

# Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica

María Marta Azpilicueta, Santiago Varela,  
Abel Martínez y Leonardo Gallo



▪ Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



# Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica



*Maria Marta Azpilicueta <sup>(1)</sup>, Santiago Varela <sup>(2)</sup>, Abel Martínez <sup>(1)</sup>,  
Leonardo Gallo <sup>(1)</sup>*

*<sup>(1)</sup> Grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal*

*<sup>(2)</sup> Grupo de Ecología Forestal*

*Estación Experimental Agropecuaria INTA Bariloche*

## **Colaboradores:**

*Liliana Lozano, Parque Nacional Lanín*

*Oscar Lebed, Servicio Forestal Andino, Dirección de Bosques, Ministerio de  
Producción Río Negro*

*Javier Puntieri, CONICET-Universidad Nacional de Río Negro*

*Alejandro Aparicio, INTA EEA Bariloche*

*Fernando Barbero, CONICET-INTA EEA Bariloche*

*Sebastián Zuki, CONICET-INTA EEA Bariloche*

## **Agradecimientos:**

*Guillermo Doll, Marina Steconni, Florencia Urretavizcaya, Mario Pastorino,  
Mario Huentú, Verónica Rusch*

Manual de viverización, cultivo y plantación, de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica / María Marta Azpilicueta ... [et.al.] ; edición literaria a cargo de María Marta Azpilicueta y Santiago Agustín Varela.

- 1a ed. - Buenos Aires : Ediciones INTA, 2010.

72 p. ; 15x21 cm.

ISBN 978-987-1623-87-7

1. Silvicultura. 2. Cultivo de Robles. I. Azpilicueta, María Marta  
II. Azpilicueta, María Marta, ed. lit. III. Varela, Santiago Agustín, ed. lit.  
CDD 634.972 1

Cómo citar: Azpilicueta, M. M.; Varela, S.; Martínez, A.; Gallo, L. 2010. Manual de viverización, cultivo y plantación de Roble Pellín en el norte de la región Andino Patagónica. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Bariloche. ISBN 978-987-1623-87-7. 72 pp.

La financiación para la realización del presente Manual se logró a través de los proyectos:

PNFOR-44001 "Domesticación de especies forestales nativas".

PNFOR-44321 "Domesticación de especies forestales nativas patagónicas".

PATNOR-810292 "Fortalecimiento de las acciones de extensión y transferencia en sistemas productivos regionales y comunidades locales con énfasis en temáticas forestales y gestión ambiental".

**Fotografía de tapa:** Javier Puntieri

**Edición:** Paula Lagorio

**Impresión:** Imprenta Bavaria, Curuzú Cuatiá 50, Bariloche

# ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	5
<b>1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE</b>	7
<b>2. SEMILLA</b>	11
<b>2.1. Importancia de la cosecha periódica de semillas</b>	11
<b>2.2. Fecha, material y técnicas de cosecha</b>	12
<b>2.3. Material a cosechar</b>	14
<b>2.4. Elección de la técnica de cosecha</b>	17
<b>2.5. Manejo y procesamiento de la semilla</b>	18
<b>2.5.1. Secado</b>	19
<b>2.5.2. Limpieza</b>	19
<b>2.5.3. Almacenamiento de la semilla</b>	20
<b>2.5.4. Tratamientos pre-germinativos</b>	21
<b>2.6. Abastecimiento de semilla</b>	23
<b>3. PRODUCCIÓN DE PLANTINES</b>	24
<b>3.1. Siembra</b>	24
<b>3.2. Técnicas de producción de plantines</b>	25
<b>3.2.1. Técnica tradicional</b>	25
<b>3.2.2. Técnica con ferti-irrigación</b>	36
<b>3.3. Prácticas culturales en la etapa de plantas en vivero</b>	40
<b>3.3.1. Micorrización</b>	40
<b>3.3.2. Sanidad en el vivero</b>	42
<b>3.4. Propagación vegetativa</b>	45

<b>4. PLANTACIÓN</b>	47
<i>4.1. Condiciones generales del sitio donde crece naturalmente la especie</i>	47
<i>4.2. Zonas potenciales de plantación</i>	47
<i>4.3. ¿Cómo plantar?</i>	50
<i>4.4. Ejemplos de plantaciones con distintos fines</i>	54
<i>4.4.1. Con fines de restauración y enriquecimiento</i>	54
<i>4.4.2. Con fines de evaluación del potencial productivo</i>	57
<b>5. CONSIDERACIONES FINALES</b>	62
<b>6. REFERENCIAS</b>	63
<b>NOTAS</b>	69



## PRÓLOGO

Las especies leñosas nativas de nuestros Bosques Andino-Patagónicos no sólo conforman parte de nuestro patrimonio natural, al cual debemos conservar, sino que además muchas de ellas se presentan como una alternativa productiva de cultivo, dada su elevada calidad de madera. La plantación de especies leñosas nativas generaría además la posibilidad de disminuir la presión de aprovechamiento sobre el bosque nativo, manteniendo el uso del recurso.

El Roble Pellín (*Nothofagus obliqua*) es una de las especies de mejor calidad de madera de nuestros Bosques Andino-Patagónicos. Adicionalmente, la extracción sin control de su madera que se hiciera en el pasado, junto al efecto que ocasionan sobre sus bosques disturbios naturales como el fuego, demandan de acciones para su rehabilitación y restauración. Debemos entonces conocer los aspectos técnicos necesarios para poder llevar esta especie a cultivo. Son muchas las instituciones de la región que desde hace un tiempo trabajan en la generación de esos conocimientos. Por este motivo, en la presente publicación intentamos realizar una recopilación de la información en relación al proceso y técnicas de producción de plantines y plantación de la especie Roble Pellín en nuestra región en Argentina. En algunos casos presentamos experiencias desarrolladas en Chile que pueden servir como base para ciertos aspectos poco conocidos en nuestro país.

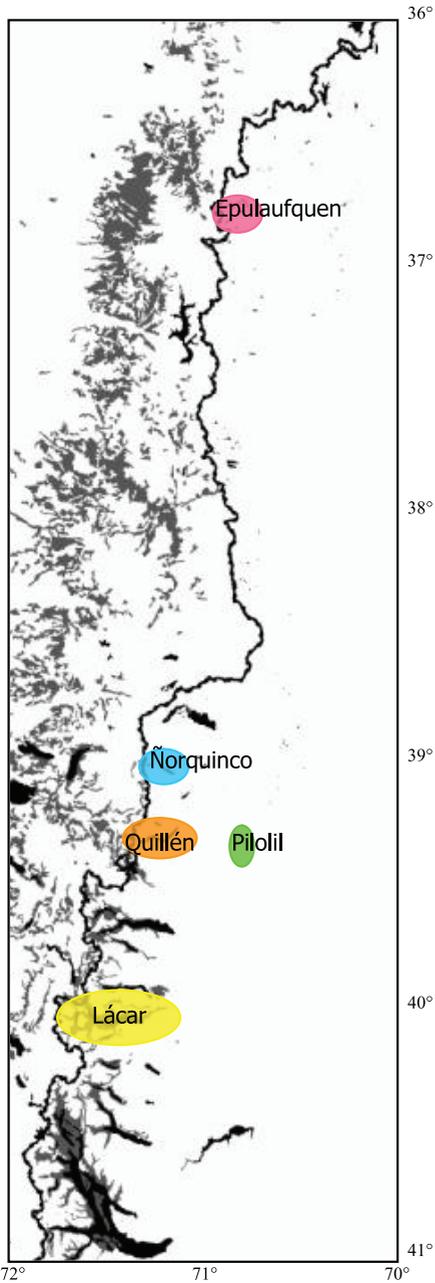
En el presente manual - destinado a viveristas, productores forestales, técnicos y profesionales, direcciones de bosques y público en general - abordamos temas como la cosecha de semillas, siembra, producción de plantines y su transporte a campo y plantación con distintos fines. La información se presenta integrando aspectos básicos del conocimiento con aspectos técnicos que permitan su aplicación en las diferentes etapas que conforman el proceso de producción. Las pautas de producción que se mencionan en el presente Manual están referidas a la región Andino-Patagónica. Sin embargo, la gran heterogeneidad ambiental de esta región podría demandar ajustes para cada situación de producción en particular. Lo mismo ocurrirá en los casos en que se trabaje en otras regiones.



## 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

El Roble Pellín, Roble, Pellín o Hualle (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), es una especie leñosa, con flores femeninas y masculinas en un mismo pie (diclino-monoica), de porte arbóreo (hasta 30 m de altura y 2 m de diámetro) y caducifolia (decidua). En Argentina sus bosques crecen en forma fragmentada y acotada a cuencas lacustres de origen glaciario a lo largo de aproximadamente 370 km a altitudes entre los 630 y 1200 m snm. Dicha distribución se da entre los 36° 40' (Lagunas de Epulauquen) y los 40° 11' (Lago Lácar) latitud sur (Gallo y col., 2000; Fig. 1). Los niveles de precipitación bajo los cuales crece abarcan un rango entre los 1200 y 3000 mm por año, existiendo una población marginal con valores cercanos a los 700 mm por año (Pilolil, a orillas del río Aluminé, Fig. 1). En las cuencas de los lagos Lácar y Quillén cohabita con el Raulí (*Nothofagus nervosa*), especie íntimamente emparentada y con la que forma híbridos naturales que muestran características morfológicas intermedias o semejantes a las de una de las especies parentales (Donoso y col., 1990; Gallo y col., 1997; Puntieri y Girardi, 2010).

La madera de Roble Pellín es de color rosa-amarillento en la albura y pardo a castaño-rojizo en el duramen, de textura fina y homogénea y grano derecho (Dimitri y col., 1997; INTI-CITEMA, 2003; Fig. 2).



**Figura 1.** Mapa mostrando esquemáticamente la distribución de los bosques de Roble Pellín en Argentina. Cada cuenca se muestra con un color diferente. (Tomado de Azpilicueta, 2009).

La densidad es de  $1,220 \text{ kg/dm}^3$  (madera verde) y  $0,720 \text{ kg/dm}^3$  (madera seca) (INTI-CITEMA, 2003), ubicándose entre las especies de mejor calidad de los *Nothofagus* americanos. Posee una alta resistencia mecánica y durabilidad; su putrefacción es lenta debido al alto contenido de taninos. Su madera se utiliza localmente en trabajos de exposición a la intemperie y humedad, así como también en carpintería y ebanistería. De fácil trabajabilidad, requiere de un secado cuidadoso para evitar problemas como grietas y rajaduras. Tratamientos de vaporización con temperaturas no mayores a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  garantizan la obtención de un producto estable (INTI-CITEMA, 2003). En la región, el precio de la madera de Roble Pellín alcanza valores que duplican el de la madera de pino ponderosa bajo manejo silvícola (Documento Sectorial Integral Foresto-Industria, 2009).



Figura 2. Corte radial y transversal de madera de Roble Pellín en un individuo de 53 años de edad (Fotografías: Santiago Varela).

A pesar de que una superficie cercana al 90% (17250 ha) de los bosques argentinos de Roble Pellín están bajo protección (Lozano, com. pers.<sup>(1)</sup>), los bosques más marginales y de localización ecotonal (bosque-estepa) se encuentran bajo jurisdicción privada. En estos bosques ecotonales confluyen factores y dinámicas tanto de bosque como de estepa (Kitzberger, 2008) por lo que éstas áreas podrían revestir un importante valor para la domesticación de esta y otras especies. Por otro lado, dentro de los Parques Nacionales se incluyen áreas de bosques con muy diferente nivel de protección, encontrándose algunas de éstas sujetas a actividades destinadas al aprovechamiento del recurso (denominadas como áreas de Reserva Nacional).

