

## **Bases para una estrategia de Mejoramiento Genético de Castaño Forestal en Chile**

Paper presentado al 3º Congreso Chileno de Ciencias Forestales

28-30 de Noviembre 2006, Concepción

Susana Benedetti<sup>1</sup>, María Paz Molina<sup>2</sup>, Marta González<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

El desarrollo y resultados de las investigaciones realizadas sobre castaño (*Castanea sativa*) como productor de madera de alto valor en Chile y su inclusión en la tabla de costos diferenciada para plantaciones forestales, han desencadenado el interés de pequeños y medianos productores y un proceso creciente de plantación de la especie en los últimos años.

La adaptación de castaño a las condiciones ambientales de amplias zonas de las regiones VII a X, la tradición cultural en el uso de su fruto como de su madera, los antecedentes sobre crecimiento y productividad, las características tecnológicas de su madera así como la existencia de un mercado interno y de demanda externa, son antecedentes que permiten asegurar que avances tecnológicos en silvicultura, manejo y genética se traducirán en ganancias en calidad y productividad.

En este contexto, el presente documento tiene por objetivo presentar el trabajo desarrollado en la selección de árboles plus de castaño y el desarrollo de protocolos de reproducción vegetativa para el establecimiento de un banco clonal que permita resguardar el material genético de castaño forestal en Chile y sirva a futuro como base para la definición e implementación de una estrategia de mejoramiento genético de largo plazo.

**Palabras clave:** *Castanea sativa*, mejoramiento genético, clonación

### **SUMMARY**

The development and results of research done on chestnut (*Castanea sativa*) as a high value wood producer in Chile, and the existence of the Law 19.561 which promotes the establishment of forest plantations, have made grow the interest on small and medium landowners and an increasing process of plantation with the species in the last years.

The adaptation of chestnut to the site conditions of wide areas of the regions VII to X, the cultural tradition in the use of its fruits as of its wood, the precedents on growth and productivity, the technological characteristics of its wood, and also the existence of an internal market and international demand, are precedents that allow to assure that technological advances in silviculture, management and genetics will be traduced in earnings on quality and productivity.

---

1 [sbenedet@infor.cl](mailto:sbenedet@infor.cl), Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago, Chile. Fono: 56-2-6930890, Fax: 56-2-6381286

2 [mmolina@infor.cl](mailto:mmolina@infor.cl), Instituto Forestal, Camino a Coronel Km. 7.5, San Pedro de la Paz, Concepción.

3 [mgonzale@infor.cl](mailto:mgonzale@infor.cl), Instituto Forestal, Camino a Coronel Km. 7.5, San Pedro de la Paz, Concepción.

In this context, this document has the objective to present the work developed in the selection of plus chestnut trees and the development of protocols of vegetative reproduction for the establishment of a clone bank that allows to protect the genetic material of forest chestnut in Chile, and can be used in future as base for the definition and implementation of a strategy of genetic improvement of long term. Additionally it was developed a micropropagation protocol for massive high productivity clones production.

**Key words:** *Castanea sativa*, genetic improvement, clonal propagation

## INTRODUCCIÓN

El castaño (*Castanea sativa*), es una especie originaria de Europa y Asia cotizada por su producción frutal pero también por la calidad de su madera. En Chile es un árbol de larga data, se estima en 200 años su presencia en el país, período en el cual ha mostrado una excelente adaptación entre las regiones VII del Maule a la X de Los Lagos, donde además existe una tradición y cultura de uso del fruto y la madera.

Castaño en Chile está presente bajo distintos esquemas productivos, desde huertos frutales, que representan la mayor superficie, hileras de árboles, árboles individuales y también, aunque escasas, en plantaciones forestales. Son estas últimas formaciones las que han permitido estudiar el potencial económico y las ventajas comparativas de Castaño para la producción de madera de alto valor. Las investigaciones realizadas por el Instituto Forestal arrojan interesantes cifras de crecimiento, con incrementos diamétricos mayores a 1 cm/año y de 1 m/año en altura, e individuos de excelente forma y vigor. No hay presencia de patógenos de importancia (Benedetti y Subiri, 2000). La madera se muestra como de gran aptitud para usos nobles, desde carpintería a la fabricación de muebles, chapas y revestimientos interiores, se deja tornear, cilindrar, taladrar, cepillar y lijar sin problemas (Juacida *et al.*, 1998).

