados a evitar la pérdida de suelo, controlar y regular el ciclo del agua, protección ambiental, evitar la formación y movimiento de dunas o a fines económicos, como la venta de madera y piñones a fin de beneficiar las aldeas con la generación de ingresos.

Las autoridades forestales priorizan el establecimiento mínimo de 5 ha/aldea, de modo que los habitantes puedan utilizar esta superficie para coleccionar piñas. El Ministerio de Bosques controla y enseña cómo efectuar la poda.

Los habitantes de las aldeas pagan muy poco por el uso comercial de los bosques estatales, cerca del 1%; en algunos lugares se hacen licitaciones, principalmente en bosques alejados. Otras especies forestales no son deseadas, ya que no producen frutos de interés económico y los aldeanos las cortan y usan como combustible.

En el país hay 40.000 ha con pino piñonero, superficie que se incrementa año a año, ya que nadie corta estos árboles, empezando la producción a los 10-12 años.

Respecto al *Leptoglossus occidentalis*, existen 3 laboratorios del Estado (Bergama, Selguk y Akhisar) que están investigando sobre el tema. Aun cuando se conoce el parásito controlador, aún no se ha investigado esta línea de control, ni tampoco existe una visión clara del futuro de este problema y cómo enfrentarlo a nivel nacional.

También se observaron ramas muertas en algunos individuos, lo que se debería a vientos cálidos que han afectado todas las especies presentes en el área. Han detectado efectos de la bacteria *Machalina helenica* que provoca resinación.

- **Almacenamiento de Semillas de pino piñonero**

Las semillas se secan a 5-6% de humedad antes de almacenarlas, pudiendo conservarse hasta 12 años a una temperatura de 3-5 °C. Mantienen un stock de 1.500 kg de semilla/año.

- **Injerto de *Pinus pinea***

Existirían algunas experiencias en el vivero Giokova de Mugla, a nivel experimental, con ciertas dificultades por la resinación. Planean hacer el 2014 (a fines de invierno) 2.000 injertos de *P. pinea* sobre *P. brutia*, que tiene menor requerimiento de agua, para zonas con 400-600 mm anuales de precipitación, para lo cual injertarán púas leñosas tomadas de individuos de 50 años de edad sobre plantas de 2-3 años de edad.

Se observa demostración en terreno del tipo de injerto que emplean (Figura N° 10), con el que se obtendría un 80% de éxito; el rendimiento del injertador es de 1.000 injertos/día.



Figura N° 10
INJERTO LEÑOSO

- **Huerto**

Se visita un huerto con 150 individuos injertados sobre *P. brutia* de 14 años de edad, establecidos el año 1999 (Figura N° 11). Corresponde a un huerto semillero sin manejo, donde la producción no supera las 16 piñas/árbol, aunque no hay un registro anual de ella. Se observa un escaso tamaño de piñas (menos de 250 g/piña) y problemas nutricionales.



Figura N° 11
HUERTO INJERTADO DE *P. pinea* / *P. brutia* DE 14 AÑOS DE EDAD

- **Plantación Mixta**

Se visita un plantación mixta de *P. brutia*, *P. pinaster* y *P. pinea*. Hace 15 años se quemó toda esa zona y una especie que mostró ser resistente fue pino piñonero, motivo por el cual han plantado más áreas haciendo mezclas como la ya indicada.

Zona de Bergama

En la cuenca del Kozak (Figura N° 12), donde se encuentra la mayor concentración de pino piñonero en el país, los bosques naturales pueden tener hasta más de 150 años y las plantaciones más antiguas 50 años. La producción aumenta con la edad siendo altamente productivos entre los 25 y 90 años; luego de esa edad decrece drásticamente la producción, por lo que se cortan. La cuenca del Kozak aporta US\$ 30 millones por concepto de actividades relacionadas al pino piñonero, siendo los bosques en su mayoría de privados (99%), observándose un mayor cuidado que en el área de Aydin.

En esta zona, antes de 1960 la gente era muy pobre, solo se dedicaban a la cosecha de uvas, la que más tarde fue sustituida por la cosecha de piñas de árboles establecidos hasta una altitud máxima de 1.000 msnm. Antiguamente se partían los piñones a mano y hoy existen plantas elaboradoras.



Figura N° 12
VISTA GENERAL DE LA CUENCA DEL KOZAK

- **Planta Elaboradora de Madera de BRY Food, Bagyüzü Koyü**

El aserradero trabaja 12 meses/año, con 8-10 personas en turnos de 8-10 horas. Su objetivo principal es la fabricación de pallets (Figura N° 13).

La empresa paga US\$ 75/m³ útil de madera, que se obtiene de los raleos realizados en la cuenca del Kozak. Generalmente las trozas son de 30-50 cm de diámetro y 250 cm de largo, y aceptan también largos de 120 cm para elaborar pallets, pagando lo mismo para las mayores dimensiones.



Figura N° 13
ASPECTO GENERAL DE PLANTA ELABORADORA DE MADERA

Todo el material se procesa y utiliza. Los precios de venta de algunos productos son:

- Pallets: US\$ 7/pallet (el precio es el mismo independientemente de la especie)
- Canteros: US\$ 50/t para contrachapado.
- Mezcla de lampazos y aserrín para contrachapado: US\$ 80/t.
- Residuos para combustible: US\$ 90/t, aunque el precio varía en función del tamaño, que aumenta a medida que disminuye la dimensión.
- Restos de conos y cáscaras, para calefacción de hoteles: US\$ 150 y 170/t. En particular los valores corresponden a:
 - Restos de piñas: US\$ 50-70/t, 8-10% CH.
 - Cáscaras de piñón: US\$ 120-130/t, 8-10% CH.

En el aserradero se utilizan los restos de piña y casi todos los desechos para combustible. Solo en forma ocasional venden los excedentes de los productos indicados anteriormente.

Respecto a la elaboración de la madera en comparación con otras especies, el pino piñonero es una especie resinosa, lo que hace necesario el uso de más diluyente para la limpieza de las sierras (35-40 L vs 20 o menos con otras especies), sin embargo es más blanda y fácil de trabajar.

- **Planta Elaboradora de piñones de BRYFood, Bagyüzü Koyü**

La planta tiene una capacidad de procesar 400 t de piñones sin cáscara de primera calidad y están procesando unas 250. Sin embargo el año 1997 su capacidad era de solo 100 t. Trabaja 10 meses/año, con 3-4 personas en turnos de 8-10 horas, 1 turno/día. Compra piñas y piñón con cáscara. El rendimiento de piñón con cáscara a piñón sin cascara es del 25%. Este rendimiento en España es del 20%.

Previo a la apertura de las piñas, estas se sumergen en agua caliente a fin de extraer resinas, dado que se pegan dentro de la maquinaria. Para abrir las piñas artificialmente se las somete a 60°C por 3 días, pudiendo en una semana procesar 15 t. En líneas continuas en cambio eso se logra a 80°C durante 1 hora, temperatura requerida para evitar que se desarrollen bacterias.

Al elaborar piñón con cáscara, estos son previamente sumergidos en agua y aquellos que flotan son eliminados, proceso que no es usado normalmente en otras plantas elaboradoras.

Los precios de venta de piñón blanco ascienden a US\$ 60/Kg la primera calidad y US\$

45 la segunda. El costo de producción corresponde al 2% del costo final.

El proceso productivo comprende los siguientes pasos:

Recepción de piñón con cáscara. Para fijar el precio, en función del rendimiento, antes de la compra, de cada partida se saca una muestra de cada uno de los sacos que la componen (Figura N° 14), las que se mezclan; de dicha muestra se extrae una sub muestra representativa de 10 Kg, de la cual se extrae otra de 1 Kg, a partir del cual se pelan 100 g de piñón blanco.

Los piñones se remojan en un silo con agua tibia (30-40°C) en invierno y con agua a temperatura ambiente en verano, por un tiempo que varía en función de la calidad de la cáscara, con el objetivo que el agua empape totalmente; en promedio es 1 día, aunque puede llegar a 30 horas. Esto, con el objeto de evitar dañar los piñones durante el posterior procesamiento. Los piñones vanos flotan con este primer lavado.

Clasificación por tamaño, estableciéndose 4 categorías (1 a 4), siendo la 4 la más grande. Esto a fin de regular los cilindros para el proceso del partido, evitando romper los grandes o dejar sin partir los más pequeños. También permite eliminar el polvo.

Apertura mecánica mediante cilindros metálicos, proceso que se repite 3 veces. Esto porque hay muchos tamaños de piñones y es difícil su clasificación. La separación de los dos cilindros obviamente depende del tamaño de los piñones, aunque en términos generales es entre 5 y 10 mm. Si el diámetro medio del piñón es de 8 mm, los rodillos se ajustan a 7,5 mm. El flujo de los piñones con cáscara es tan fuerte que rompe los tubos de acero, por lo que se han reemplazado por tubos de PVC, que duran más y se cambian sin mayor costo. Los piñones que no se abrieron se reprocesan, esta vez manualmente, trabajo realizado por mujeres. En este caso 5 mujeres obtienen el 1-2% de los piñones que no se abrieron mecánicamente, a fin de reducir al máximo las pérdidas.

Después del partido se obtienen 6 productos: piñones (4 calibres), cáscaras de piñón y otros desechos. Los piñones después del término del procesamiento se mezclan, ya que se venden mezclados. La cantidad de piñones por kg es en promedio de 550 (500-600), pero algunos años ha sido de 620-650/kg. Los más pequeños equivalen a 850/kg. Antes se vendían separados, pero actualmente no, ya que la demanda por tamaño es muy limitada.

Pulido: Este proceso permite la eliminación de la cutícula, para lo cual se utiliza aserrín de madera de pino piñonero, que se cambia cada vez.

Secado hasta el 7% de contenido de humedad, midiendo la temperatura ambiente dentro del secador, que se mantiene entre 38-40°C unas 6 horas.

Separación mediante aire de piñones buenos de aquellos vanos o residuos, y posteriormente se realiza la primera clasificación con máquina de célula fotoeléctrica (Figura N° 15).

Lavado de piñón blanco en agua a 25-30°C.

Secado en bandejas a temperatura ambiente de 45-50°C por 4 horas. Si están crocantes está bien; si están flexibles aún están muy húmedos. Se alcanza un CH de 6,7 %, siendo la norma de la CEE de $6 \pm 10\%$.

Repaso óptico de piñones (con máquina Sortex Z+ de 2 canales), a fin de eliminar aquellos que no cumplen los estándares de calidad, lo que finaliza con un control visual del proceso. Los rechazos se pasan varias veces, y se termina con un repaso manual (Figura N° 16). El producto final tiene una aceptación de máximo de 1-2% de piñones partidos o dañados, y ellos obtienen no más del 0,4-0,5% (por cada 100 t, 20 Kg de ese tipo).

Última clasificación, en primera y segunda calidad. La 1^{ra} calidad, destinada a la exportación, permite un 3-5% de piñones amarillentos, y en esta planta se obtiene solo 1-1,5% de ellos; la 2^{da} calidad, conformada por piñones amarillos, se destina al mercado nacional.

Almacenamiento en silo.

Embalaje en bolsas al vacío de 1, 5 o 10 kg, no pudiéndose hacer más grandes ya que por ser un producto muy blando se daña al vacío con mayores cantidades. También se usan sacos de 25 kg, con bolsa de polietileno dentro para proteger los piñones del agua u otro agente de deterioro.

Almacenamiento STP hasta por un año, en condiciones normales (20°C).



Figura N° 14
TOMA DE MUESTRA PARA CHEQUEAR RENDIMIENTO



Figura N° 15
SELECCIÓN ÓPTICA DE PIÑÓN BLANCO



Figura N° 16
REPASO MANUAL FINAL

- **Casa del Jefe de la Aldea Bagyüzü Koyü (Muhtar)**

La cuenca del Kozak se divide en 16 aldeas donde viven aproximadamente 10.000 personas. La aldea visitada posee 1.300 habitantes y está localizada a 690 msnm.

La estructura organizacional social resulta muy interesante, ya que cada aldea tiene su representante oficialmente reconocido ante la ciudad principal, la municipalidad y la aldea.

El representante de la ciudad es asignado y está a cargo de todos los jefes de las aldeas. Para elegir los jefes de las aldeas, elegidos democráticamente, votan solo los registrados en el pueblo (deben o vivir allí, o poseer una propiedad, o bien tener negocios en el territorio y ser aceptados por el Consejo de la Aldea). Su función principal es representar a la aldea y lograr su mejoramiento. Estos deben ser mayores de 18 años y pueden ser tanto hombres como mujeres, aunque existen pocos casos de mujeres representantes.

Reciben un salario estatal bajo, de unos US\$ 300/mes; cuentan con la asistencia de 5 asesores, de los cuales el más votado es el asistente, también con un pequeño salario, y otros 4 que trabajan en forma voluntaria. El jefe de la aldea está en cargo por 4 años.