<sup>(1)</sup> Información surgida de un trabajo de interpretación desarrollado por Lozano y Bocos a partir de los Mapas del Inventario de Vegetación, Diagnostico de la Biodiversidad, Parque Nacional Lanín, Administración de Parques Nacionales y Reservas Provinciales y Mapa de Vegetación Nativa de Neuquén.



## 2. SEMILLA

La semilla de esta especie está protegida, hasta su germinación, en un fruto de tipo aquenio color crema, plano o de sección triangular con dos o tres alas respectivamente, denominado comúnmente "semilla" (Fig. 3). Un kilogramo de la misma representa entre 97500 y 200000 "semillas" (Lebed, 1993; Gallo y col., 2004; Martínez y Schinelli, 2009). El porcentaje de semillas vanas o vacías es variable año a año pudiendo en algunos casos, poblaciones e individuos, llegar a valores muy altos (ver a continuación).

### **2.1. Importancia de la cosecha periódica de semillas**

La producción de semilla cíclica (vejería) que caracteriza a ésta y otras especies del género, estimada entre dos y tres años para Roble Pellín (Donoso, 1995; Donoso y col., 2004; ver Fig. 4), lleva implícita la necesidad de contar con un banco de semillas que provea el material necesario en aquellos años de baja producción de los rodales. A esto se agrega la amplia variación que se encuentra en el porcentaje de semillas llenas o viables producidas por un rodal, con valores de semilla llena inferiores al 10% en algunos años. Estos cuellos de botella en la obtención de semillas pueden amenazar la continuidad en el proceso de producción de plantines, ya sea en viveros o en el marco de programas de plantación.



Figura 3. Fotografía mostrando fruto aquenio de Roble Pellín donde puede observarse tanto frutos planos como de sección triangular (Fotografía: Mario Pastorino).

## ***2.2. Fecha, material y técnicas de cosecha***

Los frutos caen de los árboles entre los meses de febrero y principios de mayo, dependiendo de las condiciones climáticas del año y del sitio, por acción combinada del viento y la gravedad (Lebed, 1993; Veblen y col., 1996). De esta forma es necesario realizar un seguimiento del proceso de maduración de los frutos en el árbol todos los años de manera de identificar la fecha adecuada para la cosecha. Un indicador de la madurez del fruto es su coloración. Así cuando las valvas de la cúpula cambian de coloración desde el verde intenso a amarillento, concluyendo en un color crema de apariencia seca, debe realizarse la cosecha (Ipinza y Espejo, 2000; Martínez y Schinelli, 2009).

Debido a la producción cíclica de semilla, es aconsejable realizar cosechas lo mas grandes posibles en aquellos años de producción alta, que coinciden, a su vez, con los de alta viabilidad de semilla (Donoso, 1993, Marchelli y Gallo 1999). Además, en esos años, la diversidad genética podría ser mayor al existir un mayor número de individuos que actúan como padres (tanto como donantes de polen como en la producción de flores femeninas receptoras; Marchelli y Gallo, 1999). Poseer una fuente de semilla de amplia diversidad genética asociada a caracteres adaptativos, brindaría a futuro una mayor probabilidad de contar con plantas con distinto grado de adaptación al medio, bajo un escenario de cambio climático global.

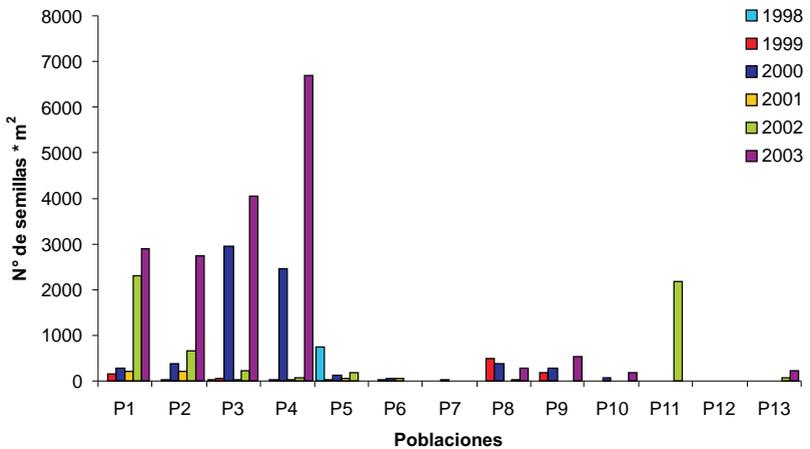


Figura 4. Producción de semillas por  $m^2$  en seis años consecutivos de cosechas con redes en 13 poblaciones (P) naturales de Roble Pellín donde puede verse la variación en la producción de semillas entre años y poblaciones (Tomado y modificado de Martínez y Schinelli, 2009).

### **2.3. Material a cosechar** (modificado a partir de Martínez y Schinelli, 2009)

Los individuos a cosechar deben ser elegidos de manera de incluir sólo los de aspecto deseable y evitar de esta forma árboles enfermos o mal formados. Se sugiere seleccionar árboles de fuste recto y cilíndrico, ramas preferentemente cortas y de poco diámetro, con ángulos de inserción cercanos a los 90°. Se recomienda además marcar los árboles que se recolectan, con el fin de poder discriminar mejores y peores semilleros para futuras cosechas en función de los resultados observados en el vivero.

Muchas veces es necesario buscar un criterio intermedio entre la producción abundante de semilla y el aspecto de los árboles semilleros. Casi siempre los árboles que poseen una gran ramificación son los que producen mayor cantidad de semillas, mientras que los árboles que poseen un porte forestal excepcional producen poca cantidad. Por este motivo se recomienda lograr un compromiso y cosechar un mayor número de árboles para recolectar toda la semilla necesaria para nuestro plan de producción.

Para la cosecha se utilizan generalmente dos tipos de técnicas:

**1) la cosecha con redes** se realiza a través de la colocación, antes de la caída de la semilla, de redes de tela plástica (similar a la tela mosquitero o mediasombra).

La trama de la red equivale a las comercialmente vendidas como 30% y 70% de sombreado y una porosidad de entre 40% y 70%. En esta técnica se colocan redes de aproximadamente 3 m x 3 m bajo el dosel arbóreo a una altura de 1,5 m de la superficie del suelo (Gallo y col., 2000; Fig. 5 A.). Se estima que mediante este procedimiento son cinco los árboles madres que aportan a cada red, dependiendo de la estructura del rodal. Esta última también determina el espaciamiento entre redes y la cantidad a utilizar. Las redes pueden dejarse en el bosque (a modo de "trampa") durante la temporada de caída de semilla realizando cosechas semanales de manera de evitar que ésta al ser tan liviana se vuele o se deteriore por el ataque de distintos agentes externos. Se aconseja mantener las redes sanas y bien colocadas. El número de redes a colocar estará en relación con el tamaño del rodal, tratando de cubrir de forma homogénea la totalidad de su superficie.

**2)** la otra forma de cosecha se conoce con el nombre técnico de **cosecha de árbol individual**. En ella se colectan ramas fructíferas, utilizando escalera o una tijera de podar montada en una pértiga (Fig. 5 B). Al utilizar este tipo de técnica la fecha de cosecha debe estar bien sincronizada con el momento de madurez del fruto de manera de evitar recoger semilla no madura ni que la semilla se haya desprendido del receptáculo.

Otra alternativa es la de cosechar la semilla mediante el uso de redes en fechas puntuales, colectándose la misma luego de sacudir las ramas con ganchos y sogas (Martinez y Schinelli, 2009). Esta técnica permite dirigir la cosecha hacia aquellos individuos con una adecuada producción de semilla. El número de individuos a cosechar por población deberá ser mayor a 20, para obtener una buena representatividad de la diversidad genética de la misma, manteniendo un distanciamiento entre los árboles de más de 50 m. Esto disminuiría la probabilidad de cosechar individuos emparentados, evitando fallas en la germinación en vivero y crecimiento deficiente por efecto de la endogamia (apareamiento entre parientes).



Figuras 5. A) Cosecha de semilla con redes en rodal mixto de Roble Pellín- Raulí-Coihue (Fotografía: Leonardo Gallo); B) Cosecha individual con tijera montada en pértiga (Fotografía: Alejandro Aparicio).

## **2.4. Elección de la técnica de cosecha**

Al momento de elegir la técnica de cosecha, aspectos tales como costos, estructura del rodal a cosechar y el tipo de material a obtener deben ser considerados. En cuanto a los costos, mientras que la técnica de cosecha con redes instaladas en el rodal demanda la periodicidad de colecta durante todo el período de caída de los frutos, la cosecha individual posee la ventaja de concentrarse en unos pocos días, disminuyendo los gastos de traslado. Asimismo, la primera de las técnicas mencionadas, implica el gasto generalmente en un alto número de redes de tela plástica, mientras la técnica de cosecha individual requiere únicamente de una tijera de podar montada en una pértiga, junto a una o dos redes para la cosecha total.

La estructura de rodal es otro de los factores que condiciona en muchos casos la posibilidad de utilización de una u otra técnica. En rodales conformados por árboles de gran porte, donde la copa se localiza a alturas considerables, la técnica de cosecha con redes resulta la mejor opción dada la imposibilidad de alcanzar las ramas fructíferas. Otra opción, si se cuenta con los medios necesarios, dado el elevado costo que implica, es realizar cosecha de árboles individuales mediante el uso de escaladores (Martinez y Schinelli, 2009). Por el contrario, poblaciones de baja densidad constituidas por árboles de porte pequeño a mediano pueden ser cosechadas a través de la técnica de árbol individual.

Cada una de las técnicas anteriormente descritas está a su vez asociada con el tipo de material que provee. Mientras en la cosecha con redes instaladas a campo el material es una mezcla del aporte de semillas de varios árboles, en la cosecha individual obtenemos por árbol lo que se conoce como familia de medio-hermanos (comparten la madre). En caso de no ser necesaria la identificación por familia, se puede trabajar con una mezcla de semillas de las mismas. Aunque depende del número de redes que se coloquen y del número de árboles individuales cosechados, en general en la técnica con redes se asume un aporte de mayor número de individuos en comparación con la técnica de cosecha individual. En relación al manejo posterior de la semilla, la cosecha con redes en general provee una semilla más sucia debido al material que cae en la red además de semillas, por lo que demanda de un mayor esfuerzo de limpieza en su tratamiento posterior.

### ***2.5. Manejo y procesamiento de la semilla***

El manejo y el procesamiento abarcan aquellas actividades que se deben realizar una vez que se tienen colectadas las semillas y hasta su siembra (Martinez y Schinelli, 2009).

### **2.5.1. Secado**

Es común que las semillas lleguen húmedas al vivero, especialmente si son colectadas con redes permanentes. Para secar las semillas, éstas se colocan en cajas de cartón, bolsas de papel o cualquier recipiente aireado a temperatura ambiente por 3 o 5 días. Este proceso además de secar la humedad exterior, contribuye a disminuir la humedad interior de la semilla, lo que es fundamental para prolongar su viabilidad en el tiempo. El contenido de humedad de las semillas debe mantenerse entre 6 y 9%.