En el ámbito internacional, la madera de castaño es reconocida como una madera de alto valor por su versatilidad, color claro y uniforme y su marcada veta, lo que le confiere un aspecto superficial muy agradable, características que la sitúan en un segundo nivel luego de las maderas preciosas tales como el ébano y la caoba. En Chile, si bien existe un mercado cuyo destino principal es la industria del mueble con precios comparativamente altos en relación con otras maderas que se comercializan en el país (Cabrera y Meneses, 1998), ocupa una posición marginal y es utilizada generalmente como un sucedáneo del Encino.

En función de estas interesantes características y las perspectivas económicas del negocio posible en base a la producción de madera de castaño en Chile, se ha determinado que la superficie potencial para plantaciones forestales entre la VIII y X región es cercana a 2.200.000 ha.

Sin embargo, una fuerte limitación es que no existe en Chile una masa de plantaciones de la especie creada y manejada con fines de producción maderera, lo cual

tiene como consecuencia que el producto presente en el mercado es de calidad deficiente y con importantes porcentajes de pérdidas en su uso por la presencia de defectos.

Las investigaciones orientadas a potenciar en Chile la producción forestal de castaño están abordando distintos aspectos del ciclo productivo, silvicultura, manejo, mercado y genética. Actualmente el Instituto Forestal se encuentra desarrollando los proyectos “Hacia el desarrollo del castaño forestal en Chile”, financiado por FONDEF, “Fuentes de Semilla Mejorada para las Especies Prioritarias en la Estrategia de Diversificación Forestal Nacional” financiado por SAG y “Uso de herramientas biotecnológicas para aumentar la rentabilidad de plantaciones de castaño en la VIII región” financiado por Innova Bio-Bio y FIA, todos desde distintas perspectivas orientados a mejorar la productividad de las plantaciones de castaño. En este contexto el presente trabajo entrega los resultados de la selección de individuos de excelentes características forestales, Árboles plus; las técnicas de reproducción vegetativas utilizadas y el establecimiento de un banco clonal, a fin de sentar las bases para una futura estrategia de mejoramiento genético y aportar a la obtención de material de reproducción de la mejor calidad forestal.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

La metodología de este trabajo se estructura en tres etapas:

### ✓ *Selección de árboles plus*

La selección de candidatos a plus se inició con la búsqueda de los árboles desde plantaciones de castaño ya identificadas por INFOR y que presentaban individuos de interés forestal. Estos rodales ubicados entre la VIII y X región se recorrieron sistemáticamente en busca de árboles superiores. Cabe señalar que el origen principal de los árboles seleccionados (principalmente en la VIII región) corresponde en la mayoría de los casos a árboles frutales que han tenido muy poco manejo pero que presentan características forestales de interés, también se seleccionaron rodales (para las regiones IX y X) que fueron plantados para producir madera que se han manejado irregularmente, pero que sin embargo, presentan características dendrométricas y fenotípicas de interés forestal, es decir, árboles producidos de semillas (sin injertar) que fueron plantados a alta densidad, siendo la mayoría de ellos escasamente manejados. La cosecha de material, púas, se realizó en terreno a través del escalamiento de los árboles superiores previamente seleccionados.

La metodología de selección correspondió a una aplicación operacional del denominado sistema de selección por “árboles de comparación”, donde se privilegió principalmente los aspectos forestales del individuo (volumen y rectitud de fuste). Esta metodología considera la identificación de cada árbol plus (Figura 1) y sus respectivos árboles de comparación, mediante una asignación de puntaje de cada uno de ellos para variables dasométricas como altura total del árbol, altura comercial y DAP, así como variables de calidad como, rectitud, tamaño de copa, diámetro de ramas y ángulo de ramas (Gutiérrez y Emhart, 1997).