En la cuenca se han visto algunos casos de ataque de *Leptoglossus* y se manifiestan asustados pero sin un plan de acción concreto para enfrentar el problema.

- **Reunión con Profesionales del Instituto Forestal del Egeo**

Existen 12 institutos forestales en el país, divididos según territorio, que pertenecen al Gobierno y se concentran en diferentes especialidades. En toda Turquía son 170 personas dedicadas al manejo técnico.

En el Instituto Forestal del Egeo, localizado en Izmir, trabajan 70 personas, de las cuales 30 son investigadores (sin considerar técnicos ni administrativos), y tiene un presupuesto variable, según proyectos, que asciende a US\$ 400.000 para operación de investigación.

Realizan diferentes tipos de proyectos:

- Con financiamiento propio, 14 proyectos en ejecución.
- Con financiamiento del Tubitak (equivalente a CONICYT en Chile), 3 proyectos y 11

propuestas en evaluación. Dentro de estos se encuentran proyectos con universidades y con la Unión Europea (1 proyecto sobre enfermedades de *Fraxinus excelsior*, 1 proyecto sobre nutrientes del piñón y época de cosecha de pino piñonero).

Los profesionales del Instituto Forestal de Izmir indican que en la zona oeste del país las especies con mayor presencia corresponden a *P. nigra*, *P. brutia* y *P. halepensis*, concentrándose el *P. sylvestris* en el este.

El pino piñonero es ampliamente usado en forestación con objetivos sociales, pero no es considerado como resistente a la sequía y puede presentar problemas por esta causa y también por polinización. La polinización se inicia a mediados de mayo y varía con la velocidad del viento, que debe ser mayor a 3m/s para que sea efectivo el transporte de polen.

La cuenca del Kozak se divide en alta y baja; en la primera las precipitaciones varían entre 430 y 1.100 mm, con mayor productividad, y en la segunda varían entre 80 y 575 mm; con diferencias de temperatura día/noche de 22 °C, con mayor cantidad de días con -10 °C y alta humedad relativa. En esta zona hay menor viento, lo que unido a la mayor HR afecta negativamente el transporte de polen. También en las zonas bajas se ha observado caída de conos en junio, julio, agosto e incluso hasta octubre, aunque esto no sería un problema de floración. Los suelos en ambas zonas son similares.

Respecto a la productividad, se han observado 1 año muy bueno, 2 años malos y 8 años regulares, para ciclos productivos de 11 años. En la zona se obtienen 3.500 kg de piña/ha, mientras que en el resto del país este valor alcanza 100 kg/ha. El promedio del ciclo es de 35 Kg de piña/árbol/año, con un peso promedio de 320 g/piña. En años buenos también mencionan la presencia de 80 piñas/árbol en Karaveler Village con 1.350 mm de precipitación anual.

Cuentan con ensayos de procedencias en Aydin y en el Kozac, y huertos semilleros en Kokarli (17 años) y en Kozac (30 años, 6 ha).

También han desarrollado ensayos de raleo y poda en Izmir (consideran espaciamientos variables crecientes de 6 x 6 a 6 x 12 y 12 x 12 m), así como evaluaciones de raleo sin poda. Instalaron un ensayo de poda el año 2005 en plantación de 23 años de edad, considerando apertura de la copa + poda sanitaria + levante, aún en evaluación.

Respecto de *Leptoglossus*, van a comenzar las investigaciones.

Tienen alguna experiencia de injerto de *P. pinea* / *P. brutia* realizada el año 2002 en invernadero, empleando porta injertos de 2 años en bolsas de 5 kg, realizados con injerto de púa leñosa en el mes de diciembre por un período de 2 a 3 meses, con un 40% de éxito; las condiciones del invernadero fueron 25°C y 75% CH; las púas se obtuvieron de individuos de 22 años de edad, de una rama del año anterior con pocas acículas, a fin de reducir la transpiración. Hoy sus copas son más anchas que los otros y presentan frutos más pequeños y curvos en relación a los de individuos no injertados. Al año de la plantación (en 2004) se observaron los primeros conitos y a los 9 años 2-8 piñas/árbol, sin manejo.

Están considerando el uso de *P. brutia* enano como porta injerto, con el objeto de tener árboles pequeños. Han probado injertar en el mes de abril, con malos resultados, siendo diciembre la mejor época para la formación de callo.

- **Ensayo de Fertilización en Plantación Adulta**

En una plantación no productiva de 25 años se comenzó un ensayo de fertilización el año 2006 aplicando anualmente en enero y abril, y por 6 años sulfato de amonio (21% N), superfosfato triple (42% P₂O₅), sulfato de potasio (50% K₂O) y nitrato de calcio (15,5% N, 26,5% CaO), cuyas dosis se indican en Cuadro N° 1.

La aplicación se realizó el primer año en hoyos de 25-30 cm bajo la copa alrededor de cada árbol, poniendo el fertilizante y posteriormente cubriéndolo. Desde la segunda fertilización se

realizó al voleo, realizándolas en enero y abril ya que permite una adecuada incorporación del fertilizante con las lluvias.

Cuadro N° 1
DOSIS DE FERTILIZANTES USADO EN ENSAYO EXPERIMENTAL (g/árbol)

Tratamiento	Sulfato de amonio	Superfosfato triple	Sulfato de potasio	Nitrato de calcio
Control	0	0	0	0
1	600	360	600	800
2	1.200	720	1.200	1.600
3	1.800	1.440	2.400	3.200
4	2.400	2.160	3.600	4.800
5	5.400	4.320	7.200	9.600

El suelo de la plantación presenta 80-84% de arena, 2-6% de arcilla y 13-18% de limo, con un pH entre 6,98 y 6,53, más ácido a mayor profundidad, y materia orgánica entre 0,5 y 1,2%. Los elementos presentes en el suelo, por horizonte, se aprecian en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2
ELEMENTOS PRESENTES EN SUELO DE PLANTACIÓN EN ESTUDIO

Profundidad de suelo	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
0-30	0,072	35,2	141	520	166	16	58,9	2,1	5,8	31,9
30-60	0,030	17,1	49	830	240	14	82,2	1,9	1,6	21,3
60-90	-	10,6	31	840	100	16	53,7	2,2	0,9	6,7
90-120	-	9,8	22	340	200	14	48,8	2,0	0,8	8,6

Luego de 7 años no se observó una relación significativa entre la aplicación de fertilizante y el crecimiento en altura y copa. Sin embargo, hubo diferencias significativas en la aplicación de fertilizante y el diámetro de los individuos, largo de acículas, productividad de suelo y contenido de nutrientes en conos y acículas.

Los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio del suelo aumentaron con la aplicación de fertilizantes.

Si bien existen diferencias significativas en la producción de conos en las parcelas fertilizadas, la productividad aún es baja.

Se observaron diferencias en el número, tamaño y peso de conos, largo y diámetro de semillas. De acuerdo a las evaluaciones realizadas, el tratamiento 1 es más recomendable, por las menores cantidades utilizadas.

Esta situación, si bien presenta buenos crecimientos, es la peor desde el punto de vista productivo de toda la cuenca del Kozak (Figura N° 17). Han determinado que cuando las acículas son cortas, los individuos no producen; cuando son largas son individuos productivos.

Sin embargo, en Portugal los individuos son de acículas cortas y copa más baja. En 8 lugares diferentes han realizado análisis foliares observando que cuando hay nula presencia de Ca, P y Mn, la productividad es baja.



Figura N° 17
ENSAYO DE FERTILIZACIÓN EN PLANTACIÓN ADULTA

Zona de Estambul

- Reunión con Profesionales del Instituto Forestal de Mármara

Se trata de un nuevo instituto forestal, creado hace 18 meses, en el que trabajan 16 investigadores y 4 administrativos. Este instituto consta de 6 áreas: Silvicultura, Economía, Silvicultura social, Control Forestal, Productos forestales no madereros y Planificación forestal. Su presupuesto cambia en función de los proyectos, que son financiados por el ministerio. Actualmente desarrollan 7 proyectos, y han presentado 8 propuestas, ninguna de ellas sobre pino piñonero.

El 50% del área de Estambul tiene bosques, unas 550.000 ha en total. *Pinus nigra* es una especie abundante en la zona, cosechada a los 30 años. En *Pinus brutia* y *Pinus pinea* emplean una banda plástica alrededor del tronco para controlar mecánicamente *Thaumetopoea pityocampa* ya que estas se llenan de agua e impiden la propagación del insecto. Su controlador biológico es *Caloscypha fulgens*, que se alimenta de las pupas. Ellos lo reproducen y proporcionan a los privados para su posterior difusión.

En la región hay 7.540 ha de pino piñonero, no siendo una especie importante. El pino piñonero es nativo en la zona del Egeo, siendo acá considerada como exótica, donde llegó hace 150 años. Como ya se indicó, las zonas más productivas se encuentran en los alrededores de Izmir, Aydin y Kozac. Una hectárea puede producir 300-350 kg de piñas, 200 kg de semillas y 25 kg de piñones sin cáscara.

La especie se distribuye en el país con un amplio rango ecológico, con altitudes que fluctúan entre 5 msnm (Antalya, Adana) hasta 750 msnm (Maras, Samsun); pasando por Canakkale (20 msnm), Izmir (10-460 msnm), Aydin (500 msnm), Yalova (500 msnm) y otras. Se exportan importantes cantidades de piñones a África, países nórdicos y Australia. Existen plantaciones de pino piñonero de 2-3 años en terrenos privados en el área de Fidandek, establecidas a 6 x 10 m, con subsolado. Actualmente se están verificando problemas con las cosechas, por rendimientos decrecientes en los últimos 3 años, producto del insecto *Leptoglossus occidentalis*, que no se ha podido controlar. También existiría un hongo que podría estar afectando la producción.

Han investigado acerca de la polinización, cosechando polen con un sistema al vacío y lo liberan con helicóptero (Instituto Forestal de Izmir). Luego de las podas, han observado problemas de polinización, por un problema nutricional. La poda que recomiendan comprende desde el tercer verticilo en una rama hacia abajo, siendo selectiva dentro de la copa, con un máximo de follaje del 50%. El objetivo es maximizar la producción de fruto en cantidad y tamaño. Han observado que a mayor poda se obtiene mayor tamaño del árbol y mayor producción.

En Yalova se ha establecido pino piñonero en terrazas construidas con retroexcavadora y subsolado, obviándose el problema de la pendiente, ya que con dicha técnica se pueden establecer plantaciones en pendientes sobre 50%, con distanciamientos de 12 x 12 m, y *P. pinaster* intercalado en 1-2 filas, con lo que se obtienen dos producciones (a los 15 años se corta el primero, quedando sólo los piñoneros). Plantan 2-3 individuos y después seleccionan el mejor, aunque no es lo usual en las plantaciones. Usan cercos, y cuando la especie se maneja, los resultados son buenos. También usan trampas con feromonas para control de *Rhyacionia buoliana*, cuyo efecto visible son ápices doblados. Otra plaga corresponde a *Tomicus sp.*

La madera se suele emplear con fines industriales, para celulosa, aunque no es muy usada porque prefieren el fruto. Utilizan madera de raleos. Las ramas de la poda deben eliminarse por sanidad. Se ha observado que cuando las podas son muy intensas aparece *Leptoglossus*. En la isla de Mármara, donde no se poda, no han visto insectos ni ramas secas.

- Plantaciones de Pino Piñonero

Se visitan varias plantaciones de pino piñonero (Figura N° 18) aunque de escaso desarrollo y sobre suelos de baja calidad. En la zona de Estambul la especie se plantó principalmente como ornamental y tienen claro que para una producción comercial debe plantarse con material injertado, resistente a enfermedades y de alta productividad. En la zona de Argumud existen bosques naturalizados de piñonero en aproximadamente 200 ha, y en Yalova hay cosecha, pero no procesamiento, enviando las piñas a Izmir para ello. Las Universidades de mayor importancia forestal en la zona son la de Estambul y Trapson Plexy.



FIGURA N° 18
PLANTACIONES DE PINO PIÑONERO EN LA REGIÓN DE ESTAMBUL

ISRAEL

La gira técnica en Israel se inicia en su capital, Tel Aviv, para desde ahí recorrer la región sur o del Negev, los alrededores de Be'er Sheva; la región central en las cercanías de Jerusalén, y la región del norte, especialmente al norte del mar de Galilea cerca de la frontera con el Líbano, pasando por Carmel, Safed y los Altos del Golán (Figura N° 19).



Figura N° 19
MAPA POLÍTICO DE ISRAEL

- Reunión con Director para Sud América del Departamento Internacional de KKL y con profesionales de la Oficina Gilat de KKL

KKL es una organización no gubernamental, similar a CONAF en Chile, pero posee el 13% de las tierras de Israel, que en realidad son las tierras que pertenecen a la gente judía. Sólo el 5% es privado. En los años 60 se permitió que ese 13% fuera manejado por el Estado y este

entrega el dinero a KKL para que haga el trabajo. El presupuesto de KKL proviene en un 25% de donaciones y en un 75% del Estado. No existe un sector forestal privado en Israel.