### **2.5.2. Limpieza**

Este proceso consiste en eliminar todas las impurezas acumuladas durante el proceso de recolección (en cosecha directa o indirecta). Estas impurezas pueden ser hojas, tierra, fragmentos de ramas, semillas en mal estado, semillas de otras especies y/o insectos.

Las semillas sucias se pasan por tamices de diferentes diámetros de malla, hasta el punto en que las semillas queden totalmente libres de impurezas. En caso de observarse presencia de insectos es conveniente rociar la semilla con algún insecticida de contacto, para evitar que los mismos dañen la semilla durante la fase de almacenamiento.

### **2.5.3. Almacenamiento de la semilla**

La semilla de Roble Pellín se almacena generalmente en envases de vidrio, plástico y/o bolsas plásticas a temperaturas entre 2 y 8 °C, previo a los tratamientos pre-germinativos que culminarán en la siembra (ver a continuación). En esta etapa, el bajo contenido de humedad de la semilla guardada contribuye a su buena preservación, evitando de esta forma su pudrición. Cada uno de los envases donde se almacene la semilla deberá contar con una identificación que indique especie, origen, fecha de recolección y si se contara también, con información sobre peso neto, pureza y capacidad germinativa.

Con el objetivo de mantener la viabilidad de la semilla, existen experiencias que muestran que el almacenamiento en frío permite prolongar su vida útil hasta 6 años (Escobar y Donoso, 1996). En esa experiencia la semilla almacenada con un 6 - 9% de humedad alcanzó valores óptimos de germinación al término del ensayo. Si se desea realizar un análisis de germinación para comprobar el efecto del almacenamiento sobre la calidad (viabilidad) de la semilla, los mismos deben ser realizados bajo condiciones estables de temperatura y humedad (ejemplo: en estufa o cámara de germinación a temperaturas entre 18 y 23 °C) de manera de asegurar las condiciones adecuadas para la germinación.

#### **2.5.4. Tratamientos pre-germinativos**

Si bien no constituye un tratamiento pre-germinativo per se, la separación de las semillas vanas de las semillas llenas es aconsejable como un primer paso. Esta separación resulta muy importante, particularmente en el caso del Roble cosechado en Argentina, ya que la proporción de semillas vanas puede ser en algunos años y poblaciones muy alta (por ejemplo de hasta 98 %). Para ello, la semilla se coloca en bateas con agua durante 24 horas, procurando no excederse en el número de semillas a colocar ya que de lo contrario las que flotan podrían impedir que caigan las que deberían hundirse. La semilla vana o vacía corresponde a la porción que queda flotando en superficie. Un ensayo de germinación con esta porción de semilla sobrenadante confirmó que el método es efectivo para la separación ya que sólo se encontró 1 semilla viable en 700 de las posibles vanas (Martínez, com. pers.). De esta manera, sólo se someten a tratamiento pre-germinativo aquellas que se hundieron que corresponden a las semillas llenas y por lo tanto, potencialmente viables, reduciéndose así los volúmenes a tratar posteriormente.

Las semillas de Roble Pellín, al igual que las de otras especies del genero *Nothofagus* presentan latencia fisiológica, por lo que requieren de un tratamiento pre-germinativo que se logra por estratificación frío-húmeda o lavado con agua corriente, lo que permite garantizar una germinación uniforme. Mediante

este tipo de tratamientos se rompe el estado de letargo bajo el cual se encuentran las semillas. La estratificación frío-húmeda es eficiente y de bajo costo y se lleva a cabo colocando la semilla en arena húmeda en cajones o bolsas de nylon (que permitan el intercambio gaseoso) a una temperatura de entre 4 y 5 °C durante 45-60 días. Esta condición puede ser lograda en heladera o a la intemperie en los meses de invierno (INFOR-CONAF, 1998). El momento de realización de este paso es muy importante y debe estar coordinado con las siguientes etapas de producción de plantines de manera de llegar en una fecha óptima a la siembra. Durante esta etapa debe controlarse periódicamente el drenaje y cuidar del ataque de roedores. Se debe utilizar una cantidad de arena que impida ver a simple vista la semilla una vez mezclada. Es recomendable usar arena esterilizada y humedecerla con una solución con fungicida al 5% (ejemplos: Captan, Vitavax). Se recomienda que la arena esté libre de partículas grandes (piedras), para facilitar posteriormente la separación de la semilla a través de un tamiz/colador y agua corriendo. Adicionalmente, existen experiencias que indican que el lavado de la semilla en agua corriendo (colocadas en bolsas permeables) durante 48-72 horas resulta óptimo y reemplaza exitosamente a la estratificación frío-húmeda (Lebed, 1993; Doll, com. pers.).

El uso de ácido giberélico demostró en distintas experiencias, además de un alto porcentaje de germinación

(Shafiq, 1980; Row y Gordon, 1981; Rodríguez y Medina, 2000), un incremento en la energía germinativa, logrando la germinación del lote en una menor cantidad de días en comparación con la técnica de estratificación frío-húmeda (Donoso y col., 2006), generando lotes más parejos.

## **2.6. Abastecimiento de semilla**

Con base en estudios genéticos de laboratorio en Roble Pellín y a partir de la existencia de un creciente interés en la región por el cultivo de esta especie, en el año 2008 fue inscripto en el INASE en la categoría "*ensayado*" un Área Productora de Semilla (APS) de Roble Pellín (Yuco Alto en la cuenca del Lago Lácar; 40° 07'48" lat. S y 71° 34' 48" long. O). Esta APS se cosecha anualmente para el aprovisionamiento regular a nivel comercial de un origen de semilla conocido. La población está ubicada a 930 m snm bajo un régimen de precipitación de 2500 mm/año. Posee árboles de entre 120-150 años de edad con diámetros que oscilan entre los 50 y 120 cm y alturas que superan en algunos casos los 30 metros (Gallo, com. pers.). La elección como APS se realizó tanto por su fácil accesibilidad como por constituir una masa casi pura que cubre unas 6 has, con un buen desempeño de su descendencia en ensayos comparativos de orígenes, la regularidad en la producción de semillas y calidad

de la misma (Gallo, com. pers.) También se comercializa material de otros orígenes, producto de la cosecha que realizan en forma conjunta la APN (Intendencia Lanín) y el INTA (EEA Bariloche).



### **3. PRODUCCIÓN DE PLANTINES**

#### **3.1. Siembra**

Una vez realizados los tratamientos pre-germinativos, la semilla se siembra generalmente entre los meses de agosto y octubre, a temperatura ambiente de entre 18 y 23 °C. Cuando la siembra se realiza al aire libre o en ambientes sin control de temperatura se recomienda la siembra tardía (de octubre en adelante), lográndose así las temperaturas óptimas para la germinación y evitando daños por heladas tardías. La siembra puede hacerse directamente en tubete, terrina o cantero, con una densidad de semilla que está en relación con el poder germinativo de la misma. La semilla pre-tratada (tratamiento frío-húmedo o tratamiento de lavado), se seca al aire previamente, evitando llegar a su desecación total, de manera de eliminar humedad para facilitar su manipulación. La semilla puede colocarse sobre la superficie del sustrato para luego cubrirla con unos milímetros del mismo, o particularmente en la siembra en tubete, puede hacerse un pequeño orificio donde se coloca y se tapa. La profundidad de siembra es importante, ya que experiencias realizadas por

Donoso y Cortéz (1987) demostraron el efecto negativo de la profundidad de siembra sobre la emergencia de plántulas, llegando al 0% a seis centímetros de profundidad. Una vez realizada la siembra es aconsejable cubrir la superficie con arena para evitar la proliferación de musgos y malezas, principalmente si la producción se hace bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (invernáculo).

### **3.2. Técnicas de producción de plantines**

Las dos técnicas mayormente utilizadas para la producción de plantines se detallan en la siguiente sección, existiendo también la posibilidad de combinar ambas en la técnica mixta. En todas ellas, la etapa de repique es crucial para la realización de una primera selección por calidad de planta en el proceso de producción.

#### **3.2.1. Técnica tradicional**

En la técnica tradicional es el sustrato utilizado el que provee de nutrientes a la planta para las primeras etapas de desarrollo y crecimiento. La siembra puede realizarse en terrinas (Fig. 6 A), tubetes (Fig. 6 B; 265 cm<sup>3</sup>), macetas (Fig. 6 C; 800 cm<sup>3</sup> a 3000 cm<sup>3</sup>), canteros (Fig. 6 D) o almácigos, en estos dos últimos a través de una siembra al voleo o chorrillo. El volumen de la cavidad del contenedor a utilizar es una de las características más importantes de un envase ya que en general, cuanto mas grande es éste mayor es la planta que se puede producir.

Envases grandes posibilitan crecimientos mayores del sistema radicular de las plantas. Pese a esto, los contenedores más grandes son más engorrosos de manejar durante el transporte y plantación.

Algunos de los sustratos que pueden utilizarse son:

**Sustrato 1:** tierra negra: 100 %; fertilizantes de liberación lenta (estímulo de establecimiento post-germinación).

**Sustrato 2:** turba: 50 %, coco soil: 5 %; arena volcánica (pumicita): 45 %; fertilizantes de liberación lenta (estímulo de establecimiento post-germinación).

**Sustrato 3:** compost de residuos vegetales: 75 %; biosólidos (lodos cloacales): 25 %

**Sustrato 4:** tierra negra tamizada: 50 %; compost de biosólidos (de lodos cloacales): 50 %.



Figura 6. Fotografías mostrando A) Terrina, B) Tubetes de 265 cm<sup>3</sup>, C) Macetas de 1000 cm<sup>3</sup>, D) cantero común y E) almácigo en la producción de plantas de Roble Pellín (Fotografías A a D: Santiago Varela; Fotografía E: Oscar Lebed).

Según Jayawickrama y col. (1993), en Chile el sustrato comúnmente utilizado es corteza descompuesta de pino. Esta corteza proviene de desecho de aserraderos, es descompuesta y fertilizada con nitrógeno, potasio, fósforo y calcio. Este tipo de sustrato no necesita aplicación de herbicidas (Peate, 1989). El mismo autor, considera que la corteza compostada de *Pinus radiata* fina, tiene el potencial para reemplazar total o

parcialmente a la turba y otros medios de propagación, dado el bajo costo que presenta en Chile en relación a otros medios, así como también por las buenas características físico - químicas que presenta.

En la siembra en terrina (Fig. 6 A) la planta debe repicarse a tubete o maceta cuando se visualizan las primeras hojas verdaderas, es decir, cuando la planta alcanza los 3-5 cm de altura (Fig. 7). Tamaños menores o mayores pueden complicar el manejo del material dada su fragilidad. Durante esta etapa es importante cuidar a la plántula de la insolación directa (para evitar su desecación), además de evitar que las raíces se enrulen en el momento del repique. Si se realizó siembra en tubete, generalmente el volumen limitado de éste obliga al posterior trasplante a cantero o maceta al año de la siembra para continuar con el proceso de producción de plantas de más de un año de vivero. El repique a cantero debe realizarse durante el invierno (plántula sin hojas) evitando así su desecación. La densidad de plantas que se maneja en cantero comprende un número de entre 50 y 100 plantas por m<sup>2</sup> (Lebed, com. pers.; Gallo, com. pers.).



Figuras 7. A y B  
Fotografías mostrando el repique de plántulas a tubete (Fotografías: Abel Martínez).