En el Cuadro 1, se presenta la nomenclatura utilizada en las fichas de asignación de puntaje de los árboles plus y de comparación para evaluar la calidad de los árboles.

**Cuadro 1. Nomenclatura utilizada para evaluar calidad de los árboles**

<b>Rectitud</b>	<b>Copa</b>
1.-Árbol con torceduras más que leves que impiden proyectarse hasta la Hc.	-2.-Copa mucho más grande que el promedio
2.-Árbol recto con más de una torcedura	-1.-Copa más grande que el promedio
3.-Árbol recto con una leve torcedura	0.-Copa promedio
4.-Árbol perfectamente recto	1.-Copa más pequeña que el promedio
	2.-Copa mucho más pequeña que el promedio
<b>Diámetro de rama</b>	<b>Angulo de rama</b>
-2-Diámetro muy superior al promedio	-2.-Angulo muy cercano a 0°
-1-Diámetro moderadamente superior al promedio	-1.-Angulo cercano a 0°
0-Diámetro promedio	0.-Angulo promedio
1-Diámetro moderadamente inferior al promedio	1.-Angulo cercano a 90°
1-Diámetro muy inferior al promedio	2.-Angulo muy cercano o igual a 90°



**Figura 1. Árbol plus N° 28, La Unión, Valdivia, X Región.**

## ✓ *Reproducción vegetativa*

### **1. Micropropagación**

*Colecta de propágulos y establecimiento de cultivos.*

Mediante escalamiento de los árboles selectos se obtuvieron porciones de ramas con yemas latentes, las cuales fueron almacenadas en cámara de frío y posteriormente inducidas a brotar en laboratorio, bajo condiciones controladas de asepsia, fotoperíodo y temperatura (Figura 2). Una vez iniciado el desarrollo de los brotes, se cortaron, se sometieron a un protocolo de asepsia y se establecieron en frascos de vidrio de 200 ml con 60 ml de un medio de cultivo basado en el de Gresshoff y Doy (1972). Esta última labor se desarrolló bajo máximas condiciones de asepsia, en una cámara de flujo laminar, manteniendo una rigurosa identificación del material considerado.



**Figura 2: Inducción de brotación en clones de castaño.**

*Desarrollo y multiplicación de brotes.*

Una vez observada la estabilización de los cultivos (caracterizada por brotación abundante y crecimiento normal del callo), los explantes fueron trasplantados a frascos de mayor tamaño. Se probaron tres medios de cultivos: GD (Gresshoff & Doy (1972), BTM (Chalupa, 1983) y DKW (Driver y Kuniyuki, 1984) con diferentes concentraciones de citoquinina (BAP, 6-benzylaminopurine) y agentes gelificantes: Agar y Phytigel.

Finalmente se decidió trabajar con una variante del medio BTM (Chalupa, 1983) desarrollada por INFOR (González *et al.*, 2006).

Durante la fase de multiplicación de brotes, los explantes fueron periódicamente seccionados para su multiplicación y traspasados a medio fresco. Los cultivos fueron mantenidos en las mismas condiciones ambientales de la etapa anterior (Figura 3).

La tasa de multiplicación obtenida fue variable, obteniéndose al cabo de seis meses clones con elevadas tasas de multiplicación y otros donde ésta no fue mayor a 1:2.



**Figura 3. Etapa de multiplicación de clones de castaño.**

#### *Enraizamiento de brotes.*

El enraizamiento de los brotes alargados se efectuó en un proceso de dos etapas sucesivas. La primera, de inducción de raíces en oscuridad y con estimulación hormonal y, la segunda, de expresión y elongación radicular, en la cual se forman y emergen las raíces del brote.

#### *Aclimatación de plantas.*

Las plantas producidas *in vitro* inicialmente presentan estomas no funcionales, por lo tanto deben someterse a un proceso de “aclimatación”, en el cual se acondiciona la planta para permitir su sobrevivencia en un ambiente normal.