KKL se divide en tres regiones, norte, centro y sur, y en cada una hay 3 distritos, correspondientes a 3 oficinas, más una oficina central. Cada distrito se divide a su vez en sub distritos donde también hay oficinas.

En el país existe una legislación para proteger a los árboles administrada por el Ministerio de Agricultura y éste le encarga a KKL el control.

En lo que se refiere a investigación, KKL la realiza en conjunto con el Volcani Center, principal centro de investigación del país. KKL en tanto se orienta al manejo de los bosques.

El 50% del país es desierto, con precipitaciones de menos de 50 mm/año en el sur y la mayoría del país con cerca de 300 mm/año. En Tel Aviv llueve 500 mm/año y en Jerusalén 500-600 mm/año.

El valor de la tierra es muy alto; US\$ 70.000 – US\$ 100.000 por 500m², al igual que el de las propiedades; una casa simple cuesta US\$ 200.000 – US\$ 250.000 y hasta US\$ 400.000; en Tel Aviv un departamento simple puede costar US\$ 1 millón.

En el país existen los Kibutz, que se iniciaron en 1946, y hoy menos del 2% de la población vive en ellos. Es un sistema socialista donde todos ganaban igual salario, con el mejor sistema educacional del país, y el principio fundador es que uno da todo lo que puede y recibe todo lo que necesita. Todo radicaba dentro de los kibutz, la educación, la salud, y se cocinaba en un lugar especial para ello, no en las casas. El modelo terminó a raíz del capitalismo y a crisis sociales que llevaron a su privatización, por lo que actualmente pagan salarios y tienen una estructura organizacional diferente, tienen sus propias casas y pertenencias, no se separan de sus hijos y se trabaja fuera de ellos muchas veces.

Los Moshav en cambio corresponden a una estructura organizacional a la que pertenecen 70-80 propiedades agrícolas, de unas 4-5 ha cada una, y obtienen beneficios cooperativos relacionados a maquinaria, créditos que se pagan parte en dinero y parte en productos, servicios, etc. Los miembros votan por un comité de administración, contratan especialistas y un gerente de finanzas. La unión de unos 50 Moshav conforma un Moshavin, de los que hay cerca de 250 en Israel, organizados por un cuerpo central, que responde al concepto de agricultura comunitaria. Existe una tendencia a la concentración de la tierra por la necesidad de crecer en tamaño.

Existen 2.000 ha de plantaciones de pino piñonero reportadas en la bibliografía, que están fragmentadas en el país y se encuentran en malas condiciones debido a los suelos calcáreos, las escasas precipitaciones y los largos veranos secos en la parte central y sur del país. El pino piñonero se usa como ornamental y a lo largo de caminos se observan ejemplares de 40-50 años en buenas condiciones. La especie requiere más de 500 mm de precipitación, presentando síntomas de clorosis en el follaje. La especie se encuentra principalmente en suelos calcáreos, pero también volcánicos. Existe mucha variación en el desarrollo de piñonero, hay algunas áreas como Haifa y el Golán en el norte donde se aprecian conos, y en general no se ven.

Pinus pinea es más sensible a sequía que *P. halepensis*, por lo que se lo planta a menor densidad (150-200 árb/ha) que *P. halepensis* (200-250 árb/ha).

En Israel el consumo de piñones es masivo, en preparaciones como humus con piñones.

En general, dadas las condiciones de aridez, se ha decidido no plantar más coníferas sino solo latifoliadas, para permitir una mayor diversidad, siendo el pino piñonero la única conífera que probablemente se continuará plantando.

El rango de precipitaciones en el país va desde 20-50 mm en el sur (desierto del Negev) hasta 800-900 mm en el norte. El Sr. Itshack Moshe, Gerente forestal y subdirector de KKL Sur, es

reconocido mundialmente, ya que ha desarrollado la mayoría de las técnicas de cosecha de aguas lluvias y de forestación en el desierto (Norte del Negev), en condiciones extremas (240 mm de precipitación), con resultados admirables. En esta zona hay 8 meses secos, concentrándose las lluvias en invierno, algunas en primavera y otoño, y en muy pocos días, con enormes fluctuaciones entre años (en esta zona, por ejemplo varía entre 100 y 280 mm). Las altas intensidades de lluvias ocasionan erosión por cárcavas y pérdida de suelo.

El desafío, por tanto es manejar el suelo y el agua, reducir la desertificación, reducir el sobrepastoreo y la corta de vegetación. KKL realiza actividades de conservación de suelos, de investigación agrícola en áreas rurales, de infraestructura agrícola y de amistad con campesinos. Esto último, a modo de ejemplo, se da al permitir a pastores el ingreso de sus animales al bosque, el acceso al bosque a apicultores y a recolectores de leña. El riego en la zona se aplica sólo a cultivos de verano, no siendo común en maíz.

Los agricultores tienen asignada una cuota de agua para riego que, aunque es subsidiada, deben pagar (US\$ 0,3-1,0/m³), y que en un 75% es agua reciclada. La superficie media por agricultor es de 3-5 ha, aunque dicha superficie ha ido aumentando por las economías de escala y el menor interés general de la población por la agricultura. Hace 2-3 años empezaron a desalinizar agua, no sólo para agricultura sino que también para consumo humano. A nivel doméstico el agua tiene un costo de US\$ 3/m³. Hay un límite de consumo según número de personas, y si se consume más, se eleva el valor.

- **Wadi Zeida, Experiencia de Conservación de Suelos, Cosecha de Agua y Forestación en Situaciones Extremas**

Se visita una interesante experiencia en terreno de detención de los procesos erosivos y consolidación de cárcavas (Figura N° 20), con un sistema innovativo e integrado que comprende los campos agrícolas colindantes, lo que es relevante dado que el avance de la erosión alcanza 10-200 m/año. El sistema, simple y económico, que busca proteger el suelo y estabilizar las cárcavas a través de la savanización, con mínima mantención, incluye:

- Aplicación de mallas (geotextil) y concreto en zonas que sirvan de desagüe de las lluvias que se acumulan en los campos alledaños, llevando el agua a la quebrada más próxima. Estas vías se usan unas 10 veces al año, solamente en los eventos que inundan el sector. El costo de estas estructuras llega a US\$ 20.000/unidad y cada una sirve para conservar un área variable, entre 4 y 10 hectáreas, dependiendo de las características de la cuenca y del sitio. En particular en esta zona hay 40 estructuras.

- Instalación de estructuras de colecta de agua.

- Forestación dentro de arroyos, para proteger el suelo, sombrear, alimentar abejas y aves, absorber productos químicos derivados de la agricultura, entre otras funciones. Han forestado con varias especies, entre ellas *Acacia negevensis* (nativa y muy resistente a la sequía), *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Tamarix sp.* (crece muy rápido), *Ziziphus spinachristi* (cuyos frutos comestibles son deliciosos), *Ziziphus sp.*, y *Acacia tortilis*, Las plantas empleadas tienen 20-50 cm de altura y 6 meses, y se aplican pocos riegos (2-3) de 100 L/planta en cantidad decreciente durante los primeros 2-3 años. Obtienen de esa forma un 80% de éxito, empleando *shelters* (enterrados para evitar el efecto chimenea, generalmente de 90 cm de alto, útiles porque captan agua extra por la condensación del rocío; también se usan de 1,2 m de alto en casos en que hay pastoreo,) y *mulch* (de varios tipos, entre ellos chip de madera) para mantener la humedad.

- Concientización de agricultores de las áreas alledaños.

Se observa cortina de *Tamarix sp.* plantada 60 años atrás a partir de estacas, que produce miel pero no semillas. *Tamarix* también crece en el sur en cortinas cortavientos.

En la zona norte del país se riegan solo las latifoliadas, con dosis de 4L/planta, 3 veces al año el primer año.



Figura N° 20
ESTABILIZACIÓN DE CÁRCAVAS Y PROCESOS EROSIVOS AGRESIVOS

- **Bosque de Mishmar HaNegev**

Se observan experiencias de savanización, que incluyen forestación en curvas de nivel, empleando zanjas que desvían el agua de zonas denominadas contribuyentes (Figura N° 21) y reducen la erosión, y estructuras con gaviones en curvas de nivel dentro de cauces, a fin de reducir la velocidad del agua, incrementando la infiltración y también favoreciendo su distribución en mayor superficie. Cuando la pendiente es corta, se hace un pequeño montículo que permite coleccionar el agua; si la pendiente es muy alta se hacen obras dada la mayor velocidad del agua.

Pistacho (*Pistacia lentiscus*) crece naturalmente en el norte, es normalmente de hábito arbustivo, y del ejemplar observado se obtienen *cuttings* para viverización.

En la zona hay plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* en el valle, pistacho (*Pistacia vera* injertada sobre *P. atlantica*, nativa), a fin de ofrecer sus frutos a los visitantes, aun cuando la fructificación es reducida debido tanto a la escasez de agua como a la polinización.

Hay rodales de *P. halepensis* que presentan una densidad de 200-250 arb/ha y de pino piñonero con 150-200 arb/ha. Estos se han establecido en laderas, en curvas de nivel, y tienen 17-18 años de edad. Para su establecimiento se hace un hoyo de 80 cm² y 20 de profundidad con chuzo.

Actualmente se están empleando mini excavadoras para hacer la preparación del sitio en sectores con hasta 30% de pendiente y entre 30 y 70% el trabajo se hace en forma manual. Con pendientes de hasta 30% también se hacen terrazas continuas.



Figura N° 21
EXPERIENCIAS DE SAVANIZACIÓN

- **Yatir Forest, Forestación en la Frontera de la Zona Mediterránea**

El bosque de Yatir se encuentra en una zona cultivada en terrazas desde tiempos bíblicos, con ruinas arqueológicas distribuidas en todo el sector, donde se cultivaban vides para hacer vino, cuyas estructuras aún se observan, y olivos; también se aprecian cuevas y pozos de agua.

Se visitan diferentes sectores que destacan por la forma en que han reverdecido el desierto y cambiado el microclima y el micrositio. Principalmente se observa *P. halepensis*, cuyas primeras plantaciones se realizaron en 1964.

Los últimos 3 -4 años han estado afectados por la sequía. Esta especie se desarrolla bien en suelos rocosos, ya que este tipo de material permite que se conserve la humedad. En suelos más profundos, donde hay más concentración de Na, se observa mayor mortalidad.

Hay algunos rodales de pino piñonero poco vigorosos, de bajo crecimiento y follaje amarillento y poco denso (Figura N° 22), sin conos.

En la ladera norte también hay pinos piñoneros con un leve mejor desarrollo (10-20 cm de diámetro a los 25 años), prácticamente sin conos.



Figura N° 22
PINO PIÑONERO EN EL BOSQUE DE YATIR

- **Charla sobre El Pino Piñonero en Chile en la Oficina Eshtaol de KKL**

Se realiza una presentación del proyecto FONDEF en curso en el Instituto Forestal chileno y sobre el estado del pino piñonero en Chile (Figura N° 23), explorando las posibilidades que existen debido a la coyuntura mundial de baja en la producción, aumento en el consumo y tendencia creciente de consumo de productos sanos y naturales, especialmente frutos secos. Se plantea la idea que también Israel podría producir con fines comerciales.

La principal limitante para el desarrollo de la especie en Israel parecieran ser los suelos, en su mayoría calcáreos, no aptos para pino piñonero. Es interesante la opción del injerto sobre otra especie para enfrentar el problema del suelo. También es una alternativa para áreas rurales, como fuente de sobrevivencia en villas, sin embargo, se indica que las ramas bajas de piñonero al parecer son atacadas por un áfido, cuyo daño se aprecia como lana blanca alrededor de las ramas, y mueren. Algunos árboles a mayor altitud se observan con las ramas dañadas, principalmente las bajas, como indicado anteriormente, pero rara vez se observa daño en los brotes nuevos. Trajeron un predador desde Brasil.



Figura N° 23
CHARLA A PROFESIONALES DE KKL

- **La Legislación Forestal de Israel. Charla en la Oficina Eshtaol de KKL**

Profesionales de KKL presentan en forma resumida la historia de la forestación en Israel, y los cambios que se han introducido a raíz de la evaluación realizada después de los primeros 100 años, en que dominaron rodales puros y coetáneos de coníferas, con diferentes objetivos y técnicas según los diferentes ambientes.

El ambiente adverso actual corresponde a un desierto hecho por el hombre, donde el ambiente natural ha sido muy dañado y alterado, con una aceleración de los procesos erosivos.

Cuando se empezó, no había árboles, se partió con pequeñas plantaciones realizadas por el mandato británico, que contaba con un departamento forestal. Posteriormente se creó el KKL, que actuó en forma coordinada con los británicos en su primera fase - en 1948 los británicos se retiraron-, cuyo principal objetivo fue cubrir Israel con árboles, detener la erosión del suelo y mejorar las condiciones y el paisaje, correspondiendo a un enfoque colonialista en el cual imponían qué hacer y cómo.