Para la producción de planta en maceta, la plántula puede mantenerse en la misma por el tiempo que lleve su salida a campo/venta (si el tamaño así lo permite) o puede ser repicada al año a maceta de mayor tamaño, durante la época invernal. En caso de no contar con envases especiales (macetas) se pueden utilizar envases reciclados (por ejemplo, los de gaseosas cortados o tetra-pack; Lebed, com. pers., Fig. 8).



Figuras 8. Fotografía mostrando plantas en contenedores reciclados de gaseosa (Fotografía: Oscar Lebed).

La siembra directa a cantero debe hacerse en primavera de manera de asegurar temperaturas óptimas para la germinación. Bajo esta situación es conveniente realizar una limpieza periódica de las malezas, preferentemente a mano. Luego de la primera estación de crecimiento es recomendable realizar una poda de raíces si es que la planta permanecerá en cantero por largo tiempo (Donoso y col., 1992). Otra alternativa consiste en colocar las plantas de 1 año en trincheras en el bosque con una media sombra natural hasta su plantación al siguiente año, cuando poseen altura de 50-70 cm (Lebed, com. pers.).

Según se haga repique a cantero o maceta, se obtienen plantas a raíz desnuda y plantas con terrón, respectivamente. En general se puede pensar que el sitio de destino que va a darse a las plantas

puede orientar en el tipo de técnica de producción a utilizar. Por ejemplo, como la técnica de plantas a raíz desnuda genera un mayor impacto de transplante cuando éstas son finalmente llevadas al campo, podría esperarse que en sitios secos la planta a raíz desnuda sufriera este efecto en mayor proporción que plantas de maceta-tubete. La Figura 9 muestra en forma esquemática los diferentes pasos en la producción de plantines en relación a los distintos tipos de contenedores y cantero común.

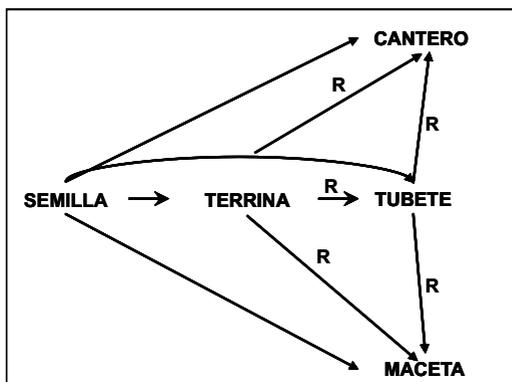


Figura 9. Esquema mostrando los diferentes pasos en la producción de plantines en relación a los distintos tipos de contenedores y cantero común. Referencias: R = repique.

Independientemente del destino final de la planta o técnica de producción empleada es de suma importancia el cuidado de las mismas en todo momento en relación a su manipulación. Así, por ejemplo en la producción de plantas a raíz desnuda, la poda de raíces durante la producción en cantero resulta importante para favorecer la formación de una profusa cabellera de raíces. A su vez, esta práctica evita la rotura o quiebre de las mismas al

momento del descalce de la planta para su traslado a campo.

Los riegos en el vivero acompañan el período de crecimiento de las plantas. Éstos comienzan al principio de la temporada de crecimiento con muy baja frecuencia, incrementándose a medida que nos acercamos a los meses más secos. Para plantas en cantero y en nuestra región, al principio de la temporada (septiembre) las lluvias producidas en el invierno determinan que el suelo se encuentre con un alto porcentaje de agua, por lo que casi no es necesario regar. Por otro lado, para las plantas que se encuentran en contenedores, dado el reducido volumen de sustrato, la aplicación de riegos tempranos es necesaria. Se ha observado que plantas de Roble Pellín de 3-4 años de edad en envases grandes comienzan a presentar síntomas de deshidratación a contenidos de humedad en maceta inferiores al 10% vol/vol. Contenidos menores a éstos podrían perjudicar el estado de las plantas (Varela y col., 2010). La periodicidad de los riegos, en todo el periodo de crecimiento, desde primavera hasta fines de verano va aumentando desde un riego semanal hasta cuatro riegos por semana en los días de mucho calor. Lo mismo sucede con su intensidad. Para macetas y canteros, dependiendo de las características climáticas imperantes, dos riegos semanales de 3-4 horas aseguran buenos niveles de humedad en suelo (recomendación Martínez, com. pers., INTAEEA Bariloche).

Muchas veces, dependiendo de si se registran o no altas temperaturas, principalmente durante los meses de diciembre a enero, se suele colocar una media sombra (malla de microfilamento 50-60%). La mediasombra proveerá una disminución de la intensidad lumínica, disminuyendo el consumo de agua por parte de la planta, contribuyendo a reducir la frecuencia de los riegos semanales. Con el objetivo de bajar la temperatura atmosférica la aplicación de riegos cortos de entre 15 y 20 minutos de duración pueden resultar efectivos principalmente para evitar daños en tejidos de elongación nuevos, poco lignificados.

El paso denominado rustificación o rusticación consiste en, una vez que las plantas alcanzaron el tamaño adecuado para su plantación a campo, generar las condiciones ambientales tales que promuevan una mayor resistencia de las plantas para lograr una mayor adaptación de las mismas ante las condiciones de campo. Para esto es necesario espaciar de a poco los riegos y eliminar, también de forma gradual, las protecciones contra el viento y la radiación solar excesiva. En la técnica tradicional la rustificación es un poco más complicada de controlar en comparación con la técnica de fertirrigación (ver a continuación), pero mantiene los mismos principios. Esta fase en la región comienza aproximadamente a mediados de enero, donde se

puede retirar la media sombra, dejando las plantas sometidas a la insolación directa; conjuntamente se disminuye la frecuencia de riego. Las plantas deben ser controladas periódicamente de manera de no estresarlas más de lo debido.

Resultados de un ensayo en donde se dejaron crecer plantas de cuatro años de edad bajo distintos niveles de radiación y una condición estándar de riego (Varela y col., en revisión), mostraron que luego de una temporada de crecimiento, las alturas y diámetros de las plantas de los distintos tratamientos fueron similares, resaltando la importancia de considerar la interacción entre factores de estrés (por ejemplo, radiación-falta de agua). Un solo factor que creamos sea el principal generador de estrés puede actuar en combinación con otros, siendo necesaria la evaluación en conjunto. Por ejemplo, en relación a la radiación, pudo verse que el recambio de hojas a mediados de la temporada de crecimiento (enero-febrero) funcionaría como un mecanismo de aclimatación ante condiciones lumínicas estresantes siempre y cuando existan condiciones de humedad en suelo favorables. Es recomendable trabajar con las plantas bajo niveles de cobertura cercanos al 50%, asegurando adecuados niveles de humedad en suelo y un buen crecimiento para el posterior establecimiento a campo de las plantas.

En relación a la temperatura, al trabajar con plantas de Roble Pellín a temperaturas desde -5 hasta 40° C pudo verse que la mayor actividad fotosintética (capacidad de fijar Carbono

y, por lo tanto, de crecer) se dió a 20 °C, observándose un amplio rango de temperaturas en el cual dichas tasas se mantuvieron (19 a 25 °C) (Varela y col., en revisión; Fig. 10). Así, trabajar con temperaturas de invernáculo en estos rangos sería lo recomendable. Cabe destacar que los aspectos antes mencionados (variables ambientales) sirven como condiciones "óptimas" tanto para plantas producidas por la técnica tradicional como para la técnica de fertirriego que se describe a continuación.

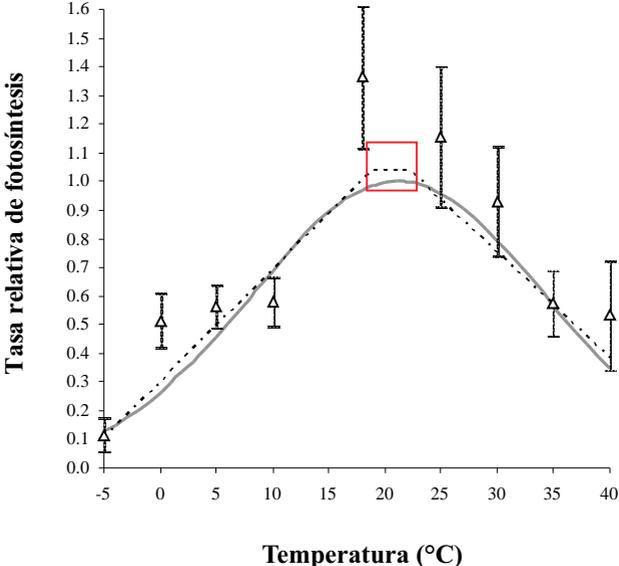


Figura 10. Esquema mostrando la tasa relativa de fotosíntesis en función de la temperatura para la especie Roble Pellín. La curva en color gris muestra un modelo del tipo general de temperaturas en las que se obtiene la mayor tasa de fotosíntesis. Los puntos muestran la serie de datos registrada para la especie. La línea punteada muestra un modelo simplificado para establecer el rango de temperaturas en el cual se da una fotosíntesis máxima. El rectángulo rojo muestra el rango de temperaturas en el cual la fotosíntesis es máxima (Grafico modificado de Varela y col., en revisión)

### **3.2.2. Técnica con ferti-irrigación**

Esta técnica, de reciente implementación en especies nativas de la región andino-patagónica, consiste en la producción de plantas en sustrato inerte, en donde los nutrientes son aplicados junto con el riego. El manejo y conducción de las diferentes fases de crecimiento y desarrollo de las plantas se logra mediante la aplicación de distintas dosis de fertilizantes (dietas). Esta técnica permite obtener lotes de plantas con un alto grado de homogeneidad, trabajándose con condiciones semicontroladas para el total del lote de producción. A través de la técnica de fertirrigación se pueden lograr plantas que están en condiciones de ser llevadas a campo luego de uno o dos períodos de crecimiento.

La semilla puede ser sembrada tanto en terrina, para luego repicarse a tubete, o directamente en este último. Hasta el momento de la germinación de las semillas el riego se realiza con agua. Posteriormente, se comienza a fertilizar, respetando tres fases:

**1) Establecimiento:** comienza una vez producida la germinación del total del lote de semillas y finaliza antes de la aparición de la primera hoja verdadera (siguiente a los cotiledones). La solución nutritiva en esta etapa contiene una elevada concentración de Fósforo, siendo la mayor prioridad incentivar el desarrollo radicular de la plántula.

**2) Crecimiento Rápido:** transcurre desde el final de la etapa de establecimiento y finaliza cuando el plantín logra el 80% del crecimiento en altura final deseado (aproximadamente 30 cm de altura en tubetes de 265 cm<sup>3</sup>). Debe considerarse un tamaño final de planta que esté en relación con el volumen de raíces. En esta etapa, se modifica la solución nutritiva, elevando la concentración de Nitrógeno con respecto al Fósforo y al Potasio para favorecer principalmente el crecimiento en altura, manteniendo contenidos de humedad similares a los de la fase anterior.