Para tal efecto, una vez ocurrido el enraizamiento y cuando las raíces alcanzan 4 cms. de longitud, los explantes fueron repicados a cajas con un sustrato compuesto por turba, perlita y un medio de cultivo líquido desarrollado por el proyecto, correspondiente a una variación del medio BTM. Las cajas se cubrieron con film de polietileno, que se retiró

por intervalos progresivos de tiempo para exponer en forma gradual a la planta a condiciones de humedad *ex vitro* (Figura 4).



Figura 4. Plantas de castaño en proceso de aclimatación.

## 2. Injertación

Para la injertación de Castaño se utilizó la metodología tradicional de Injerto de Hendidura Apical o de Yema Terminal (Figura 5).

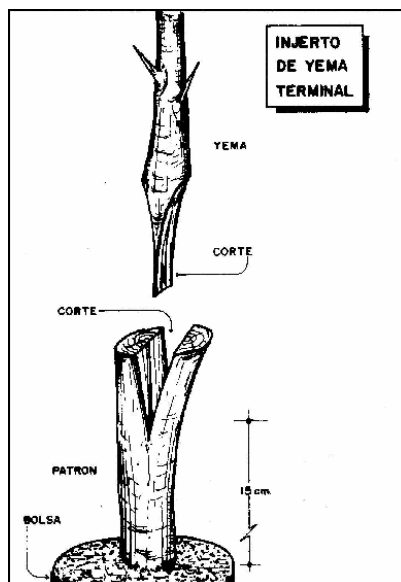


Figura 5. Diagrama de Injerto de Hendidura Apical o de Yema Terminal

En el momento de insertar la púa en el patrón puede ser que esta se afirme no entorpeciendo el amarre del injerto, si no es así, se aconseja afirmar la parte superior del injerto con algún tipo de objeto que ejerza presión Ej: perro de ropa. A continuación se amarra el injerto, apretando en forma uniforme a lo largo de la unión para evitar la formación de bolsas de resina u otra exudación entre las superficies cortadas.

El proceso de la injertación de Castaño se inició con la preparación previa de los patrones de injertación para lo cual se realizó la siembra de semillas obtenidas desde los

rodales de selección de árboles plus durante la temporada anterior. Estas plantas fueron producidas en contenedores de 200 cm<sup>3</sup> y con posterioridad fueron traspasadas a macetas de 2,5 litros de corteza de pino compostada y con un fertilizante de lenta entrega, Osmocote 14:14:14 con una dosificación de 5kg/m<sup>3</sup> de sustrato. El momento del traspaso coincidió con 4 a 5 meses previos a la fecha prevista para la injertación. De este modo los patrones presentaban con diámetro de cuello apropiado al diámetro de las púas a injertar.

La temporada de injertación utilizada y recomendada para la mayoría de las especies caducas es la invernal, cuando las yemas se encuentran en latencia. De este modo la injertación en Castaño se realizó durante el mes de Agosto.

Las púas fueron extraídas del tercio superior del árbol plus y es recomendable cortar las púas o ramillas de una longitud mucho mayor al tamaño final de la púa, para después escoger la mejor sección o secciones de la ramilla como púa. En general, el tamaño de la púa varía entre 7 y 12 cm. dependiendo del tipo de injerto, presencia de yemas, etc. Es conveniente el uso de púas semilignificadas, las púas herbáceas tienden a ser débiles y con muy bajo contenido de carbohidratos, por lo que no resisten hasta la unión del injerto. Cuando son muy lignificadas, además de ser mayor la dificultad para los cortes, la unión del injerto se realiza muy lentamente.

El transporte de las púas se realizó en cajas térmicas con hielo de modo de mantener la frescura de las mismas. Lo recomendado es hacer la injertación en un período no mayor a las 24 horas desde la extracción de las púas, sin embargo cuando ello no es posible, se pueden mantener las púas en cámaras refrigeradas a temperaturas entre 0°C y 4°C, es decir aquellas comunes en los refrigeradores domésticos. Con este sistema las púas se mantienen bien conservadas incluso por 4 días.