Después de muchos ensayos se concluyó que solamente pocas especies se adaptaban en las condiciones locales, entre ellas *P. halepensis*, que es resistente a la sequía y a suelos calcáreos, presentando regeneración natural con o sin presencia del fuego.

Actualmente hay 200.000 ha forestadas, más 100.000 ha de arbustos, cambiando completamente el paisaje de grandes zonas, concluyéndose que fueron exitosos los esfuerzos de la primera etapa.

En una segunda fase se ha reflexionado acerca de qué se quiere lograr, definiéndose como objetivo proporcionar una variedad de ecosistemas y servicios (áreas recreativas, paisaje, pastoreo, manejo natural, cortafuegos, uso múltiple del bosque), lo que se plasmó en una guía que ha significado que actualmente se están privilegiando rodales mixtos de latifoliadas, a fin de incrementar la biodiversidad, belleza escénica y la evolución ecológica.

Esta guía o Plan Maestro, de largo plazo, determinará una nueva forma de ver el tema forestal en el país.

Hoy, en el marco del plan maestro, tres cuartas partes de los bosques son manejados con fines ambientales y de servicio ecológico, lo que corresponde a un enfoque diverso al tradicional, que se ve bien reflejado en el pensamiento de Simón Bolívar "*Si la naturaleza se opone a nuestros designios, luchemos contra ella para hacer que nos obedezca*". A futuro tal vez se llegue a nuevos enfoques dependiendo de los servicios que se quiera alcanzar.

- **Plantaciones de Pino Piñonero en la Región Central**

En 1960 se plantaron los primeros pinos piñoneros en suelos rocosos y delgados. Las raíces de esta especie profundizan, a diferencia de las de *P. halepensis* que son horizontales.

Había más piñonero pero hubo dos incendios, en 1970 y 1990, que afectaron las plantaciones, y se decidió dejar la regeneración natural por lo que hoy se observan algunos individuos remanentes, por lo que se espera derive en un bosque mixto de coníferas y latifoliadas.

Se visitan varios rodales de pino piñonero, el primero remanente de un incendio que afectó parte del bosque, y otros sectores donde el fuego pasó por debajo de las copas (Figura N° 24).



Figura N° 24
PLANTACIÓN DE PINO PIÑONERO DE 50 AÑOS AFECTADA POR EL FUEGO
EN LA ZONA CENTRAL DE ISRAEL

- **Ceremonia de Plantación**

Se participa en una ceremonia de plantación de *Pinus brutia*, especie que crece bien en la zona donde llueven 400 mm, organizada por el Departamento de Relaciones Internacionales de KKL, orientada a tomar conciencia de la importancia de los árboles, y de crear lazos y sentido de pertenencia con el país (Figura N° 25). Se plantan 500.00 árboles todos los años.



Figura N° 25
CEREMONIA DE PLANTACIÓN

- Centro de Colecta y Tratamiento de Semillas de Beth Nehemia

El Centro de semillas es una organización sin fines de lucro, que tiene por objeto lograr un mejor crecimiento de las especies, para lo cual prueban procedencias.

Poseen semillas de 200-250 especies, de las cuales 100 se usan con fines forestales y el resto con fines ornamentales, todo con el objeto de reverdecer Israel.

Partieron en el sur, en el desierto, buscando especies que pudieran adaptarse a esas condiciones. Hoy trabajan con 80 especies de *Eucalyptus* con diferentes objetivos (miel, producción maderera, otros), entre ellos *E. citriodora*, y *E. steigeriana* (conocida como lemongrass), usados desde hace 10 años, estando los apicultores muy satisfechos con estas especies. Para madera utilizan *E. citriodora*, que crece muy recto.

Sus labores se resumen en:

-Colecta de semillas desde árboles

-Extracción de semillas: los frutos o conos se abren a 50°C por 2 días colocados sobre mallas metálicas. En algunos casos se dejan los conos en remojo en agua por medio día, y luego se secan en horno.

Algunas especies, como *Pinus halepensis*, *P. brutia*, *P. pinea* y *P. canariensis* se abren en mallas al sol o en hornos si las condiciones climáticas no lo permiten.

-Limpieza de pulpa en frutos carnosos

-Clasificación de semillas según su tamaño

-Eliminación de residuos mediante aire

-Análisis: se cuentan semillas en 100 g (norma ISTA)

-Almacenamiento en diferentes contenedores (280 cc, 18 cm alto, 1,5 L) (Figura N° 26).

El banco de semillas se encuentra en condiciones controladas, a 30% CH y 4°C. Se usan etiquetas tanto al interior como al exterior del contenedor.

El stock de pino piñonero se remonta al 2001 (12 años) y han determinado que el número de semillas por kilo es 1.000. Los orígenes de las semillas son montaña Ortal, Norte y montaña Shipon. A las semillas de esta especie no le hacen pruebas de germinación ya que no es muy utilizada.

Otras especies evaluadas son, a modo de ejemplo, *Ceratonia siliqua*, con 530 a 600 semillas/kilo, y *Crataegus sp.*, que logra tasas de germinación bastante altas previo remojo con H₂SO₄ por 3 horas. En *P. halepensis* han realizado *cuttings*.

También han desarrollado un híbrido registrado, de *Eucalyptus gomphocephala* x *E. cladocalyx*, comercializado como Gomphocephala Redondeado KKL; no florece y se vende en toda Europa y Australia con fines ornamentales.



Figura N° 26
ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS EN CENTRO DE SEMILLAS DE BETH NEHEMIA

- **Plantaciones de Pino Piñonero en la Zona del Monte Carmelo, Área Sur de la Región del Norte**

En la zona del Monte Carmelo se dedican a forestar, al manejo forestal y al control del fuego. En esta área se visitan plantaciones de pino piñonero y rehabilitación del bosque, ya que 3 años atrás hubo un gran incendio que afectó 25.000 ha, por lo que se realizó una corta de salvataje y hoy está siendo replantada el área.

Respecto del pino piñonero, no producen piñones. Colectan semillas de pino piñonero de los Altos del Golan para viverizarlas y normalmente establecen rodales a 3 x 3 m, con rotaciones teóricas de 70 años, proyectando raleos cada 15 años. Las plantaciones actualmente están muy densas, ya que no hicieron raleos, y cuando se ralea tarde la especie no adquiere su copa redondeada y no produce conos.

En Portugal las raíces de la especie alcanzan 7-8 m de profundidad, mientras que en Israel llegan a 3-4 m, siendo la limitante para la especie la disponibilidad de agua. Cuando la densidad es alta los individuos compiten por el agua y lo primero que se observa es la menor producción de conos.

Se visita área de picnic establecida hace 25 años en rodal de pino piñonero y olivos antiguos, de 60 años de edad, en un suelo delgado y calcáreo, muy compacto, que determina una baja penetración de raíces y un desarrollo contenido de los árboles (Figuras N° 27). Además los individuos están afectados por *Tomiscus sp.* y se observan hongos en fustes. Las dobles flechas de los individuos debieron cortarse a los 10 – 15 años, hoy es muy tarde dado que se perdería el equilibrio de los individuos, además la zona es muy ventosa. Casi no se observan conos.



Figura N° 27
RODAL DE *Pinus pinea* EN ZONA DE PICNIC EN EL MONTE CARMELO

- **Zonas con Regeneración Natural y Manejo después de Incendio en 2010 en Monte Carmelo**

En Monte Carmelo caen 450 mm de precipitación, a los que suman 150-200 mm por nieve. Es una zona que ha sido afectada por numerosos incendios; el del 2010 afectó 25.000 ha. Otra zona quemada el año 1998, muestra regeneración natural de *Pinus halepensis* con desarrollo limitado, 1-2 m de altura, de alta densidad que se está comenzando a ralear.

Hay sectores con regeneración natural de pino piñonero. Se visita otra zona plantada con esta especie a 3 x 3 m a comienzos de los 50 y raleada tardíamente el año 2012 dejando 200 árb/ha, que presenta de 15 m de altura y 30 cm de diámetro medio, con bajo vigor (Figura N° 28).

Se recorren otros sectores con varios rodales establecidos a 4 x 4 m de 40 y 60 años de edad, sobre suelo calcáreo, delgado, muy pedregoso (rocas carbonatadas tipo yeso), cuyas dimensiones son 12 cm de diámetro y 8-9 m de altura en un caso, y 12-13 m de altura y 18 cm de diámetro medio en otro, con bajo vigor.

En algunas áreas quemadas se observan terrazas de antigua data, que se han reconstruido, en las que se han replantado las especies originales como *Ficus carica* (higuera), *Punica granatum* (granado), *Olea europea* (olivo) y *Ceratonia siliqua*, entre otras (Figura N° 29).

Esta área, de 7 ha, se riega con agua procedente del pueblo vecino. Para su establecimiento se emplean plantas en contenedor de 25 L y se establecen con shelter para evitar daño de ganado vacuno y ovino.



Figura N° 28
RODAL DE PINO PIÑONERO DE 60 AÑOS DE BAJO VIGOR



Figura N° 29
SECTOR CON TERRAZAS CON ÁRBOLES FRUTALES EN MONTE CARMELO

Finalmente se visita un rodal establecido en 1948-1950 (60-65 años) en suelo arcilloso, con alto contenido de hierro (Figura N° 30). Se encuentra a 200 msnm con una precipitación de 400 mm. Fue plantado a 4 x 4 m, raleado a 8 x 8 m, y podado a 4 m de altura para reducir el riesgo de incendios.

Este constituye uno de los mejores bosques de piñonero y su objetivo es la recreación. Presenta 35 cm de diámetro medio y 16-17 m de altura, y se observa una menor distancia entre acículas siendo estas más largas que en otras situaciones.



Figura N° 30
PLANTACIÓN EN BUENAS CONDICIONES, MONTE CARMELO

- **Parque Hula Lake**

Parque establecido a raíz del increíble mejoramiento ambiental que se produjo con obras de manejo del agua en el valle del río Jordán (Figura N° 31), en el norte del país en los años 50, que mejoró los campos agrícolas y sectorizó el exceso de agua, constituyéndose en un humedal de relevancia biológica, ya que es parte de la ruta migratoria de las aves que viajan desde Europa hacia África.

Incluso, parte de los millones de aves han dejado la ruta y permanecen ahí, tal como ha sucedido con grullas (Figura N° 32), las que se manejan y alimentan, con un significativo costo.

Se observa todos los años una cantidad creciente de visitantes (60.000 el año 2003 de apertura, hasta más de 400.000 el año 2012).



Figura N° 31
VALLE DEL RÍO JORDÁN INTERVENIDO



Figura N° 32
GRULLAS DEL HULA PARK

- **Plantaciones de Pino Piñonero en el Bosque de Biriya**

El bosque de Biriya tiene unas 2.000 ha, el más grande de la zona, con 700 mm de precipitación anual. Se visita rodal de pino piñonero de 31 años, con pocas hojas de buen color y baja presencia de conos, con muchos piñones abortados a mitad de su desarrollo en uno de los pares de cada escama (Figura N° 33).



Figura N° 33
BOSQUE DE 31 AÑOS EN BIRIYA (izq.) Y PIÑA CON PIÑONES ABORTADOS (der.)

También se visita otro rodal de la especie de 38 años, con pocas hojas, color normal y mayor cantidad de conos, también con piñones abortados a mitad de su desarrollo en uno de los pares de cada escama.

- **Plantaciones de Pino Piñonero en el Bosque de Bar'ham**

Es un bosque de 1.000 ha que cuenta con 800 mm de precipitación anual. En 1992 se produjo una fuerte nevazón que ocasionó la caída de numerosos árboles, y el año 2010 hubo un incendio que dañó 150 ha, por lo que se decidió poner cámaras de vigilancia en las entradas.

Se recorre rodal de 55 años, donde hay árboles con 50-100 piñas (Figura N° 34), en un suelo de mejor condición general, con menor presencia de piñones abortados y 2 piñones por bráctea. Proponen raleos cada 10 años, habiendo ya realizado 2; partiendo de 3 x 3 m van a llegar a cerca de 8 x 8 m, unos 200 arb/ha.

El suelo es limoso con algo de yeso, de piedras duras, calcáreas que lixivian; se observan cristales de cuarzo muy duro, que no es rayado por el acero (dureza 7,5 versus 7); formado mediante procesos muy lentos desarrollados bajo el mar, en los que las moléculas se arreglan espacialmente formando estructuras minerales en forma de tetraedros.

Dentro de la caliza las rocas son porosas por lo que retienen agua y permiten una adecuada difusión desde la roca al suelo y desde este a la planta. Esta situación es mejor que en otras áreas, sin embargo podría generar problemas nutricionales.