**3) Rustificación o Endurecimiento:** esta etapa comienza cuando termina la fase de crecimiento rápido y finaliza cuando la planta está lista para salir a cantero común o campo, habiéndose logrado la altura deseada (40 cm). En esta fase se somete a las plantas a estrés hídrico y luego se mantiene el contenido de humedad en un 65% del peso a capacidad de campo <sup>(2)</sup> por lo que la frecuencia de ferti-irrigación disminuye. La solución nutritiva

<sup>(2)</sup> **Capacidad de Campo:** En hidrología se entiende como el contenido de humedad que alcanza el suelo cuando no puede absorber más agua. Se considera entonces que el suelo ha alcanzado la capacidad de campo. Este dato puede ser muy variable incluso en el mismo suelo a lo largo del tiempo. La capacidad de campo es un dato muy importante porque nos da una idea del grado de absorción que tiene el suelo, sus reservas de agua ante una previsible sequía o el momento en que empezará a escurrir.

se modifica elevando el Potasio y disminuyendo en gran medida el Nitrógeno. En esta fase se tiende a frenar el crecimiento en altura, para aumentar el diámetro de cuello y a lignificar el tallo

En la Tabla 1 se describen las dietas utilizadas en las distintas fases y sub-fases, modificadas a partir del trabajo de Alzugaray y col. (2000), estas últimas en función de los días transcurridos bajo un determinado tipo de dieta. En base a las consideraciones teóricas expuestas en referencia a las fases de producción mencionadas y las condiciones ambientales del medio donde se producen las plantas, los tiempos de aplicación de las diferentes dietas pueden variar.

Los niveles de riego para cada una de las distintas fases de producción en esta técnica también varían, estableciéndose riegos de una hora o una hora y media tres veces por semana en la fase de establecimiento y crecimiento rápido y comienzos de la etapa de rustificación, para luego disminuirse a dos riegos de una hora y riegos cortos de 20-30 minutos al final de esta última etapa.

**Tabla 1.** Fases de dieta de ferti-riego para Roble Pellín (modificado a partir de Alzugaray y col., 2000).

FASE	Duración aproximada de la fase* (días)	FERTILIZANTE	Concentración (g/l)	Frec. Aplic. (veces/semana)
ESTABLECIMIENTO 1	30	NPK 11-46-16	0,14	2
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,10	
		CaNO <sub>3</sub>	0,20	1
		Micronutrientes	0,01	
ESTABLECIMIENTO 2	15	NPK 11-46-16	0,44	2
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,20	
		CaNO <sub>3</sub>	0,20	1
		Micronutrientes	0,01	
CRECIMIENTO RÁPIDO 1	15	NPK 18-7-17	0,17	2
		CaNO <sub>3</sub>	0,10	
		Micronutrientes	0,01	1
CRECIMIENTO RÁPIDO 2	15	NPK 18-7-17	0,28	
		CaNO <sub>3</sub>	0,10	
		Micronutrientes	0,01	1
CRECIMIENTO RÁPIDO 3	45	NPK 18-7-17	0,56	
		CaNO <sub>3</sub>	0,10	
		Micronutrientes	0,01	1
RUSTIFICACIÓN 1	30	NPK 4-27-38	0,11	
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,055	
		CaNO <sub>3</sub>	0,155	1
Micronutrientes	0,01			
RUSTIFICACIÓN 2	15	NPK 4-27-38	0,225	2
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,12	
		CaNO <sub>3</sub>	0,155	1
Micronutrientes	0,01			
RUSTIFICACIÓN 3	30	NPK 4-27-38	0,225	1
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,12	
		CaNO <sub>3</sub>	0,155	1
Micronutrientes	0,01			

**IMPORTANTE:** Las aplicaciones de NPK+ KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y las de CaNO<sub>3</sub> + Micronutrientes deben hacerse en distintos días dado que estos últimos constituyen un fertilizante foliar a aplicarse en hojas secas, evitando una posterior aplicación que lave el fertilizante antes de que estos sean absorbidos por la planta. \* = La duración de las distintas fases en días es variable y está influenciada por la época de siembra, las condiciones del invernáculo y las características climáticas del año de producción.

### **3.3. Prácticas culturales en la etapa de plantas en vivero**

Un vivero tiene que tener como objetivo el logro de una buena calidad de planta en un sentido amplio, contemplando también su estado sanitario. Así, aspectos como la micorrización, sanidad de plantas y manejo de plagas constituyen puntos importantes en la producción de plantines. A continuación se detallan algunas características sobre cada uno de estos aspectos.

#### **3.3.1. Micorrización**

Las micorrizas (Fig. 11) son asociaciones mutualistas que se establecen entre diversas especies de hongos y las raíces activas de las plantas. Esta asociación beneficia a la planta, promoviendo un aumento de la superficie de absorción radicular, así como también generando compuestos que influyen de manera positiva en su desarrollo. De esta forma es recomendable llevar una planta a campo con abundante micorrización en su sistema radicular.

Nuestras especies de *Nothofagus* forman naturalmente en el bosque asociaciones mutualistas con las llamadas ectomicorrizas (para mayor información ver Diehl, 2006), y diversos estudios han identificado varios de los grupos morfológicos asociados (ejemplos: Fontenla y col., 1998;

Diehl, 2006; Barroetaveña y col., 2009). Bajo ciertas condiciones, por ejemplo disturbios frecuentes o ausencia de la especie vegetal sobre la cual las micorrizas se establecen, es factible que los hongos ectomicorrícicos no se encuentren naturalmente en el suelo. En estos casos, es cuando la inoculación de las plantas en etapas previas a la plantación, ya sea en etapa de vivero o en campo, resulta aún mas beneficiosa.



Figura 11. Hifas de hongo ectomicorrícico en raíz de *Nothofagus* sp. (Fotografía: Natalia Fernández).

Con el fin de llevar adelante tareas de micorrización, se deben producir las esporas del hongo ya sea en laboratorio (a través de medios de cultivos) o directamente cosechando los hongos del bosque en el momento de su fructificación. Una experiencia en Roble Pellín, que incluyó también a Lengua y Raulí permitió aplicar la inoculación de dos especies de hongo en

estado de plantín, a través del uso de esporas de hongos cosechados en el campo. Si bien los resultados aún no mostraron una inoculación tan efectiva como se esperaba y que demuestre diferencias en la calidad de las plantas obtenidas (Barroetaveña y col. 2009), las investigaciones en este campo siguen avanzando.

### **3.3.2. Sanidad en el vivero**

Pese a que la información en nuestro país sobre plagas y tratamientos para su control en vivero en especies nativas como el Roble Pellín es escasa, a continuación se resume la información existente para esta especie en Chile detallándose algunos de los principales agentes. El control de plagas y enfermedades es relativamente más sencillo bajo cubierta (invernáculo) dado que parte de las características medioambientales que actúan como detonantes de enfermedades y plagas pueden ser semicontroladas (temperatura, niveles de humedad relativa y humedad de sustrato, etc.). Al mismo tiempo, la ausencia de una detección temprana bajo cubierta puede ser más riesgosa dada la alta densidad de plantines.

### **Hongos**

El “mal de los almácigos” o “*dumping-off*” es una enfermedad causada por una asociación de hongos de los géneros *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Esclerotinia* sp.,

entre otros, que se manifiesta a través de la ocurrencia de cuello decolorado y aplastado, lo que provoca el quiebre de la plántula. Para evitar su aparición se trabaja manejando la temperatura del invernáculo y la frecuencia de riego. La densidad de siembra es también un punto a tener en cuenta cuando la ocurrencia de esta enfermedad es frecuente. Si el problema continúa se puede recurrir al zarandeo de arena seca o ceniza sobre las plantas para cambiar la posición del cuello. A medida que nos alejamos de la fecha óptima de siembra, acercándonos al verano, la incidencia de *dumping-off* puede aumentar. Se recomienda ir rotando los productos químicos a usar de un año a otro.

Sobre este tópico en particular en Chile existe un amplio estudio de los diferentes agentes patógenos de Roble Pellín en las diferentes fases de producción y campo que puede ser consultado (Escobar, 1990; Manual de Plagas y Enfermedades del Bosque Nativo en Chile, 2008).

### ***Insectos***

En general para esta región encontramos plagas como las tijeretas y algunos otros defoliadores que pueden ser controlados fácilmente con la aplicación de Cipermetrina.

El producto se aplica con mochila pulverizadora en una concentración de 3-4 cm<sup>3</sup> de producto cada 10 litros de agua. Las babosas se controlan en forma efectiva con cualquier producto específico para este tipo de plaga.

El Gusano blanco (*Hylamorpha elegans*, Coleoptera, Scarabaeidae) actúa en su estadio de larva y constituye un grave problema tanto en canchas de cría como así también en macetas. En ese estadio, esta plaga se alimenta de raíces nuevas, llegando en casos extremos a comer el cuello de la planta. Para su control se han utilizado dos técnicas en conjunto, una cultural que prevé el movimiento de las plantas desde sectores con fuerte ataque a sectores "más limpios". En los sectores en descanso y con alta incidencia de ataque se realizan aplicaciones de insecticidas de amplio espectro como el llamado Clorpirifos (Pirinex 25 Cs), ASOCOA o Volaton de Bayer, estos últimos en forma de polvo, para luego incorporarlo con ayuda del roto-cultivador. Independientemente del tipo de producto a aplicarse, es siempre necesario tener los recaudos para la protección y mantenimiento de la salud de los operarios que realicen dicha tarea lo que involucra el uso de máscara, guantes, antiparras y botas. Se aconseja realizar la aplicación en cada temporada, evitando dejar las plantas en una misma cancha de cría más de una temporada o año. Después de dos temporadas en que se aplicó este esquema en el vivero del INTA Bariloche se observó una significativa disminución de la plaga (Martínez, com. pers.).

En macetas, la realización de tres aplicaciones del insecticida con riego posterior por cada aplicación resulta efectiva.

Como se mencionara para el caso de hongos, existe un amplio conocimiento sobre los diferentes insectos plaga de *N. obliqua* en las diferentes fases de producción y campo que puede ser consultado (Manual de Plagas y Enfermedades del Bosque Nativo en Chile, 2008).

### **Otros herbívoros**

Las liebres y conejos son muy difíciles de controlar; lo más efectivo es el uso de alambrado perimetral al predio.

### **3.4. Propagación vegetativa**

La propagación asexual o agámica de una especie vegetal consiste en la obtención de plantines a partir de partes vegetativas de la planta (por ejemplo estaquillas). De esta manera, la planta obtenida es un clon de la madre, por lo que resulta genéticamente idéntica a ésta. Como ventaja de esta técnica se puede resaltar el hecho de poder propagar individuos con características sobresalientes en aquellos caracteres de interés a los que se llama individuos *plus* dentro de un rodal. Ahora bien, debe utilizarse un elevado número de individuos a clonar con el fin de mantener en la plantación futura una variación genética amplia.

La técnica es de gran utilidad en programas de mejoramiento para, por ejemplo, la instalación de huertos semilleros clonales o la evaluación genética de características de interés adaptativo y/o productivo en ensayos clonales. Asimismo, en especies con vecería como el Roble Pellín, la propagación vegetativa se presenta como una alternativa de producción de plantas en años de escasa o nula producción de semillas.

En el vivero de la EEA Bariloche un ensayo de enraizamiento alcanzó valores de casi el 30% (Fig. 12), lo que estaría indicando una buena capacidad de propagación vegetativa de la especie, aunque el porcentaje varió según el genotipo y la edad de las plantas (Zuki y col., 2008). La técnica está siendo ajustada con tratamientos de distintas concentraciones de hormona y fechas de obtención de la estaquilla, entre otros factores. En la Universidad del Comahue (AUSMA, San Martín de los Andes) se trabaja desde hace años en la micropropagación de especies nativas, incluido el Roble Pellín (Mattes y col., 2009).



Figura 12. Foto de estaquilla enraizada de Roble Pellín (Fotografía: Sebastián Zuki).