Lo general es que de las púas traídas de terreno se utilicen entre el 30 a 50%. Las púas extraídas para injertar deben ser de diámetro similar a la planta patrón, deben tener yemas, la cantidad de púas seleccionadas depende de la calidad y de la cantidad de plantas patrones disponible y la cantidad de clones a injertar.

Para la injertación propiamente tal se utilizaron cuchillos o navajas injertadoras. El uso de bisturí puede ser peligrosos dado que en la mayoría de los casos, la especie presenta un grado de lignificación que opone gran resistencia inicial al corte. Para proteger el corte y favorecer la unión se utilizaron elásticos de injertación importados, los cuales a su vez fueron cubiertos con fungicida en solución de látex de modo de proteger las incisiones contra agentes patógenos.

Cada injerto fue marcado con N° Clon, fecha del injerto e injertador, con lápices de esmalte en cada una de las macetas, que en este caso correspondían a bolsas plásticas. Mientras dura el período de mantención del injerto en invernadero y vivero deberá procurarse remarcar los injertos.

Los injertos durante su ejecución y por los siguientes 6 meses fueron mantenidos en invernadero, controlando principalmente las condiciones de temperatura. Este período coincidirá inevitablemente con la época estival. No puede utilizarse riego por aspersión,

puesto que es preciso evitar que se mojen las incisiones por lo cual se aplica riego sólo a la maceta. Para evitar el alza de temperatura en el invernadero se instalaron aspersores bajos los mesones para el enfriamiento del aire. En este período los elásticos de injertación se comienzan a perder y este es un buen momento para sacar los injertos fuera del invernadero y ponerlos sólo bajo sombra y el riego puede aplicarse por aspersión sobre los injertos. Es probable que en estos momentos ya se haya producido la soldadura del patrón con la púa.

Durante la temporada invernal siguiente a la de injertación los injertos estarán preparados para ser establecidos en terreno.

### ✓ *Establecimiento del banco clonal*

Durante el mes de septiembre de 2005 se estableció un huerto semillero clonal (HSC) de Castaño, en la Estación Experimental de INFOR, Antiquina, en Contulmo, VIII Región.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con restricción de distancia, de modo de evitar que rametos de un mismo clon quedasen contiguos entre sí. Con este diseño se busca optimizar la panmixia, es decir favorecer que cada clon tenga la misma probabilidad de polinizar y ser polinizado por cualquier otro (cruzas equiprobables).

Para la habilitación del sitio, se realizó una limpieza en fajas de plantación y posteriormente se procedió a hacer casilla para el establecimiento de cada rameto.

## RESULTADOS

### ✓ *Selección de árboles plus*

Se identificaron y seleccionaron un total de 31 árboles superiores (Cuadro 2), con una edad que fluctuó entre los 15 y 45 años, ubicados entre la VIII y X región, estando casi un 75% de los árboles plus ubicados en la X región.

**Cuadro 2. Árboles de castaño seleccionados para micropropagación**

Nº de árboles seleccionados	Predio	Propietario	Año Plantación	Comuna	Provincia	Región
1	Lanahue	Forestal Mininco	1978	Cañete	Arauco	VIII
2	Santa Luisa (Jauja)	Forestal Mininco	1982	Collipulli	Malleco	IX
2	Quilas Bajas	Herman Toeter		Quepe	Cautín	IX
2	Voipir	Carlos Weber	1973	Villarrica	Cautín	IX
3	Pillo Pillo	Forestal Tornagaleones	1979	Valdivia	Valdivia	X
1	Los Copihues	Forestal Anchile		Valdivia	Valdivia	X
5	Las Palmas	UACH	1962	Valdivia	Valdivia	X
2	Los Pinos	UACH	1975	Valdivia	Valdivia	X
1	Tornagaleones	Forestal Anchile		Corral	Valdivia	X
3	Las Minas	Forestal Tornagaleones	1982	Corral	Valdivia	X