Figura N° 34
RODAL DE PINO PIÑONERO DE 55 AÑOS EN EL BOSQUE DE BAR'HAM

Se recorre también un ensayo de procedencias de Israel y Europeas (Figura N° 35), establecido en 1994 (19 años), en el que destaca la procedencia portuguesa PT91, que se caracteriza por una menor mortalidad, menor presencia de áfidos y mayor altura. Se sugiere en las próximas mediciones cuantificar la cantidad de conos, y analizar si existe un patrón de distribución geográfica de la infección por áfidos.



Figura N° 35
ENSAYO DE PROCEDENCIAS DE 19 AÑOS EN EL BOSQUE DE BAR'HAM

Se visitan finalmente dos rodales, el primero de 18 años de edad (establecido en 1995 a 3 x 3 m), ubicado en exposición sur, a 700 msnm, asociado en algunos sectores con *Cupressus arizonica* y raleado el 2013 extrayendo más de la mitad de los individuos (Figura N° 36), y el segundo de 38 años de edad (establecido 1975), con muy buen crecimiento en altura, follaje amarillento y pocas acículas cortas, con producción contenida de conos (Figura N° 37).



Figura N° 36
RODAL DE PINO PIÑONERO DE 18 AÑOS EN EL BOSQUE BAR'HAM



Figura N° 37
RODAL DE PINO PIÑONERO DE 38 AÑOS EN EL BOSQUE BAR'HAM

- **Vivero Golani, Norte de Israel**

Corresponde a uno de los 3 viveros que posee KKL, uno en cada zona del país (norte, centro y sur) a fin de reproducir material apto para cada zona. Está establecido en cerca de 1 ha superficie efectiva, más las áreas dedicadas a almacenamiento y tratamiento de semillas. Produce plantas de 120 especies diferentes.

Para la reproducción algunas de las semillas se remojan en agua y siembran en el área de germinación, en bandejas con vermiculita, ubicado dentro de un contenedor climatizado a 24°C y humedad constante, hasta la germinación. Posteriormente son llevadas a un invernadero y luego a las áreas abiertas para su endurecimiento. Tienen un control de todas las fechas y actividades realizadas en el proceso de reproducción.

Las plantas de pino piñonero observadas, producidas en contenedores de 0,75 y 1,5 L, de 9 meses, son de muy buena calidad (Figura N° 38); fueron trasladadas a fines de marzo desde las bandejas de siembra a los contenedores.



Figura N° 38
PLANTAS DE PINO PIÑONERO DE 9 MESES DE EDAD
PRODUCIDAS EN CONTENEDOR DE 0,75 L (izq.) Y 1,5 L (der.)

Utilizan un sustrato a base de musgo sphagnum (peat moss) blanco y negro, que adquieren a sus proveedores. Respecto de la fertilización solo tienen una regla: el riego debe tener 2% de N. Ocupan NPK 3-7-3 y riegan en verano 1 vez/día y en otoño 3 veces/sem, dependiendo de las condiciones climáticas.

El pino piñonero continúa creciendo en altura en invierno. Emplean malla raschell de 50-60% de cobertura para sombreaderos.

También producen plantas de grandes dimensiones para proyectos especiales (zonas donde no se puede excluir animales) en bolsas de 25 L (*easy lift*) fáciles de cortar y plantar; son

manejadas con un sistema de poda interesante, que consiste en mantener todas las ramas pero despuntadas de modo de dar una forma cónica tipo pino alargado, a fin de conservar superficie foliar elevada y una fácil manipulación (Figura N° 39).



Figura N° 39
PLANTAS DE GRANDES DIMENSIONES PRODUCIDAS EN EASY LIFT DE 25 L

- **Análisis y Conclusiones**

Los profesionales de KKL comentan que existen registros de las primeras introducciones de pino piñonero a Israel 1780; las semillas se trajeron desde el Líbano y se establecieron en Yarca en una superficie de 3 dunam (0,3 ha). Fue un jeque árabe quien plantó para la producción de piñones, importantes en la dieta mediterránea. Hasta 1940 colectaban piñones y posteriormente a esa fecha se importan.

A la fecha se han hecho varios estudios relacionados con el crecimiento de pino piñonero, pero ninguno sobre su productividad. El 2001 se publicó un estudio sobre la variabilidad genética sin resultados concluyentes; el 2002 otro sobre injerto de *P. pinea* sobre *P. halepensis* para aumentar su resistencia a suelos calcáreos y sequía; el 2003 una publicación sobre métodos rápidos para probar resistencia al estrés hídrico de ecotipos de pino piñonero, en la que se probaron 2 procedencias turcas y 4 españolas, encontrando que la procedencia española La Mancha (de zona con 410 mm de precipitación y 14,3°C de temperatura media), presenta la mayor eficiencia del uso del agua para todas las variables evaluadas (largo de raíces laterales, capacidad fotosintética, rango de consumo de agua, pesos húmedo y seco y largo de brotes).

En el año 2004 analizaron plantas producidas con semillas de Zvia (700 mm) y Aviezer (470 mm), encontrando que los mayores crecimientos se verificaban con las de Zvia. En 2005 realizaron un análisis de variación genética sin resultados satisfactorios.

También han estudiado procedencias españolas, turcas e israelí en tres localidades: Norte (600 mm, suelo calcáreo), centro (450 mm) y sur (300 mm), obteniendo mayor sobrevivencia de la especie en el centro y sur.

Actualmente están estudiando clones resistentes a sequía en la Facultad de Agricultura

de Rehovot, haciendo estudios ecofisiológicos a fin de seleccionar los clones de mejor comportamiento.

Una de las dos experiencias de injerto que han realizado se hizo con un injerto bajo, ya que tuvieron que escarbar para encontrar la marca del injerto. Están considerando la posibilidad de sacar púas de lugares con estrés hídrico e injertarlas sobre *P. halepensis*. También observaron que las plantas injertadas crecieron más que el control.

Consideran que la limitante principal a su desarrollo son los suelos calcáreos que causan clorosis debido a la falta de hierro, o a la reducida habilidad de absorberlo por la alcalinidad del suelo (pH>8). La nutrición de la especie es un tema que no ha sido dilucidado.

Están interesados en realizar investigaciones conjuntas, ya que consideran que es una buena oportunidad de trabajar y aprender juntos. Esto dado que a pesar que cada vez se plantan menos coníferas, seguramente esta especie se seguirá plantando dado su valor ornamental.

También van a identificar y juntar la información disponible y evaluar huertos a fin de tener una buena descripción del comportamiento del injerto después de más de 10 años.

Las investigadoras de INFOR participantes en esta gira técnica expresan su admiración por el amor por la naturaleza que marca todo el accionar del KKL y que ha permitido cambiar el paisaje del país, reverdeciéndolo, mejorándolo, haciéndolo más acogedor y estableciendo lazos afectivos con sus ciudadanos, como también su reconocimiento por la excelente organización de la visita, incluyendo la participación de numerosos profesionales y administrativos con una excelente coordinación en todos los aspectos. Se visitaron situaciones que resultaron muy valiosas para el trabajo de INFOR con *Pinus pinea*, incluyendo aspectos paisajísticos, de mejoramiento del suelo y de manejo del agua, pero también relacionados a la producción frutal.

El recorrido de sur a norte, donde se van incrementado las precipitaciones, permitió evaluar directamente en terreno el impacto del déficit hídrico y de otros factores limitantes para el crecimiento de la especie. Resulta sorprendente que con 250 mm de precipitación el crecimiento es pobre, pero también lo es con 700 mm o más, lo que lleva a concluir que esto no se debe necesariamente al aporte hídrico. También se observó en suelos calcáreos buenos crecimientos en algunos casos, aun cuando la especie no se desarrolla con vigor. En suelos de *terra rossa*, arcillosos con alto contenido de carbonatos existentes en el Mediterráneo, los crecimientos son pobres pero mejores, y el follaje no se presenta amarillento.

RESUMEN

El estudio que a continuación se presenta se llevó a cabo en el sector de Puico, comuna de Empedrado, región del Maule, con el propósito de identificar y describir los sistemas agroforestales y al mismo tiempo lograr una caracterización de los propietarios de dichos sistemas, para finalmente llegar a formular propuestas de tecnologías agroforestales que permitan un mejor desarrollo de los sistemas de producción que presentan.

Para llevar a cabo los objetivos propuestos se realizó una entrevista semi-estructurada, la cual permitió realizar la caracterización de los sistemas de producción y de los productores. Dicha entrevista fue realizada a 11 productores que corresponden a la totalidad de propietarios que presentan sistemas agroforestales en el sector en estudio. Posteriormente, se generaron las diferentes propuestas de tecnologías agroforestales, para un grupo objeto definido con características similares. Finalmente, se realizó una consulta a expertos que permitió detectar cuales son las principales trabas que encuentran los pequeños propietarios para acceder a los diferentes instrumentos de fomento y financiamiento que ofrece el Estado.

Los resultados indican que las principales tecnologías agroforestales susceptibles de ser implementados por pequeños propietarios en el sector en estudio están referidas a la realización de un ordenamiento predial, el cual considera la implementación de un sistema rotacional diferido, el que permite además realizar un manejo en el ganado, un manejo del espinal y un mejoramiento de la pradera mediante el apotreramiento, dejando algunos sectores en descanso.

Palabras clave: Empedrado, tecnologías agroforestales, instrumentos de fomento.

SUMMARY

The study was carried out in the Puico area, in the Empedrado commune, Maule region. The main purpose was to identify and describe the agroforestry systems, at the same time characterize the owners of the systems to finally reach some proposals of new agroforestry technologies to improve the development of the systems in the area.

To reach the proposed objectives, a semi-structured interview was applied to the land owners, which let characterize the productive systems and their managers. The interview was applied to 11 land owners; they are all the agroforestry owners in the Puico area. Later on, some agroforestry proposals were defined for a group of agroforestry owners with similar characteristics. Finally, some experts on the subject were interviewed to find out about the weakness that the land owners have to reach the public production subsidies and financing.

The results showed that the main agroforestry technologies susceptible to implement by the land owners in the study area are referring to land order, what considers the implementing of a deferred rotational system of pastures, this lets not only to manage the livestock, but also to manage the *Acacia caven* wooden vegetation formation and to improve the pastures productivity through the establishment of deferred rotational system of pastures what lets some units to rest for a season.

Keywords: Empedrado, agroforestry technologies, public production subsidies and financing.

INTRODUCCIÓN

La población de la región del Maule se concentra en una importante proporción en zonas rurales y además se caracteriza por presentar economías de subsistencia con una fuerte vocación agrícola. Sin embargo, las dificultades que enfrentan para el desarrollo de esta actividad son altas, debido principalmente a que en el sector de secano, los suelos se encuentran extensamente erosionados.

En efecto, más de la mitad de los suelos cultivables de la región muestra un grado de erosión severo o muy severo y otra parte importante del territorio presenta un grado de erosión moderado.

Si se analizan los diferentes sistemas de producción localizados en la región, es posible encontrar características muy comunes en cuanto a las limitantes que estos presentan, siendo las principales la disponibilidad de agua, la degradación de suelos, los procesos de desertificación y una brecha tecnológica importante.

La falta de información de los pequeños propietarios, sobre el tema relacionado a las tecnologías productivas, es una de las razones que conlleva a una sobreexplotación de los recursos existentes.

Dicha sobreexplotación conduce a un bajo nivel de productividad del recurso tierra, lo que agrava el problema de escasez de alimentos para las familias.

Una práctica que permite lograr mejorías en los sistemas productivos es la agroforestería. Bajo esta integración productiva es posible conseguir que los ingresos del propietario aumenten.

El propósito es lograr una complementariedad entre los componentes, lo cual trae como consecuencia una mejora en la productividad o en la sustentabilidad y, por consiguiente, beneficios económicos, ambientales y sociales.

Este estudio, tiene como propósito generar propuestas de tecnologías que permitan mejorar la productividad de los sistemas agroforestales existentes en el sector de Puico, Comuna de Empedrado.

OBJETIVOS

El objetivo general es proponer tecnologías agroforestales susceptibles de ser implementadas por pequeños propietarios en el sector Puico, comuna de Empedrado, región del Maule.

Los objetivos específicos en tanto apuntan a:

- Caracterizar a los diferentes productores que presentan sistemas agroforestales.
- Identificar y caracterizar los sistemas agroforestales presentes.
- Evaluar las propuestas generadas para la aplicación de tecnologías agroforestales en el sector bajo estudio.
- Identificar los principales problemas que existen en relación a una orientación adecuada de los instrumentos de fomento existentes en la comuna.

MATERIAL Y MÉTODO

Ubicación del Estudio

El estudio se desarrolló en el sector de Puico, localizado al sur este de la comuna de Empedrado, en la región del Maule. En relación a los principales usos del recurso suelo la I. Municipalidad de Empedrado (2004), indica que las plantaciones forestales ocupan 37.498 ha, superficie que corresponde al 66% del total de explotaciones censadas en la comuna de Empedrado. Le siguen en importancia las praderas y matorrales con 20% y luego los bosques naturales representando con un 9%.