## 4. PLANTACIÓN

### **4.1. Condiciones generales del sitio donde crece naturalmente la especie**

El Roble Pellín es la especie más termófila de los *Nothofagus* de Sudamérica, desarrollándose en zonas donde la temperatura media anual oscila en los 11° C, requiriendo temperaturas mayores a los 10° C durante al menos siete meses del año (INFOR-CONAF, 1998). Para su crecimiento esta especie requiere de climas con un corto período seco durante la estación de crecimiento. Es una especie que posee alta plasticidad a nivel de requerimientos edáficos. Los suelos donde se desarrolla el Roble Pellín presentan textura franca, franco-arcillosa o franco-arenosa (Davel y col., 2004), tienen contenidos de materia orgánica leves a altos, profundidad mínima de 80 cm, nulo a leve déficit hídrico, pH de 5 a 6, están libres de pedregosidad y presentan buen drenaje (Ferrer y col., 2006).

### **4.2. Zonas potenciales de plantación**

Una zonificación de aptitud preliminar de las áreas potencialmente aptas para el cultivo de diversas especies forestales, tanto exóticas como nativas, incluida entre estas últimas el Roble Pellín, fue elaborada para la región precordillerana en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut

(Godoy y Deffossé, 2004). En la mencionada zonificación se excluyeron las áreas de bosque nativo y superficies que, por distintas razones, no eran aptas para la forestación. La metodología se basó en el establecimiento de homologías climáticas (regímenes de precipitación y temperaturas medias) y altitudinales, entre las especies propuestas y las áreas con potencialidad. Se utilizaron mapas de vegetación en formato digital (imágenes Landsat) de las provincias involucradas, superponiéndose mapas de isoyetas anuales. Así, estos autores determinaron una superficie potencial de plantación para Roble Pellín de 271.978 ha (236.133 en Neuquén, 4.582 en Río Negro y 31.263 en Chubut) en sitios donde las precipitaciones medias oscilan entre los 750 y los 1500 mm/año. Posteriormente, y para determinar las áreas potenciales de cultivo de esta especie en la Provincia de Río Negro se desarrolló un Sistema de Información Geográfico (SIG) en base a información geo-referenciada preexistente sobre requisitos legales, condicionamientos sociales y varias condiciones ambientales de importancia en la actividad forestal (pluviometría, edafología, altitud y exposición) (Barbero, 2008). La metodología consistió en recopilar y/o generar esa información, determinar reglas de decisión y hacer un análisis conjunto determinando las áreas potenciales de cultivo. Se identificó una superficie potencial de cultivo de 14.309 ha para la especie en estudio, la cual se concentra en el Valle del Río Foyel, próximo a la localidad de El Bolsón.

Se debe tener en cuenta que los estudios mencionados demandan aún de un control de campo, por lo que el área realmente factible de ser forestada puede tener variaciones respecto a los resultados antes mencionados.

La instalación de plantaciones con especies nativas a campo se encuentra, por lo general, limitada por diversas variables ambientales a escala local (sitio). La exposición es un factor que puede tener un gran efecto sobre las condiciones de humedad, y adquiere fundamental importancia en aquellos sitios con bajos niveles de precipitación. Las exposiciones norte y oeste son las más secas en esta región en función del recorrido solar y de los vientos occidentales preponderantes. Así también, los valores de sombreado (cobertura) son importantes y determinantes de la posibilidad de instalación a campo de plantines. Sobre este punto en particular y en función de las diferentes condiciones de sitio, los resultados de distintos autores para Roble Pellín muestran que el grado de cobertura adecuado dependería de la disponibilidad de agua. Así, se mencionan valores adecuados de 40% de cobertura en sitios húmedos, aumentando a valores de 80% en sitios secos (Aguilera y Fehlandt, 1981; INFOR-CONAF, 1998; Peyrou, 2002). Son varios los ambientes con comunidades de especies vegetales pre-existentes que pueden utilizarse con este fin. Las áreas de bosque nativo (leñoso o arbustivo), áreas degradadas con posterior regeneración (de especies nativas y/o exóticas) y plantaciones de pino existentes en la región conforman buenos

ambientes para la implantación de la especie (Gallo et al. 2000).

### **4.3. ¿Cómo plantar?**

El éxito en el establecimiento de una plantación se mide de acuerdo al prendimiento y al crecimiento inicial de las plantas. La forma en que se realiza la misma, así como las herramientas utilizadas constituyen factores importantes a tener en cuenta. La accesibilidad al sitio de plantación, así como la cantidad de operarios y medio de transporte determinan qué tipo de técnica de plantación es recomendable utilizar.

El acondicionamiento de las plantas para su transporte hasta el sitio de plantación depende de la técnica de producción utilizada. Así, en el caso de producción de plantas a raíz desnuda, el descalce debe realizarse con pala de punta (Fig. 13) tratando de evitar la rotura de raíces y raicillas. Luego del descalce, se recomienda sumergir las raíces en un baño de barro y cubrirlas, por ejemplo, con bolsas de polietileno. De esta forma las plantas mantienen un suministro de humedad por más tiempo. Una alternativa es el uso de geles higroscópicos que cumplen la misma función de protección contra la desecación. Una vez en el campo, la planta a raíz desnuda se planta en hoyos realizados mediante el uso de palas de punta (Fig. 13). Para mas detalle sobre el procedimiento de descalce de las plantas de cantero y su posterior plantación se puede consultar Donoso y col. (1992).

El sistema de producción de plantas en tubete y en macetas demanda el transporte de los respectivos contenedores al campo. Una alternativa para reducir el volumen del material a transportar en el caso de las plantas en tubetes es el de realizar atados de plantas con su respectivo terrón en bolsas plásticas (Fig. 14). En el caso de plantas en tubete, la plantación puede realizarse con palas plantadoras (Fig. 13 y Fig. 15) que agilizan los tiempos de plantación; las plantas en macetas demandan la realización de hoyos con pala de punta. Se recomienda no dejar pasar más de 2 o 3 días desde el hoyado y la plantación para evitar la desecación dentro de los mismos y la acumulación de residuos.

En todos los casos, sea cual sea el tipo de planta o técnica de producción elegida, es aconsejable que el cuello de la planta quede levemente por debajo de la superficie del suelo circundante, de manera de generar acumulación de la hojarasca propia del sitio de plantación, así como también una mayor humedad en las raíces.

El diseño y la densidad de plantación deben ser definidos en función de los objetivos de la plantación siendo distintos si se piensa en una plantación de enriquecimiento/restauración o

plantación con fines productivos. El diseño está, adicionalmente, ligado al tipo de protección contra la insolación directa que las plantas posean, factor de suma importancia en los primeros años de desarrollo y crecimiento de la plantación. Así, bajo una plantación regular de pino el diseño puede ser sistemático (siguiendo un esquema de cuadrícula) en las hileras entre pinos. Para este tipo de plantaciones, así como para otros tipos de vegetación, es conveniente realizar un raleo previo a la plantación. Un aspecto que debe considerarse es el hecho de impedir que la densidad de la plantación a realizarse genere competencia entre plantas. Así, densidades de plantación de entre 1100 a 2500 plantas por ha, dependiendo de las características de cada sitio en particular, pueden ser adecuadas. Adicionalmente, debe considerarse que luego de la plantación la realización de raleos debe asegurar un número de plantas tal que determinen un óptimo desarrollo del rodal (Basso, 1997; Donoso, 1988; Davel y col., 2003). Por otro lado y en los casos de plantaciones de enriquecimiento/restauración, donde no se busca un trazado regular, las plantas pueden disponerse cercanas a las especies arbustivas o arbóreas del lugar (Fig. 16), de manera de lograr que éstas generen un efecto nodriza.



Figura 13. Fotografía mostrando de izquierda a derecha pala de punta y pala plantadora (Fotografía: Santiago Varela).



Figura 14. Plantas con terrón embaladas para ser llevadas a campo (Fotografía: Abel Martínez).



Figura 15. Fotografía mostrando la forma de plantación de plantas en tubete mediante la utilización de pala plantadora (Fotografía: Abel Martínez)



Figura 16. Fotografía mostrando planta de Roble Pellín bajo la protección de planta nodriza (Fotografía: Liliana Lozano).

Un factor que afecta el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las plantaciones en nuestra región es, principalmente, el ramoneo por parte de herbívoros exóticos como la liebre, el conejo, la vaca, el ciervo y el caballo. Así, el uso de protectores individuales como "chapas corona", varillas y mediasombra, cilindros de PVC con orificios, y protectores grupales como los alambrados perimetrales en el área de plantación, pueden disminuir el efecto por parte de herbívoros en general. Particularmente, y para las chapas corona, cabe destacar que son susceptibles a la caída de ramas y, en casos de intensas nevadas, disminuyen su efectividad. Se recomienda retirar los protectores de tipo individual luego de uno o dos años de realizada la plantación evitando que se genere daño por el crecimiento natural de las plantas.

#### ***4.4. Ejemplos de plantaciones con distintos fines***

##### ***4.4.1. Con fines de restauración y enriquecimiento***

En muchos casos, tanto por la ausencia de regeneración natural del bosque como también por la necesidad de aumentar su superficie, se pueden llevar adelante acciones de enriquecimiento del mismo. Para ello, es muy importante la utilización de semilla del mismo origen (colectada del rodal a enriquecer), de manera que garantice el mantenimiento de una estructura genética similar a la del bosque original. Si por diversas causas resultara difícil la obtención de semilla del mismo rodal, una alternativa consistiría

en el uso de una fuente de semilla proveniente de una población con características genéticas similares a la del rodal a plantar.

Una acción de enriquecimiento del bosque de Roble Pellín en la Ea. El Cauquén ubicada a 10 km de la ciudad de San Martín de los Andes (Fig. 17 A y B) mostró un prendimiento al año de implantación de casi el 90 %. Las plantas obtenidas en vivero a partir de semilla del mismo origen (cosecha con redes del rodal), se plantaron alrededor de manchones de sotobosque nativo y protegidas con chapa corona para control de herbivoría de liebre y conejo. Esta experiencia demostró el éxito que puede lograrse con acciones de enriquecimiento de bosque nativo, sin alterar la estructura genética del bosque original a través de la selección del origen de semilla a utilizar. Más al sur, y fuera de los límites de la distribución de esta especie, la Dirección General de Bosques y Parques de Chubut, instaló en el año 2008 una superficie de 10 has con Roble Pellín, Raulí, Coihue y Ciprés de la Cordillera con fines de restauración.

En función de realizar tareas que aporten al éxito de proyectos de recuperación vegetal de áreas disturbadas, conocer rangos potenciales de superficies de plantación y establecer plantaciones piloto que contribuyan al conocimiento ecológico y fisiológico de especies nativas se ha trabajado en la zona de la localidad de El Foyel dentro de una clausura de 1800 m<sup>2</sup> caracterizada por una vegetación dominante de ñires raleados

con suelo subhúmedo (Sarasola, com. pers.). En este sitio se realizó la plantación de individuos de Roble y Raulí de entre 2 y 4 años de edad. Las plantas utilizadas se produjeron en dos tipos de contenedores: macetas de 20 l y en tubetes plásticos (265 cm<sup>3</sup>). En este ensayo se pretende evaluar el tipo de contenedores en los cuales las plantas se llevan a campo, así como también la edad de los plantines y el tipo de rustificación previa (Sarasola, com. pers.).