Nº de árboles seleccionados	Predio	Propietario	Año Plantación	Comuna	Provincia	Región
2	Taico	Forestal Anchile	1989	Paillaco	Valdivia	X
2	Las Trancas	Forestal Valdivia	1975	La Unión	Valdivia	X
3	Peleco	Forestal Valdivia	1976	La Unión	Valdivia	X
1	San Pedro	Forestal Valdivia	1980	Los Lagos	Valdivia	X
1	Pumillahue	Forestal Tornagaleones	1983	Máfil	Valdivia	X

✓ *Reproducción vegetativa*

### 1. Micropropagación

*Colecta de propágulos y establecimiento de cultivos.*

Durante la fase de establecimiento (por un período de cuatro a seis semanas), los cultivos fueron mantenidos en una condición de semisombra, realizando un repique a medio fresco al observarse indicios de oxidación del medio de cultivo.

El procedimiento anterior permitió establecer en cultivo in vitro a 28 clones de los 31 árboles superiores seleccionados.

*Desarrollo y multiplicación de brotes.*

La combinación que dio los mejores resultados, fue usar el medio BTM, adicionado con 0,12 mg/l de BAP, 2% (p/v) de sacarosa y 0,7% de agar. La tasa de multiplicación obtenida fue variable, obteniéndose al cabo de seis meses clones con elevadas tasas de multiplicación y otros donde ésta no fue mayor a 1:2.

*Enraizamiento de brotes.*

El procedimiento utilizado permitió alcanzar porcentajes de enraizamiento entre 70 y 100% y disminuir la incidencia de la necrosis apical provocada por la auxina utilizada para estimular la formación de raíces (Figura 6).



**Figura 6. Enraizamiento de castaño.**

*Aclimatación de plantas.*

Durante la etapa de aclimatación, se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de las plantas micropropagadas que varió entre clones desde un 70 a 100%, permitiendo obtener plantas funcionales autotróficas (Figura 7).



**Figura 7. Plantas de castaño micropropagadas aclimatadas en invernadero.**

## 2. Injertación

La injertación se llevó a cabo con 30 clones (Cuadro 3), restando para la temporada siguiente 2 clones, de los cuales no fue posible obtener púas adecuadas para la injertación (habían iniciado su período vegetativo).

**Cuadro 3. Injertación en Clones de Castaño y su sobrevivencia**

Localidad	Clon	N° de Injertos	% éxito de injertación a Dic 2004	% éxito de injertación a Mar. 2005	% éxito de injertación a Agos. 2005
Las Palmas, X Región	2	20	0%	0%	0%
Sta. Luisa, IX Región	4	20	75%	75%	75%
Pillo Pillo 3, X Región	6	20	50%	50%	5%
Pillo Pillo 5, X Región	7	20	75%	65%	65%
Tornagaleones, X Región	8	20	30%	30%	30%
Las Minas 2, X Región	9	20	75%	60%	60%
Las Minas 4, X Región	10	20	65%	65%	65%
Los Pinos 1, X Región	11	20	90%	85%	85%
Los Pinos 2, X Región	12	20	70%	70%	70%
Las Palmas 4, X Refión	13	20	50%	45%	45%
Taico 3, X Región	14	20	75%	70%	70%
Taico 4, X Región	15	20	35%	35%	35%
Las Trancas 2, X Región	16	20	80%	75%	70%
Peleco 4, X Región	17	20	80%	65%	65%
San Pedro 3, X Región	18	20	85%	80%	80%
Pumillahue, X Región	19	20	95%	80%	80%
Quilas Bajas, IX Región	20	20	75%	70%	70%
Voipir, IX Región	21	20	25%	25%	25%
Quilas Bajas, IX Región	22	20	80%	65%	60%
Las Palmas, X Región	23	20	15%	15%	10%
Las Palmas, X Región	24	20	50%	45%	45%
Las Palmas, X Región	25	20	55%	50%	50%
Las Trancas, X Región	26	20	70%	70%	70%
Peleco, X Región	27	20	95%	95%	95%
Peleco, X Región	28	20	45%	35%	35%
Pillo Pillo, X Región	29	20	70%	70%	70%
Las Minas, X Región	30	20	100%	95%	95%
Santa Luisa, IX Región	31	20	35%	20%	20%
Voipir, IX Región	32	20	55%	55%	55%
<b>Promedios</b>			<b>60%</b>	<b>55%</b>	<b>53%</b>