La metodología empleada corresponde a aquella propuesta por el Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) denominada "Diagnóstico y Diseño", la cual consiste básicamente en la realización de un diagnóstico de los problemas de manejo de la tierra y del diseño de soluciones agroforestales. Dicha metodología presenta cinco fases, las cuales son Prediagnóstico, Diagnóstico, Diseño y Evaluación, Planeación e Instrumentación (Nair, 1997).

Delimitación del Universo en Estudio

En el sector de Puico Alto existen 20 familias. En la fase de prediagnóstico se identificaron los predios que presentaban sistemas agroforestales, determinándose 11 predios, los cual constituyen el universo en estudio, es decir, la entrevista fue aplicada al 100% de los productores que presentaban sistemas agroforestales.

Recolección de la Información

Durante el proceso de recolección de la información se reconocen dos etapas, la primera correspondió a una fase de prediagnóstico, en la cual con información secundaria y una salida de reconocimiento se caracterizó el sector en estudio. Posteriormente, en la fase diagnóstico, se aplicaron las entrevistas semi-estructuradas, las cuales constituyen el medio de recolección de la información.

Descripción de las Variables

En la fase de prediagnóstico se determinaron las variables que permitieron caracterizar a los productores, los sistemas productivos que cada uno presenta y realizar así el análisis estructural y funcional de los sistemas agroforestales presentes, dichas variables corresponden a:

- Número de integrantes del grupo familiar
- Edad del jefe de familia
- Nivel de escolaridad del jefe de familia
- Superficie total
- Superficie agroforestal
- Disponibilidad de mano de obra
- Ingreso familiar
- Tipo de tenencia de la tierra
- Unidad Animal (UA)
- Producción agrícola
- Transferencia tecnológica.

Análisis de Datos

La información obtenida durante la fase de diagnóstico mediante las entrevistas aplicadas a los productores que presentaban sistemas agroforestales en el sector de Puico, fue ingresada y tabulada en una planilla Excel. Posteriormente la información fue analizada a través de la estadística descriptiva, es decir, se realizó un análisis de medias aritméticas y frecuencias.

Los antecedentes obtenidos de dicho análisis permitieron la caracterización, tanto de los productores como de sus sistemas productivos, y esta información da una primera aproximación a

las deficiencias y requerimientos de los sistemas productivos, para finalmente llegar a la generación de propuestas de acción para lograr mejoras en dichos sistemas.

Caracterización de los Productores que Presentan Sistemas Agroforestales

En base a la entrevista semiestructurada aplicada, específicamente se utilizaron las variables: unidad familiar, edad del jefe de hogar, nivel de escolaridad del jefe de hogar, disponibilidad de mano de obra para la caracterización de los productores.

Identificación y Caracterización de los Sistemas Agroforestales

Para la descripción de los diferentes sistemas agroforestales se utilizó el análisis estructural y funcional de éstos. El análisis estructural se desarrolló sobre la base del arreglo de los componentes, entendiéndose esto como la disposición temporal y espacial de cada uno de sus componentes. Para el análisis funcional de los sistemas agroforestales se describió cada uno de los componentes, la producción, el ingreso bruto por componentes y total, los aspectos tecnológicos asociados a la salida y entrada de insumos/productos, y las formas de comercialización de la producción, cuando existe.

Otros aspectos importantes considerados en la caracterización de los sistemas son: superficie, tipo de tenencia de tierra, tipo de transferencia tecnológica y los ingresos generados por el sistema.

Evaluación de las Propuestas Generadas para la Aplicación de Tecnologías Agroforestales

Una vez planteadas las propuestas para los diferentes grupos objetivos, se procedió a un análisis de los ingresos y los costos respectivos de la implementación de cada una de ellas, y se realizó además una evaluación mediante los indicadores económicos TIR y VPN. En la evaluación se tomó en cuenta, además, la posibilidad de financiamiento para la implementación y puesta en marcha de las propuestas generadas.

Identificación de los Principales Problemas que Existen en Relación a una Orientación Adecuada de los Mecanismos de Fomento y Financiamiento Existentes en la Comuna

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la metodología conocida como consulta a expertos. Para ello, se entrevistó a 4 informantes expertos, los cuales debían poseer experiencia respecto de trabajo con pequeños propietarios y relación que existe entre éstos y los instrumentos de fomento.

La información entregada por los informantes expertos fue complementada con bibliografía existente, con las opiniones de los pequeños propietarios y con la experiencia e información obtenida de terreno.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Caracterización de las Familias Entrevistadas

El 36,4% de las familias entrevistadas presenta dos integrantes, 9,1% está compuesto por tres integrantes, 36,4% presenta cuatro integrantes y el 18,2% restante cinco personas.

Un punto importante de analizar es la participación en algún programa de transferencia tecnológica de estos propietarios. En relación al número de integrantes por familia y la participación de esta en programas de transferencia tecnológica, se obtuvo que la totalidad de las familias con mayor número de integrantes, es decir 4 y 5 personas, ha participado o participan en programas de transferencia tecnológica. Como se mencionó anteriormente la transferencia tecnológica es de suma importancia para los pequeños propietarios como medio para alcanzar el desarrollo. Según los resultados obtenidos el 63,6% de las familias ha obtenido algún tipo de transferencia tecnológica y el 36,4% restante no ha sido partícipe de este tipo de programas.

La edad promedio registrada de los jefes de familia es de 59,2 años, encontrándose la mayor proporción (27,3%) en dos rangos de edad (56-65 y 66-75 años).

En el 81,8% de los casos los jefes de familia de los sistemas agroforestales identificados corresponde a hombres y en el 18,2 % de los predios se encontró como jefe de familia a una mujer. Para el caso de las jefas de hogar la edad promedio es de 56 años y para el de los hombres es 59,9 años.

El 100 % de los jefes de hogar menores a 65 años participa o ha participado en algún programa de transferencia tecnológica, todos ellos hombres, y el 100% de los propietarios mayores a 65 años no lo hace ni lo ha hecho.

La educación básica incompleta es el nivel educacional que prevalece en el sector, representado por el 54.5%. El nivel educacional alcanzado por los jefes de hogar parece no afectar su participación en programas de transferencia tecnológica.

La mano de obra ocupada en los predios es casi en su totalidad familiar, solo se presentan dos casos en los cuales el productor ocupa mano de obra familiar temporal para desarrollar algunas de las labores, referidas principalmente al establecimiento de cultivos anuales como es el caso del trigo.

Respecto del papel que desarrolla la mujer se indica que en la totalidad de los casos ella participa en las actividades vinculadas a la producción de los alimentos y también las netamente agrícolas y las relacionadas con la transformación de los productos para la alimentación diaria de la familia. Generalmente ella es la encargada de cuidar las aves y el ganado, así como también de los cuidados de la huerta en los casos que se registró la presencia de esta.

Estructura Productiva de los Sistemas Agroforestales Identificados

Basado en la clasificación estructural de los sistemas agroforestales los sistemas encontrados en el sector en estudio son silvopastoriles, 72,7% de los casos, y agrosilvopastoriles, 27,3% de los casos.

- Sistemas Silvopastoriles

Asociación de los componentes espino y ganado ovino principalmente. Casi en la totalidad de los sistemas silvopastoriles identificados los componentes eran el espino como componente arbóreo y el ganado ovino como componente animal asociado a pradera natural.

- Sistemas Agrosilvopastoriles

Corresponden a aquellos sistemas que presentaban una asociación de los componentes espino, ovino y trigo.

Arreglo de los Componentes de los Sistemas Agroforestales

La disposición de cada uno de los componentes de un sistema agroforestal puede ser abordada desde los puntos de vista de su disposición en el tiempo y su disposición en el espacio.

- Disposición Espacial

Dentro de los sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles, el espino representa el componente arbóreo, el cual se encuentra distribuido irregularmente dentro de la pradera, desarrollándose en densidades que van desde los 30 arb/ha hasta los 90 arb/ha con individuos en diferentes estados de desarrollo. Esto es un arreglo espacial vertical tipo monoestrato.

- **Disposición Temporal**

Los sistemas silvopastoriles presentan una disposición coincidente, esto debido a que el componente arbóreo, en este caso el espino, y el componente animal correspondiente al ganado ovino se encuentran simultáneamente en la misma unidad predial, pudiendo variar el tipo de ganado o su cantidad.

En el caso de los sistemas agrosilvopastoriles que tiene la componente agrícola trigo, la superficie destinada cada temporada a este cultivo puede variar, lo mismo que el sector donde se lo ubica.

Rol de los Componentes

- **Componente Arbóreo**

En relación a la interacción que se produce entre los diferentes componentes que integran las estructuras productivas, se pudo observar que el espino, principal componente arbóreo, tiene especial importancia en la protección del ganado ovino en épocas tanto estivales como invernales, esto se debe principalmente a que proporciona sombra al ganado durante los meses de altas temperaturas, lo cual significa una disminución en el requerimiento del agua para bebida. Los ejemplares del estrato superior proveen de sombra a los animales y reparo en los días más fríos, mientras que los ejemplares del estrato inferior sirven de forraje de subsistencia.

Los productores indicaron que la cobertura arbórea es importante al momento de las pariciones, ya que estas se presentan de manera continua durante todo el año, proporcionando abrigo, ya sea en la estación fría, como en la estación calurosa disminuyendo la mortalidad de los corderos.

Otra función importante que pudo ser comprobada en terreno es la utilización del fruto y el ramoneo de sus hojas por parte del ganado en los periodos más críticos de alimento, es decir, es un complemento a la alimentación.

- **Componente Animal**

La componente animal aporta abono a las praderas naturales y al componente arbóreo a través de los excrementos. Este ganado está dirigido a la producción de carne principalmente para el autoconsumo familiar.

- **Componente Cultivo**

La componente cultivo agrícola, el trigo, se basa en una rotación de este dentro del predio y la utilización del rastrojo de la cosecha como alimento del ganado ovino, en el caso de los sistemas agrosilvopastoriles.

- **Componente Pradera**

El papel fundamental de la pradera es la producción primaria de biomasa como alimento para los animales. Otro rol no menor es la protección del suelo, ya que evita la erosión al constituir una barrera mecánica contra el arrastre de materiales por el viento y por el agua.

Superficie

La superficie promedio de los predios de los propietarios entrevistados corresponde a 26,5 ha. El 63,6% de los productores presentan predios cuya superficie se encuentre en un rango de 15 a 45 hectáreas; el 18,2% de los predios corresponde a los propietarios que presentan una superficie predial menor a 15 hectáreas; el mismo porcentaje (18,2%) se presentó en aquellos predios que presentaban una superficie mayor a 45 hectáreas.

Con respecto a la superficie representada por aquellos predios en los cuales se registró la participación en programas de transferencia tecnológica, se obtiene que corresponde al 67,7%, por lo tanto el 32,3% restante corresponde al porcentaje de superficie donde hay participación en dichos programas.

Tenencia de Tierra

El 72,7% de los predios que forman parte del estudio presentan el tipo de tenencia de tierra propia, presentando sus títulos de dominio saneados, el 27,3% restante se encuentra en posición de ser dueños de sus tierras, pero no tienen al día sus títulos de dominio, estos terrenos se encuentran en sucesión. Es importante indicar que no se registraron casos de arrendamiento ni de mediería.

El tipo de tenencia de la tierra parece no afectar la participación de los propietarios en programas de transferencia tecnológica, pues al efectuar un análisis de la relación que existe entre el tipo de tenencia de tierra y la utilización de tecnología, los valores registrados se mantienen, independientemente si el propietario presenta o no algún tipo de transferencia de tecnología.

Tipo de Transferencia Tecnológica en los Sistemas

Del 63,6% que ha participado en programas de transferencia tecnológica, el 100% ha recibido transferencia tecnológica en el sector agrícola, específicamente en programas establecimiento de sistemas de riego para especies de frutales. Por otra parte, 3 productores (27%) han recibido asistencia tecnológica respecto a manejo del ganado, específicamente en el área de vacunación del ganado ovino, finalmente solo dos propietarios (18,2%) registraron bonificaciones del sector forestal, por medio del DL 701, para establecimiento de plantaciones de pino insigne.

Ingreso Familiar

El ingreso familiar está conformado por los ingresos generados de las distintas actividades que se desarrollan en el interior del predio y por los ingresos extraprediales, lo cuales están constituidos por salarios de actividades desarrolladas fuera del predio, por asignaciones familiares y por pensiones.

Se determinó que el ingreso promedio de las familias corresponde a 69,1 UF/año, con valores que van desde las 18.7 UF hasta las 115.8 UF. Los sistemas agrosilvopastoriles registran ingresos promedios de 82.9 UF/año, superiores en un 18% a los ingresos de los sistemas silvopastoriles los cuales registraron como ingreso promedio 64 UF/año.

Análisis Funcional de los Sistemas

- Componente Animal

El componente animal está formado por ganado ovino, bovino y equino. Sin embargo, los ovinos constituyen el grupo de mayor importancia dentro los sistemas desde el punto de vista económico.