Otra experiencia de recuperación de áreas que originalmente albergaron masas de bosque nativo se realizó en el NO de la provincia del Chubut (Biaus y col., 2008). Durante el año 2005 se instalaron dos ensayos bajo plantaciones de pino radiata y pino ponderosa en fajas de 30 m y 20 m, respectivamente. Se utilizaron plantas a raíz desnuda y en envase. La elevada supervivencia lograda al año de instalación (97%), junto a las altas tasas de crecimiento permitieron demostrar el buen comportamiento de la especie bajo estas condiciones. Cabe aclarar que los sitios presentaban precipitaciones medias anuales cercanas, y en algunos casos superiores, a los 900 mm.



Figura 17. Fotografías mostrando plantación de enriquecimiento en la Ea. El Cauquén, Pío Protto, San Martín de los Andes. A) Rodal natural y plantación de enriquecimiento, y B) planta de Roble Pellín protegida con chapa corona (Fotografías: Liliana Lozano).

#### **4.4.2. Con fines de evaluación del potencial productivo**

Son numerosos los ensayos instalados en la región Nord-Patagónica con Roble Pellín. Los mismos han sido realizados bajo diferentes condiciones de sitio y cobertura (plantación de pinos, regeneración post-incendio y bosques degradados) en el marco del programa de domesticación, conservación y mejora iniciado por el grupo de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestal del INTA Bariloche (Gallo y col., 2000; Gallo y col., 2008). En éstos se busca determinar, a través de variables morfométricas (ejemplo: crecimiento de la planta y forma) así como de supervivencia, la respuesta de la especie en cultivo y su potencial productivo. Para su instalación y con el objetivo de lograr la ya mencionada protección de sombra que demanda el Roble Pellín en los primeros

años de instalación, se utilizan tanto plantaciones de pino, de gran extensión en la zona, como áreas con bosque o matorral, tanto nativo como exótico.

En ciertos sitios como el valle de Meliquina y el Campo Experimental San Martín (INTA Golondrinas) existen plantaciones de entre 10-13 años bajo pino ponderosa (Gallo y col., 2005). En éstas falta aún ajustar la metodología de manejo de la plantación protectora de pinos, de manera de lograr condiciones del ambiente cercanas a los valores óptimos para el crecimiento de la plantación de Roble Pellín.

La etapa de cosecha final de la plantación de pino (liberación del vuelo) es un elemento clave dentro de este proceso de producción al que podemos denominar mixto, dado que puede provocar daño mecánico sobre las plantas de Roble durante el aprovechamiento. En función de este objetivo, se instalaron recientemente parcelas demostrativas con un diseño tal que procura aprovechar los raleos sistemáticos que se realizan en algunas plantaciones de la región. De esta manera, se planta el Roble Pellín a un distanciamiento de 2 m x 2 m, cada dos o tres filas remanentes de pino, de modo de asegurar amplias vías de apeo y extracción de los pinos.

Las decisiones que se requieren tomar para el manejo de rodales serán más acertadas cuando se cuente con información sobre su dinámica y los parámetros asociados a ella. En relación al manejo de rodales, la mayor parte de los estudios realizados

en *Nothofagus* americanos son para bosques y plantaciones chilenas (Donoso, 1993). En Argentina, trabajos desarrollados por Chauchard y col. (1999, 2001) han podido establecer diagramas de manejo de la densidad (DMD) que son en general modelos simples de dos parámetros. A través de estos diagramas y modelos el silvicultor puede predecir, hasta cierto punto, rendimientos futuros para varias condiciones de manejo (densidades) y determinar intensidades de corta para alcanzar objetivos puntuales. Los parámetros que arroja el modelo DMD son: 1) *límite de referencia superior o densidad máxima promedio* y 2) *límite de referencia inferior o de inicio de la competencia*. El *límite de referencia inferior* indica el valor de densidad o relación tamaño-densidad por encima del cual los individuos de un rodal comienzan a competir. Por otro lado, el *límite de referencia superior* indica la densidad máxima promedio que puede alcanzar el rodal a partir de la cual el crecimiento del mismo sólo ocurre a expensas de la muerte de una proporción de sus individuos. Dicha información se resume en la Tabla 2.

Estos datos permitirían estimar un número de individuos por hectárea en el momento de la corta final en función del objetivo de producción (dimensiones esperadas de los individuos). Los diámetros de mayor versatilidad de usos en una situación ideal que tienda a evitar la competencia se obtendrían con 125 y 228 individuos por hectárea (ver Tabla 2). Esta relativamente

baja densidad de individuos que poseen intrínsecamente una alta calidad de madera, permitiría compatibilizar su utilización en sistemas mixtos con diferentes coberturas protectoras iniciales, incluyendo las plantaciones de pinos

Resultados de los mismos trabajos fueron utilizados para la elaboración de una Guía de población (GP) para rodales de *Nothofagus*. Esta guía constituye la primera herramienta desarrollada con bases reales de información que permite la simulación del manejo de rodales de *Nothofagus* en Argentina (ver explicación al pie de la Fig. 18).

Tabla 2. Densidades para ambos límites de referencia (Limite superior y Limite inferior) expresadas en número de árboles por ha en función de cinco valores de diámetro medio cuadrático ( $Dp$  = diámetro del árbol de área basal media de un determinado rodal; Prodan et al., 1997). Tomado y modificado de Chauchard y col. (2001).

<b><math>Dp</math></b>	<b>Limite superior</b>	<b>Limite inferior</b>
35	805	228
45	526	163
55	304	125
65	282	100
75	221	82

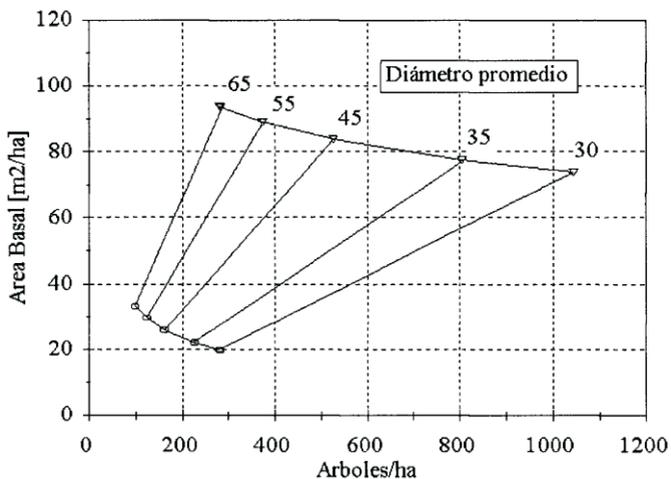


Figura 18. Guía de población (GP) para rodales de *Nothofagus* spp. (Tomado de Chauchard y col., 2001). En el mismo se muestra para un determinado valor de densidad de rodal (Árboles/ha, eje x) y para un determinado valor de diámetro promedio, el valor de Área Basal esperable para un determinado rodal. El Área Basal puede definirse como el área en m<sup>2</sup> del corte transversal de un árbol a la altura del pecho por hectárea. De esta forma mediante el manejo de la densidad y las clases diamétricas de un determinado rodal, pueden establecerse valores de rendimiento en m<sup>2</sup>/ha de madera a producir



## **5. CONSIDERACIONES FINALES**

El poder detectar "huecos" de información en el proceso de producción de plantas nativas así como fortalecer las actuales técnicas con innovaciones tecnológicas complementarias, constituyen tareas que deben ser desarrolladas aún más a futuro. Fomentamos por lo tanto desde este documento la generación de información sobre dichos aspectos. Así también, consideramos que la interacción entre viveristas y el personal técnico de las distintas instituciones estatales y privadas de investigación debe ser un proceso habitual y periódico tendiente a aportar al proceso antes mencionado.

Todas las tareas y etapas de producción destacadas en el presente manual aportarían a la diversificación de la producción forestal de la región Nord Patagónica, con madera de mayor calidad, bajo el concepto de producción en un marco de conservación del bien común forestal nativo.



## 6. REFERENCIAS

- Aguilera, F.; Fehlandt, A. 1981. Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst. *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Bl., y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl., bajo tres grados de sombra. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Facultad de ingeniería Forestal. 101 pp.
- Alzugaray, P. O.; Morales, R. A.; Gallardo, P. V.; Uribe, A. M.; Díaz, P. M.; Haro, C. H. 2000. Técnicas para producir plantas de lenga (*Nothofagus pumilio*) en Aysén. INFOR, Instituto Forestal. 30 pp.
- Azpilicueta, M. M. 2009. Variación genética de los bosques de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. en tres niveles espacio-temporales. Análisis integrado de marcadores isoenzimáticos y moleculares. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. CRUB. 165 pp.
- Biaus, C.; Taladriz, L.; Urretavizcaya, M. F.; Todote, F.; Dowbley, P.; Escudero, M. 2008. Plantaciones de Roble Pellín y Raulí en tala rasa en fajas de pino. Libro de Actas Eco-Nothofagus, p.52.
- Barbero, F. 2008. "Desarrollo de un sistema de información geográfica (SIG) para determinar áreas potenciales de cultivo de *Nothofagus nervosa* (Raulí) y *Nothofagus obliqua* (Roble Pellín) en la Provincia de Río Negro a nivel de prefactibilidad". Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UN La Plata. 27 pp.
- Barroetaveña, C.; Schinelli, T.; Bassani, V. N.; Tejera, L.; Gallo, L. 2009. inoculación ectomicorrícica de *Nothofagus* spp. creciendo bajo fertirriego. Proyecto Marco: Domesticación de especies forestales nativas Patagónicas. Informe Técnico. 18 pp.
- Basso, I. 1997. Establecimiento de Raulí (*Nothofagus alpina*): factores de éxito. *Chile Forestal*, XXII(255): 22-27.
- Chauchard, L.; Sbrancia, R.; González Peñalba, M.; Maresca, L.; Rabino, A. 1999. Aplicación de leyes fundamentales de la densidad a bosques de *Nothofagus*: I. Regla de los -3/2 o ley de autorraleo. *Bosque* 20(2): 79-94.
- Chauchard, L.; Sbrancia, R.; González Peñalba, M.; Maresca, L.; Rabino, A.; Mazzuchelli, M. 2001. Aplicación de leyes fundamentales de la densidad a bosques de *Nothofagus*: II. Línea de inicio de competencia y diagramas de manejo de densidad. *Bosque* 22(1): 3-10.
- Davel, M.; Urretavizcaya, M. F.; Contardi, L.; De María, G.; Lugano, L.; Mondino, V. 2003. Establecimiento de Plantaciones de Raulí y Roble Pellín en Chubut y Río Negro. Ficha Técnica. CIEFAP, Patagonia Forestal IX, N° 2, 9-12.
- Davel, M.; Urretavizcaya, M. F.; Contardi, L.; De María, G. 2004. Establecimiento de plantaciones de especies nativas de madera de calidad en el noroeste de

la provincia de Chubut. Investigación Forestal al Servicio de la Producción II. Resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. SAGPyA - Proyecto Forestal de Desarrollo. 260 pp.