El éxito de la injertación en Castaño varió durante la temporada previo al establecimiento en terreno. Algunos clones resultaron ser más sensibles a la fase de endurecimiento en vivero como por ejemplo el clon 6 que disminuyó su sobrevivencia de 50% en marzo de 2005 a 5% en Agosto del mismo año previo a la plantación. En general la especie tuvo un éxito en la injertación de 53%, con clones que tuvieron desde 0% de éxito, clon 2 hasta 95% en los clones 27 y 30.

✓ *Establecimiento del banco clonal*

Los rametos de cada clon fueron establecidos en 20 bloques con un distanciamiento entre ellos de 5 x 5 metros. En la Figura 8 se presenta la distribución de estos en terreno.

SITUACION EN TERRENO

BLOQUE 1

18	30	14	31(5)	22	27	25	18	22	9				
17	24	21	26	3	11	1	13	7	32	23			
10	4	13	16	1	15	29	31(5)	24	27	20	12		
9	32	19	23	28	7	28	10	21	16	2	11	17	
29	6	25	20	2	12	3	4	26	14	15	19	6	30

BLOQUE 2

BLOQUE 3

4	3	14	13	7	16	29	20	30	23	1	4	12	18	28	22				
29	15	1	21	24	28	3	14	16	9	25	7	20	11	32	9	7			
22	19	31(5)	29	17	18	12	15	13	18	19	17	13	23	25	24	27	15		
23	32	26	11	20	25	6	10	21	2	28	11	3	26	2	6	10	31(5)	16	
27	9	6	10	12	2	22	32	26	24	31(5)	27	1	14	21	17	4	29	19	30

BLOQUE 4

BLOQUE 5

BLOQUE 6

14	13	18	16	29	21	24	29	16	12	21	3	20	19	30	18	28	32	11	22	31(5)	1	20	10
17	30	4	26	19	6	13	14	7	18	25	4	8	15	13	7	31(5)	26	4	13	27	28	24	32
11	28	27	9	2	10	20	11	8	22	27	26	27	12	6	21	16	14	7	29	2	12	6	21
3	23	25	7	32	22	31(5)	23	15	6	10	30	29	17	4	9	25	11	23	17	19	26	18	3
15	20	12	31(5)	24	1	28	19	17	2	9	32	10	3	22	23	24	1	30	25	16	14	9	15

BLOQUE 7

BLOQUE 8

BLOQUE 9

BLOQUE 10

29	26	30	14	6	24	18	13	14	21	25	8	1	9	17	29	32	12	22	20	13	12	30	26
1	21	28	13	23	25	1	30	4	29	24	26	23	15	19	30	2	6	10	4	21	32	7	28
19	22	10	16	4	15	12	9	32	15	27	19	18	13	20	8	26	16	11	18	31(5)	29	24	17
2	27	9	20	7	31(5)	16	7	23	2	22	10	3	24	22	11	31(5)	25	3	27	15	14	25	9
18	11	12	3	32	17	3	20	28	11	17	6	7	14	27	4	10	28	2	19	1	23	6	16

BLOQUE 11

BLOQUE 12

BLOQUE 13

BLOQUE 14

23	28	7	14	19	16	32	1	8	24	25	22	10	6	23	13	1	2	21	22	32	26	28	25
24	4	13	9	21	26	2	15	18	23	3	16	26	17	22	11	18	32	11	30	15	14	31(5)	7
32	2	18	29	10	20	4	9	27	20	26	12	15	19	7	14	16	9	23	18	9	27	20	3
15	17	3	6	11	22	21	17	30	28	19	7	28	24	31(5)	21	25	30	6	1	29	16	12	2
1	30	27	25	12	31(5)	10	13	29	11	31(5)	14	27	8	4	12	29	20	19	24	13	4	17	10