En los sistemas silvopastoriles este ganado está presente en el 100% de los casos y lo mismo ocurre en los sistemas agrosilvopastoriles registrándose la presencia de ganado ovino en la totalidad de los sistemas. Los bovinos si bien se encuentran presentan casi en la totalidad de los sistemas, se tiene que para el caso de los sistemas silvopastoriles el 87.5% de los predios registró tener en su predio dicho ganado, encontrándose solo un caso con ausencia de bovinos. En los sistemas agrosilvopastoriles se presenta en un 100% de los casos.

En el 63.6% de los predios en general se registró la presencia de ganado equino. En los sistemas silvopastoriles se registró que en el 50% de éstos existe la presencia de equinos y en los sistemas agrosilvopastoriles en el 100%.

La carga animal (UA/ha/año) para cada uno de los sistemas agroforestales, muestra valores que van desde las 0,20 (U.A./ha/año) hasta un caso extremo de 0,82 (UA/ha/año).

La situación que presentan los productores en cuanto al manejo animal, es característica de las zonas de secano, en donde para poder sustentar el sistema los productores deben recurrir a complementar la alimentación del ganado comprando fardos de heno o enviando al ganado a pastorear a sectores aledaños. En términos de estructura productiva, la mayor presión de pastoreo la ejercen los productores con sistemas silvopastoriles (con transferencia tecnológica), llegando a las 0.6 U. A./ha/año.

Al realizar un análisis general del destino de la producción animal dentro de las estructuras productivas se puede evidenciar que la mayor proporción de los animales se encuentran en el predio, el 65,8% para el caso del ganado ovino y el 88,6% del ganado bovino. Los ovinos se emplean para la evnta y autocondumo de corderos y en cuanto al bovino su principal uso es fuerza de trabajo (bueyes) y producción de leche para autoconsumo.

En relación al aporte que realiza la producción de animales en el ingreso familiar, en los sistemas agrosilvopastoriles se registró que dicha participación corresponde a un 18% del ingreso familiar, valor superior al registrado en los sistemas silvopastoriles donde alcanza al 10,8%.

- **Componente Arbóreo**

El espino (*Acacia caven*), corresponde al componente arbóreo principal dentro de ambas estructuras productivas y en su mayoría se trata de individuos multifustales. El espino se presenta en forma natural dentro de ambas estructuras productivas, es una formación que se ha transmitido por generaciones y no ha experimentado manejo alguno.

El uso poco racional del matorral de espino para la producción de leña y especialmente carbón, ha deteriorado paulatinamente esta formación. Si bien no se registró actualmente producción de carbón en el sector en estudio, si fue posible encontrar la presencia de hornos.La extracción de espinos para leña en tanto no responde a un ordenamiento, es una cosecha árbol a árbol, al azar, sin ninguna planificación.

- **Componente Agrícola**

El trigo constituye dentro de los sistemas agroforestales identificados el principal componente agrícola, sin embargo se registraron pequeñas superficies de maíz y porotos con fines de autoconsumo familiar. El cultivo de trigo constituye una fuente de ingreso para la familia así como también una fuente alimenticia, pues de este cultivo se obtienen subproductos.

El porcentaje que representa el cultivo de trigo en relación a la superficie total del sistema es en promedio 8.1%, este bajo valor se debe principalmente a que los productores indicaron que dicho cultivo no le genera ingresos importantes debido a la baja producción que obtienen.

El sistema tradicional que se puede observar dentro de los sistemas productivos identificados se basa en la rotación de praderas naturales y trigo, fundamentalmente en los sectores de lomaje, rendimientos promedios de 14 qq/ha. De acuerdo a los resultados obtenidos se constata que la producción promedio de trigo predial en los sistemas agrosilvopastoriles alcanza los 37,5qq. De esto, los productores destinan en promedio el 8,2% al autoconsumo, 83,7% a la venta y el 8,2% restante es destinado a semillas para la siguiente temporada.

El ingreso promedio por concepto de la venta del trigo, producido en los sistemas agrosilvopastoriles, alcanza las 23,1 U F, lo que representa el 32,2% del ingreso familiar.

Análisis de Administración y Productividad

Del estudio del análisis estructural y funcional se desprenden algunos problemas o deficiencias que presentan los sistemas productivos, bajo estas deficiencias estará el desarrollo de las propuestas de tecnologías agroforestales a presentar.

Las principales deficiencias son:

No existe una adecuada ordenación de los componentes dentro de los diferentes predios, lo cual refleja un mal aprovechamiento de este.

El sistema de pastoreo continuo desarrollado por la totalidad de los sistemas productivos.

Existencia de una pradera deficiente en calidad nutritiva y muchas veces escasa para la cantidad de animales presentes. La producción de materia seca que obtiene el propietario es deficiente (los ovinos presentan bajos pesos).

Respecto al manejo de los animales, hay dos los problemas. El primero se relaciona con el tipo de encaste, el cual es libre permaneciendo el carnero todo el tiempo junto a las ovejas, lo que provoca que se produzcan pariciones en épocas no adecuadas. La carga animal promedio resultó ser de 0,4 UA/ha /año y la capacidad máxima para la zona es de 0,18 UA/ha/año.

PROPUESTAS DE TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES

Dentro del total de productores entrevistados se identificó un grupo representativo de los sistemas existentes para los cuales irán dirigidas las propuestas de tecnologías agroforestales.

Para simplificar el análisis económico de las propuestas es fundamental la realización de un estudio de caso, para lo cual en primer lugar se localizó e identificó un predio en el cual se mostraran características representativas del resto de los predios con sistemas silvopastoriles localizados en el sector en estudio.

Las zonas de secano se presentan actualmente como áreas marginales, en las cuales una de las características principales es que las praderas ocupadas por los ovinos corresponden a suelos difícilmente aprovechables para desarrollo de cultivos o de una mayor carga animal, generando esto que los animales deban adaptarse a praderas de baja disponibilidad y de escaso valor nutritivo.

Sistema de Pastoreo Rotacional Diferido

En la totalidad de los sistemas que forman parte del estudio se pudo constatar que el sistema de pastoreo utilizado corresponde a un pastoreo continuo, es decir, el ganado permanece durante toda la temporada en una misma superficie, dentro de la cual los animales se mueven libremente sobre la pradera.

Este tipo de pastoreo ha traído como consecuencia una degradación de la pradera natural, pues los animales seleccionan aquellas especies de mejor calidad, las cuales se van estableciendo posteriormente en menor proporción y solo restan plantas de poco valor forrajero, las cuales no son apetecidas del todo por el ganado.

Es importante señalar también que este tipo de pastoreo deja expuesto al ganado a las variaciones de producción de forraje que se producen durante el año, registrándose períodos en los cuales la disponibilidad de alimento y la calidad de este son críticas.

Ante esta situación se propone mejorar el sistema de pastoreo por medio del establecimiento de un sistema de pastoreo rotacional diferido.

La secuencia de utilización de los potreros, se plantea de manera que se alternen períodos críticos de utilización, con aquellos en que la pradera tenga un rezago que le permita su recuperación. Se considera además dejar un potrero libre en el cual se aparta el carnero, para así evitar las pariciones durante todo el año, e implementar el sistema de encaste dirigido, dejando solo en la temporada correspondiente (febrero a marzo) al carnero junto a las ovejas.

Los diferentes potreros a utilizar en el sistema de manejo rotacional diferido, requieren límites claros y definidos, con el propósito de mantener en orden los animales y que éstos no traspasen los diferentes potreros. Para delimitar los potreros se propone utilizar cercos convencionales.

Manejo del Espinal

El espinal que se presenta en el sector presenta problemas como baja densidad y falta de manejo. Se requieren tratamientos silviculturales, como la poda área y de formación del espinal, el raleo de pies de espino y clareos, intervenciones estas últimas que pueden ser realizados antes de las podas y tienen el propósito de homogeneizar el espinal.

Manejo de la Pradera

El principal objetivo de realizar un manejo de la pradera mejorarla, tanto en su productividad como en su valor nutritivo.

La complementación con pasturas cultivadas perennes es uno de los factores que posibilita otorgar un adecuado manejo a los pastizales naturales. Los beneficios pueden ser una rápida recuperación de áreas muy degradadas; una buena provisión de forraje en superficies más reducidas, lo que facilita el manejo del predio, sobre todo en épocas críticas. Otra medida es otorgar descansos a las parcelas de pastizales en épocas claves para su recuperación, concentrando el predio en estas pasturas enriquecidas, y mejorar el manejo nutricional de los animales, con lo cual se incrementa su eficiencia de producción.

¶Dadas las condiciones climáticas de la zona en estudio y el nivel socioeconómico de los productores, se propone la implementación de una pradera mejorada de falaris combinada con trébol subterráneo.

Manejo animal

La producción ovina del sector se caracteriza por utilizar como principal recurso alimenticio la pradera natural, situación que sumada a la condición reproductiva de los ovinos genera sistemas extensivos y estacionales.

En estos sistemas las principales medidas de manejo están enfocadas a hacer coincidir los requerimientos nutricionales de los ovinos con la disponibilidad de forraje de la pradera, basándose para ello en buscar la época y la forma adecuada de encaste.

Dentro del análisis estructural y funcional de los diferentes sistemas agroforestales estudiados, se pudo constatar que existe un problema respecto a la época en la cual se llevan a cabo las pariciones, dicho problema es provocado por la forma en la cual se está realizando el encaste del ganado. Respecto a esto se registró que la totalidad de los productores con ganado ovino no utilizan el sistema de encaste dirigido, es decir, el carnero permanece durante toda la temporada junto a las ovejas, lo cual genera que las pariciones se registren durante todo el año, y no en la época en la cual la disponibilidad de alimento es mayor. Se observó una alta proporción macho hembra en los sistemas productivos, pues en promedio existía un carnero para 15 ovejas, lo cual provoca que la presión de pastoreo sea aún mayor.

El realizar un encaste dirigido corresponde a la primera propuesta respecto al manejo animal, logrando con esto concentrar las pariciones en un mismo período que coincida con la mayor disponibilidad de alimento para el ganado.

La falta de un manejo sanitario del ganado puede provocar menores ganancias de peso, disminución de fertilidad y muerte de animales. Para el caso de los sistemas analizados se registró que en el 27% de los casos se realiza un manejo sanitario al ganado ovino y bovino, consistente en la aplicación de vacunas, aunque dicha aplicación muchas veces no era constante.

El manejo fitosanitario del ganado corresponde a la segunda propuesta de manejo animal a implementar en el sector, la cual consiste como se mencionó anteriormente en la aplicación de las vacunas correspondientes al ganado.

Cortinas Cortaviento

Las cortinas cortaviento corresponden a otra alternativa agroforestal que puede ser implementada por los pequeños propietarios del sector en estudio, dicha alternativa tiene fines de protección y de producción de productos madereros de diversas características que permitirían aumentar los bajos ingresos de los propietarios.

El principal objetivo del establecimiento de una cortina forestal es la protección de los cultivos agrícolas, del ganado y de los recursos naturales, especialmente el suelo. Las cortinas además pueden ser utilizadas como deslindes de predios, cercos, y con un adecuado manejo, se pueden obtener productos maderables y/o madera para combustible.

La propuesta para el sector en estudio corresponde a la instalación de una cortina cortaviento compuesta por *Eucalyptus globulus* y *Acacia saligna*, especies seleccionadas considerando el clima, el relieve y los factores bióticos y abióticos del lugar. La estructura propuesta para la cortina cortavientos corresponde a tres filas de plantas de *Eucalyptus globulus* plantadas al tres bolillo, más dos filas exteriores de *Acacia saligna*. El distanciamiento entre las plantas de eucaliptos es de 3 m, entre las hileras de 3 m y 2.5 m entre estos y las acacias.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS: ESTUDIO DE CASO

El predio en el cual se analizará el establecimiento de las propuestas agroforestales presenta una superficie de 20 ha. El sistema analizado en el predio en estudio fue clasificado como silvopastoril, representado por el componente arbóreo nativo con especie principal el espino (40 árboles por hectárea), ovino y pradera natural. Actualmente presenta una serie de problemas, principalmente la deficiencia en el ordenamiento predial, además de la baja calidad nutritiva de la pradera natural, lo que repercute en el sistema en general.

Para el cálculo de los indicadores económicos se recurrió a una serie de supuestos que se individualizan de acuerdo a la estructura de costos o ingresos que lo generen, entre ellos que en una primera etapa existe un retorno producto de las ventas de los animales para disminuir la carga animal.

Para obtener el flujo caja se consideraron los ingresos operacionales anuales y los costos de cada sistema del predio, detallados en las estructuras de ingresos y costos, con un horizonte de planificación de 10 años.