- Diehl, P. 2006. Indicadores de conservación de nitrógeno y fósforo en especies arbóreas de la región Andino Patagónica. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Comahue. CRUB. 213 pp.
- Dimitri, M. J.; Leonardis, R. F. J.; Biloni, J. S. 1997. El libro del árbol. Librería Editorial El Ateneo, Buenos Aires, 120 pp.
- Documento Sectorial Integral. Forestoindustria. 2009. Ministerio de Desarrollo Territorial. Subsecretaría de Desarrollo Económico. 45 pp.
- Donoso, C.; Cortes, M. 1987. Germinación de semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies nativas de los tipos forestales de la X Región. III Parte. Resultados obtenidos durante el período 1986-1987. Informe de Convenio N° 134, CONAF/UACH, 51 pp.
- Donoso, P. 1988. Caracterización y proposiciones silviculturales para renovales de Roble (*Nothofagus obliqua*) y Raulí (*Nothofagus alpina*) en el área de protección "Radal 7 Tazas", VII Región. Bosque 9(2): 103-114.
- Donoso, C.; Morales, J.; Romero, M. 1990. Hibridación natural entre Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y Raulí (*N. alpina* (Poett et Endl.) Oerst.) en bosques del Sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 63: 49-60.
- Donoso, C.; Cortés, B.; Escobar, R. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para Roble (*Nothofagus obliqua*). *Chile Forestal*, Documento Técnico 62, 9 pp.
- Donoso, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Ed. Universitaria. Santiago, Chile, 484 pp.
- Donoso, C. 1995. Ecología de la regeneración. En: Donoso, C. (ed.) *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile: 183-220.
- Donoso, C.; Gallo, L.; Donoso, P.; Azpilicueta, M. M. 2004. Variación en *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. (Roble, Coyán, Hualle o Pellín). En: Donoso, C.; Premoli, A.; Gallo, L.; Ipinza, R. (eds.) *Variación Intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile. 420 pp.
- Donoso, P.; Donoso, C.; Gallo, L.; Azpilicueta, M. M.; Baldini, A.; Escobar, B. 2006. *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. Roble, Pellín, Hualle. En: Donoso, C. *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología, Valdivia, Chile*.

- Escobar, R. 1990. Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. *Bosque* 11(1): 3-9.
- Escobar, B.; Donoso, C. 1996. Resultados preliminares de almacenamiento en frío de semillas de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*). *Bosque* 17(2): 101-105.
- Ferrer, J.; Irisarri, J.; Mendia, J. 2006. Suelos de la Provincia de Neuquén. INTA Buenos Aires. 224 pp.
- Fontenla, S.; Godoy, R.; Rosso, P.; Havrylenko, M. 1998. Root associations in *Austrocedrus* forests and seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizas. *Mycorrhiza* 8: 29-33.
- Gallo, L. A.; Marchelli, P.; Breitenbücher, A. 1997. Morphological and allozymic evidence of natural hybridization between two Southern beeches (*Nothofagus spp*) and its relation to heterozygosity and height growth. *Forest Genetics* 4 (1): 15-23.
- Gallo, L.; Marchelli, P.; Crego, P.; Oudkerk, L.; Breitenbücher, A.; Peñalba, M.; Chauchard, L.; Maresca, L.; Cuerpo Guardaparques PN Lanín y PN Nahuel Huapi; Mele, U. 2000. Distribución y variación genética en características seminales y adaptativas de poblaciones y progenies de Raulí en Argentina. En: Ipinza Carmona, R.; Gutiérrez Caro, B.; Emhart Schmidt, V. (eds.) *Domesticación y mejora genética de raulí y roble*, UACH/INFOR, Valdivia: 133-156.
- Gallo, L.; Donoso, C.; Marchelli, P.; Donoso, P. 2004. Variación en *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil. (*N. alpina*, *N. procera*). En: Donoso, C.; Premoli, A.; Gallo, L.; Ipinza, R. (eds.). *Variación intraespecífica en las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina*. Editorial Universitaria 115-144.
- Gallo, L. A.; Marchelli, P.; Pastorino, M.; Izquierdo, F.; Azpilicueta, M. M. 2005. Programa de conservación y utilización de los recursos genéticos en especies forestales nativas patagónicas. IDIA Forestal, Año 5, N° 8.157-163.
- Gallo, L.; Azpilicueta, M. M.; Martínez, A.; Marchelli, P.; Izquierdo, F.; Gonzalez Peñalba, M.; Chauchard, L.; Lozano, L.; Mondino, V.; Tejera, L.; Honorato, M.; Fariña, M.; Mele, U.; Patahuer, P.; Retschitzegger, T.; Casado, J. P.; Focarazzo, S. 2008. Red de ensayos de Roble y Raulí. Quince años de actividad en la domesticación de especies nativas de la región patagónica. Libro de Actas Econothofagus, 22 al 24 de Abril, Esquel, Chubut. p.305.
- Godoy, M. M.; Defossé, G. 2004. Introducción de especies forestales para la diversificación de forestaciones y la rehabilitación de sitios degradados en la Patagonia Argentina. Informe final PIA 05/00 SAGPyA-BIRF. 97 pp.

- INFOR-CONAF. 1998. Monografía de Roble *Nothofagus obliqua*. Santiago, Chile.
- INTI-CITEMA. 2003. [http://www.inti.gov.ar/maderas/pdf/densidad\\_cientifico.pdf](http://www.inti.gov.ar/maderas/pdf/densidad_cientifico.pdf)
- Ipinza, R.; Espejo, J. 2000. Biología reproductiva de *Nothofagus*. En: Ipinza Carmona, R.; Gutiérrez Caro, B.; Schmidt Emhart, V (eds.) *Domesticación y mejora genética de raulí y roble*. Universidad Austral de Chile, Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 75-94.
- Jayawickrama, K. J. S.; Schlatter V., Escobar, J. E. 1993. Eucalypt plantation forestry in Chile. *Australian Forestry* 56 (2): 179 - 192.
- Kitzberger, T. 2008. Ecología y dinámica de los bosques ecotonales del sur de Sudamérica: implicancias para la conservación y el manejo. Libro de Actas de Ecoreuniones, Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia, pp. 11-15.
- Lebed, O. 1993. Reproducción de plantas nativas. La Grafica. 28 pp.
- Manual de Plagas y Enfermedades del Bosque Nativo en Chile. 2008. Proyecto: Asistencia para la recuperación y revitalización de los Bosques Templados de Chile con énfasis en los *Nothofagus* caducifolios. FAO - Gobierno de Chile. Santiago de Chile, Chile. 229 pp.
- Marchelli, P.; Gallo, L. 1999. Annual and geographic variation in seed traits of Argentinean populations of southern beech *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil. *Forest Ecology and Management* 121: 239-250.
- Martinez, A.; Schinelli, T. 2009. Viverización de especies forestales nativas de nuestra región: Los *Nothofagus* caducifolios. Parte I: Cosecha y procesamiento de semillas. Revista Presencia. Año XX, Nro. 53: 36-41.
- Mattes, H.; Dezzoti, A.; Sbrancia, R.; Galván, D.; Soto, G. 2009. Propagación vegetativa de *Nothofagus* caducifolios sudamericanos basada en técnicas biotecnológicas. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina.
- Peate, N. 1989. Media for cutting propagation. *The International Plant Propagators Society*. Washington. U.S.A. 39: 71 - 76.
- Peyrou, M. C. 2002. Capacidad fotosintética de plántulas de tres especies del bosque mixto de *Nothofagus* y su relación con el manejo silvícola. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Comahue CRUB. 73 pp.
- Prodan, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. Mensura Forestal. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 586 pp.

- Puntieri, J.; Girardi, S. 2010. Growth-unit structure in trees: effects of branch category and position on *Nothofagus nervosa*, *N. obliqua* and their hybrids (Nothofagaceae). *Trees* 24: 657-665.
- Rodríguez, J.; Medina, A. 2000. Viverización de procedencias de *N. alpina* y *N. obliqua* en contenedores. En: Ipinza Carmona, R.; Gutierrez Caro, B.; Schmidt Emhart, V (eds.) *Domesticación y mejora genética de raulí y roble*. Universidad Austral de Chile. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 307-322.
- Row, D. C. F.; Gordon, A. G. 1981. Studies and the effects of pre-chilling periods or gibberellins used to stimulate seed germination of *Nothofagus obliqua* and *N. procera*. *Seeds Science and Technology* 9: 823-838.
- Shafiq, Y. 1980. Effect of giberelic acid and pre-chilling on germination percent of *Nothofagus obliqua* and *N. procera* seeds. *Indian Forester* 106 (1): 27-33.
- Varela, S. A.; Gyenge, J. E.; Fernández, M. E.; Schlichter, T. 2010. Seedling drought stress susceptibility in two deciduous *Nothofagus* species of NW Patagonia. *Trees: Structure and Functions*. 24: 443-453.
- Varela, S. A.; Fernández, M. E.; Gyenge, J. E.; Schlichter, T. En revisión. Effects of different radiation intensities and temperature levels over physiological and morphological traits of two Patagonian species of the genus *Nothofagus*. Enviado a la revista *Annals of Forest Science*.
- Veblen, T. T.; Donoso, C.; Kitzberger, T.; Rebertus, A. J. 1996. Ecology of southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* forests. En: Veblen, T. T.; Hill, R. E.; Read, J. (eds.) *The ecology of biogeography of Nothofagus forests*, Yale University Press, New Haven and London: 293-353.
- Zuki, S. M.; Aparicio, A. G.; Gallo, L. A. 2008. Variación genética en la capacidad de enraizamiento de Roble Pellín *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. *Basic and Applied Genetics* 19: 180.





**NOTAS:**

---



**NOTAS:**

---



**NOTAS:**

---



**NOTAS:**

---

Las especies leñosas nativas de nuestros Bosques Andino-Patagónicos no sólo conforman parte de nuestro patrimonio natural, al cual debemos conservar, sino que además muchas de ellas se presentan como una alternativa productiva de cultivo, dada su elevada calidad de madera. La plantación de especies leñosas nativas generaría además la posibilidad de disminuir la presión de aprovechamiento sobre el bosque nativo, manteniendo el uso del recurso. El Roble Pellín (*Nothofagus obliqua*) es una de las especies de mejor calidad de madera de nuestros Bosques Andino-Patagónicos. Adicionalmente, la extracción sin control de su madera que se hiciera en el pasado, junto al efecto que ocasionan sobre sus bosques disturbios naturales como el fuego, demandan de acciones para su rehabilitación y restauración. Debemos entonces conocer los aspectos técnicos necesarios para poder llevar esta especie a cultivo. Son muchas las instituciones de la región que desde hace un tiempo trabajan en la generación de esos conocimientos. Por este motivo, en la presente publicación intentamos realizar una recopilación de la información en relación al proceso y técnicas de producción de plantines y plantación de la especie Roble Pellín en nuestra región en Argentina. En algunos casos presentamos experiencias desarrolladas en Chile que pueden servir como base para ciertos aspectos poco conocidos en nuestro país. En el presente manual - destinado a viveristas, productores forestales, técnicos y profesionales, direcciones de bosques y público en general - abordamos temas como la cosecha de semillas, siembra, producción de plantines y su transporte a campo y plantación con distintos fines. La información se presenta integrando aspectos básicos del conocimiento con aspectos técnicos que permitan su aplicación en las diferentes etapas que conforman el proceso de producción. Las pautas de producción que se mencionan en el presente Manual están referidas a la región Andino-Patagónica. Sin embargo, la gran heterogeneidad ambiental de esta región podría demandar ajustes para cada situación de producción en particular. Lo mismo ocurrirá en los casos en que se trabaje en otras regiones.

ISBN: 978-987-1623-87-7



Ministerio de Agricultura,  
Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Patagonia Norte  
Estación Experimental Agropecuaria Bariloche  
"Dr. Grenville Morris"