BLOQUE 15

BLOQUE 16

BLOQUE 17

BLOQUE 18

30	27	23	20	21	18	24	20	21	7	27	13	20	26	31(5)	15	29	32
31(5)	26	4	17	3	13	22	23	18	1	10	32	3	23	22	2	30	19
16	25	1	6	12	29	31(5)	17	28	16	15	11	9	18	25	21	12	6
19	32	28	2	14	7	3	2	19	29	30	4	24	16	11	4	13	27
10	9	22	11	15	24	6	14	25	26	9	12	14	17	7	10	1	28

BLOQUE 19

BLOQUE 20

Figura 8. Esquema del huerto semillero clonal de castaño.

Durante el año 2005 se establecieron 320 injertos o rametos pertenecientes a 28 clones, restando 280 para la temporada 2006. Se detectaron en terreno sólo 6 rametos muertos posteriormente a la plantación.

Los injertos fueron establecidos con protección inicial con malla rachell como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9: Detalle de uno de los rametos establecidos en el huerto de castaño**

En plantaciones de Castaño se ha detectado la necesidad de establecer una protección inicial de sombreado. Además estas protecciones resultaron eficaces para el control de lagomorfos.

A partir de la próxima temporada será posible extraer púas para injertación desde los rametos establecidos en el Huerto Clonal dado que estos presentan un desarrollo adecuado y en muchos casos ya han iniciado la producción de frutos.

## **CONCLUSIONES**

- El protocolo de micropropagación desarrollado por INFOR para multiplicar árboles adultos de castaño, ha demostrado ser una alternativa viable para la obtención de réplicas vegetativas de individuos de características productivas superiores.
- Se requiere ampliar la Base Genética, es decir aumentar el número de árboles superiores seleccionados de modo de aumentar el número de “clones” a obtener vía micropropagación, así como continuar con la investigación técnica en ésta.
- Es conveniente investigar sobre técnicas alternativas para la injertación de la especie. Aparentemente tiene una alta sobrevivencia con los cuidados mínimos.

- La injertación en Castaño se constituye en un excelente método para la creación de una Fuente Productora de semillas de la especie. La especie es capaz de comenzar a producir frutos al año siguiente de la injertación
- Mejorar aspectos genéticos y técnicos del castaño forestal en Chile, permitirá aumentar la productividad y rentabilidad de las plantaciones forestales que se establezcan en predios de pequeños y medianos productores, constituyéndose ésta en una nueva oportunidad de negocio para ser considerada por la agricultura familiar campesina.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Cabrera, J.; Meneses, M. 1998. Diversificación Forestal: Costos, Usos y Productos Forestales. Informe Modulo Comercialización. Proyecto INFOR-FONDEF D-96/1055. Documento Interno. 20p.

Chalupa V. 1983. Micropropagation of conifer and broad-leaved forest trees. *Communicationes Instituti Forestalis Czechosloveniae* 13: 7-39.

Driver J.A. y Kuniyuki A.H. 1984. In vitro propagation of Paradox walnut rootstock. *Hortscience* 19: 507-509.

González, O. M.; Ortiz, N. O.; Benedetti, R. S. 2006. La biotecnología al servicio del castaño. *Revista Chile Forestal* 323: 49 - 52.

Gresshoff P.M. y Doy C.H. 1972. Development and differentiation of haploid *Lycopersicum esculentum*. *Planta* 107: 161-170. Benedetti, S.; Subiri, M. 2000. El castaño. Una opción de producción forestal. INFOR-FONDEF. 93 p.

Gutiérrez B. y Emhart V. 1997. Bases de Mejoramiento Genético. Selección de árboles plus de roble y raulí. *Chile Forestal*. Año XXII – N° 255, Noviembre. Pp 38-39.

Juacida, R; Díaz - Vaz, J; Poblete, H; Rodríguez, S; Cuevas, H; Rolleri, A. 1998. Características de la madera de Castaño que crece en Chile. Informe Módulo tecnológico. Proyecto INFOR-FONDEF D-96/1055 (Documento Interno). 87 p.