El análisis de la situación con proyecto reveló la importancia en cuanto al aumento de la rentabilidad predial, posterior a la implementación de tecnologías agroforestales (Cuadro N°1)

**Cuadro N° 1
INDICADORES ECONOMICOS CON Y SIN PROYECTO**

Indicador	Sin Proyecto	Con Proyecto
Valor Presente Neto (VPN UF)	-317.933	342.143
Tasa interna de retorno (TIR %)	-	20

PRINCIPALES PROBLEMAS PARA UNA ORIENTACIÓN ADECUADA DE LOS MECANISMOS DE FOMENTO Y FINANCIAMIENTO EXISTENTES

Para efectos poder detectar cuales son los principales problemas que dificultan la aplicación de los diferentes instrumentos de fomento que entrega el Estado, se definieron dos principales ámbitos, de los propietarios y de las instituciones.

Limitaciones de los Pequeños Propietarios

De acuerdo a lo señalado por los expertos entrevistados las principales dificultades que enfrentan los pequeños productores respecto a un real acercamiento con los instrumentos de fomento y financiamiento son:

- Problemas de Gestión

La capacidad de gestión que tienen los pequeños productores del secano es muy baja y muchas veces es lo que dificulta el acceso a nuevas tecnologías y por lo tanto a un acercamiento a los instrumentos de fomento ofrecidos.

Al consultar respecto a cómo enfrenta CONAF este problema, se indica que con este propósito fueron diseñados los programas de asistencia técnica y transferencia tecnológica, de manera de permitir un contacto más directo con los propietarios.

Donde hay que centrar la atención es en poder tener operadores interesados en llevar a terreno los modelos agroforestales, pues el agricultor no los puede desarrollar solo y menos tienen la capacidad de gestión para desarrollar las actividades, para esto INDAP propone trabajar fuertemente con el medio que ya tiene CONAF que son los extensionistas.

- Edad y Nivel Educativo

Respecto de este punto existen variadas opiniones. Hay quienes señalan que tanto el bajo nivel de educación como la avanzada edad que presentan los productores son condicionantes para la participación de los instrumentos de fomento.

Se señala que la edad no es una limitante, pero que el abandono del predio por los hijos en busca de oportunidades fuera del hogar y en las ciudades es generado por una desmotivación, dado que los propietarios a los 70 años están activos.

Tampoco sería una limitante el bajo nivel educativo que presentan los productores, pues algo mucho más importante es la experiencia y el acercamiento ellos tienen con la actividad. La clave en este punto debe ser el vocabulario a emplear y la manera sencilla de entregar la información.

Está claro que ésta condición es una realidad de las comunidades del sector rural difícil de cambiar, por lo tanto, es tarea de otros buscar los caminos adecuados para que estas características no representen un obstáculo a la hora de crear un vínculo entre los productores y los instrumentos de fomento y financiamiento.

- Baja Capacidad Económica

El desconocimiento respecto a las fuentes de financiamiento que entrega el Estado por medio de las instituciones es otro factor que no permite que los productores tengan interés por embarcarse en nuevos proyectos, la aversión al riesgo juega un rol fundamental, al momento de dar un paso hacia el desarrollo.

Muchos productores están dispuestos a desarrollar nuevas tecnologías que son fomentadas y financiadas por el Estado, pero muchas veces la falta de recursos para cubrir los montos no bonificables y el tener que arriesgar parte de estos los desmotiva.

- **Mentalidad Agrícola**

Este corresponde a un problema cultural los pequeños propietarios lo cuales no ven la forestación como una alternativa y menos ven como una posibilidad la integración de estas dos actividades.

En la cultura de los campesinos del secano interior y costero lo que siempre ha prevalecido es la actividad agrícola consistente en los cultivos tradicionales que han primado en dicha región. Esto puede explicarse en parte por las rotaciones que se producen en la actividad agrícola, que son menores y pueden versesus frutos de manera más rápida. Lo contrario ocurre con la actividad forestal que tiene rotaciones más largas y por esto genera cierto temor.

- **Tenencia de la Tierra**

El tipo de tenencia de la tierra que presentan los pequeños productores es sin duda un factor determinante a la hora de acceder a los instrumentos de fomento y financiamiento. Este es un problema que se presenta con mucha frecuencia en el mundo rural y que muchas veces margina a aquellos de las herramientas de apoyo existentes.

Al respecto, se evidencia cada vez más necesario lograr un trabajo con otras instituciones del Estado para así poder buscar una solución al problema de los títulos de dominio, como por ejemplo el Servicio de Bienes Raíces.

Limitaciones de las Instituciones

- **Falta de Información y Personal Capacitado**

La forma de comunicarse con los pequeños propietarios debe ser acorde con su realidad y es tarea de las instituciones contar con funcionarios y profesionales capacitados que sean capaces de generar confianza y motivación.

CONAF cuenta hoy con los llamados extensionistas forestales, los cuales reciben capacitación respecto a la forma en la cual deben comunicarse y lograr un mejor acercamiento con la gente. Dicha capacitación se desarrolla y tiene como línea general el mejorar las interrelaciones entre un profesional con frecuencia desconocido, con una persona de bajo nivel educacional. Muchas veces también la desconfianza que generan las instituciones por malas experiencias en el pasado provoca un rechazo hacia los funcionarios, los cuales deben estar en condiciones de revertir dicha situación.

La transferencia de información y conocimientos debiera realizarse de manera sencilla, integrando el conocimiento técnico del profesional con las vivencias y experiencia del productor. Todo esto genera una interacción real entre el pequeño propietario y el funcionario con objetivos claros y nunca creando falsas expectativas.

El principal problema es que actualmente existe un déficit de personal dispuesto a desarrollar estas tareas, situación que se ve aun más acentuada en los sectores alejados de la capital donde el acceso es muchas veces dificulta las labores de los funcionarios.

- **Continuidad en el Apoyo a los Pequeños Propietarios**

Un continuo apoyo hacia productores genera que estos sientan que la institución los apoya constantemente y que está junto con ellos en esta lucha por el desarrollo. Esto también provoca que el productor conozca realmente como trabaja la institución, generando más confianza y un real acercamiento. El tiempo que destinan a esto los funcionarios y la regularidad en las visitas es algo que motiva a los productores a trabajar.

Esto en ocasiones no ocurre debido principalmente a los limitados recursos con los que cuentan las instituciones del Estado, lo que provoca que los propieatrios se sientan abandonados. Es importante que los pequeños propietarios sepan con quien están trabajando y cuáles son los diferentes beneficios a los que puede acceder.

- **Falta de Instrumentos Ajustados a las Necesidades de los Pequeños Propietarios**

Es necesario hacer una evaluación de los distintos instrumentos de manera de revisar si estos responden a las verdaderas necesidades que presenta el mundo rural actualmente. Importante es que los instrumentos estén adaptados para cada una de las zonas del país pues son distintas las realidades que se presentan. Se debe tener presente que un instrumento que es exitoso en cierta parte del país no necesariamente responde de la misma manera en otra región.

Falta de Integración de las Distintas Instituciones

Es necesario que todas las instituciones que operan los instrumentos actúen de manera conjunta y puedan integrarse, que se genere un nivel de coordinación que vaya en directo beneficio de los pequeños productores.

Es necesario gestionar de manera distinta los servicios de fomento, en su colocación, ajuste y entrega, de manera que den mejor respuesta técnica a las demandas de los productores.

CONCLUSIONES

Características de los Productores

La edad promedio que registraron los jefes de familia corresponde a 59 años y algo importante es que aquellos con edad superior a 65 años en su totalidad no han participado en programas de transferencia tecnológica.

Los jefes de familia son en su mayoría hombres, solo en el 18.2 % de los casos corresponde mujeres.

El número promedio de integrantes del grupo familiar corresponde a 3,4 integrantes, registrándose los mayores porcentajes en aquellas familias que presentan 2 y 5 integrantes.

Respecto del nivel educacional predomina la educación básica incompleta representado por el 55% de los casos, sin embargo esta condición parece no afectar en la participación en programas de transferencia tecnológica.

Características de los Sistemas Agroforestales

La estructura productiva que predomina dentro de la comuna de Empedrado es el tipo silvopastoril, compuesto en su totalidad por la presencia de ganado ovino, espinos y la pradera natural. La producción agrícola aunque se presenta en casi todos los sistemas no se integra a éste, solo tiene como objetivo la generación de ingresos y su contribución en el consumo familiar.

No existe un interés ni conocimiento respecto a especies forestales importantes en el sector, ni de las especies nativas ni de las exóticas. Si bien estos productores han recibido algún tipo de transferencia en esta área, parece ser que no ha sido la adecuada.

Los rendimientos que presentan las producciones actualmente no son los mejores, pudiendo ser mejorados con innovaciones tecnológicas, tanto para el componente agrícola como para el animal, específicamente en el ámbito de manejar la época de las pariciones.

Propuestas de Tecnologías Agroforestales

Las propuestas de tecnologías permitirán una diversificación del sistema predial, por medio del manejo, tanto del pastoreo como de la misma pradera, y del ganado ovino, lográndose un mejoramiento del sistema, acrecentándose la disponibilidad de alimento y por consiguiente el peso en los animales y la calidad de la carne. Adicionalmente, este manejo restringe la continua degradación de la pradera, debido a pastoreos continuos que producen sobrecargas.

Respecto de la evaluación económica realizada, se puede indicar que en el caso del análisis de la situación que presenta actualmente el predio el bajo VPN de - \$ 317.933 se debe a una característica que presentan estas economías que solo son de subsistencia y no permiten un mayor desarrollo. En el caso de la situación una vez consideradas las propuestas, el VPN aumenta a \$ 342.143, con una TIR del 20%.

Instrumentos de Fomento

Por parte de los pequeños propietarios el principal problema que los separa de tener un acercamiento con las alternativas de fomento y financiamiento que entrega el Estado corresponde a su capacidad de gestión y no menos importante los bajos ingresos que perciben, que los hacen reacios a los cambios y a desarrollar nuevas actividades con instituciones que muchos no conocen.

En cuanto a las limitaciones de las instituciones a cargo de los instrumentos, estas tienen que mejorar su forma de darse a conocer y su conocimiento de los verdaderos intereses y preocupaciones de los pequeños propietarios.

REFERENCIAS

Ilustre Municipalidad de Empedrado, 2004. Plan de Desarrollo Comunal Empedrado. 160p.

Nair, R., 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 543 p.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada, del Instituto Forestal de Chile, en la que se publica trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Se acepta también trabajos que han sido presentados en forma resumida en congresos o seminarios. 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, este es enviado por el Editor a al menos dos miembros del Comité Editor para su calificación especializada. El autor o los autores no son informados sobre quienes arbitran su trabajo y los trabajos son enviados a los árbitros sin identificar el o los autores.

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 a 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 lo 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 solo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español, inglés y portugués, redactados en lenguaje universal, que pueda ser entendido no solo 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, interlineado sencillo y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Justificación ambos lados. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Usar formato abierto, no formatos predefinidos de Word

que dificultan la edición.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 10, 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 10 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. Solo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con dos espacios antes y uno 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 guion 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 referencias citadas en texto y solo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: señalaron que... (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. Solo se acepta cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página.

Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su uso.

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**, metro cúbico **m³**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha**.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa y deben aparecer 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 a los miembros del Comité Editor que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor (sbarros@infor.gob.cl). 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.

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).

Respecto del peso de los archivos, tener presente que hasta 5 Mb es un 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 RTF.

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 y no hay observaciones

de fondo por parte del Comité Editor, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte), 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 INVESTIGACIÓN FORESTAL

ARTICULOS	PÁGINAS
ESTRATEGIAS DE SELECCIÓN DE PROGENIES DE <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake EN LA REGIÓN DE SELVÍRIA - BRASIL. Moraes, M.A.; Pupin, S; Souza, C.S.; Miranda, A.C.; Silva, P. H. M.; Sasaki, J. L.S. y Moraes, M. L. T. Brasil.	7
EVALUACIÓN DE ENSAYOS DE PROGENIES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE <i>Eucalyptus globulus Labil.</i> PARA RESISTENCIA A SEQUÍA. Rojas, Patricio; Ipinza, Roberto; Molina, María Paz y Gutiérrez, Braulio. Chile.	19
RESGATE E ESTABLECIMIENTO DE GERMOPLASMA <i>IN VITRO</i> DE MATRIZES DE <i>Eucalyptus cloeziana</i> F. MUELL. Oliveira, L. S. De; Vieira, I. G. ; Almeida, C. V. e Almeida, M. De. Brasil.	43
APUNTES	
INFORME GIRA TÉCNICA SOBRE PINO PIÑONERO (<i>Pinus pinea</i> L.) A TURQUÍA E ISRAEL. Loewe, Verónica y Delard, Claudia. Chile.	53
TECNOLOGÍAS AGROFORESTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPLEMENTADAS POR PEQUEÑOS PROPIETARIOS DEL SECTOR DE PUICO, COMUNA DE EMPEDRADO, REGIÓN DEL MAULE. Valenzuela, Natalia y Garfias, Roberto. Chile.	93
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	109

