

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PLANTACIONES
DE ESPECIES NATIVAS DE MADERA DE CALIDAD EN EL
NOROESTE DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT**

Miguel M. Davel ¹ M. Florencia Urretavizcaya ¹ Lidia Lugano ²
Liliana Contardi ¹ Gabriel De María ³ Victor Mondino ²

Proyecto PIA 05/98 SAGPyA - CIEFAP - INTA
PRIMER INFORME
Mayo 2001

¹ Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Esquel (INTA)

³ Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia de Chubut (DGBYP)

CONTENIDO

INTRODUCCION	2
REVISION BIBLIOGRAFICA.....	6
CARACTERIZACIÓN Y HABITAT DE LAS ESPECIES	6
Distribución y descripción.....	6
Suelos	7
Clima	7
Usos de la madera	7
PLANTACION.....	8
Sitios de plantación	8
Cobertura y protección natural	8
Eliminación de la competencia de malezas.....	9
Selección de plantas en vivero.....	9
Plantación propiamente dicha	10
Fertilización	11
EVALUACION DE PLANTACIONES EXISTENTES DE RAULI Y ROBLE PELLIN EN LAS PROVINCIAS DE NEUQUEN, RIO NEGRO Y CHUBUT	12
PLANTACIONES ANALIZADAS.....	12
Toma de datos en terreno	13
Análisis de los datos	13
RESULTADOS	15
Análisis estadístico.....	15
Análisis descriptivo.....	16
RECOMENDACIONES	18
AGRADECIMIENTOS.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	19

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relaciones de altura, diámetro de cuello y largo de raíz de plantas de Raulí 1+0 y 1+1 (Basso,1997).....	6
Tabla 2. Listado de plantaciones analizadas	9
Tabla 3. Prendimiento promedio en roble pellín según el sistema de plantación..	13
Tabla 4. Prendimiento promedio en raulí según el sistema de plantación	16

ANEXO

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables analizadas en las parcelas de Raulí	
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables analizadas en las parcelas de Roble pellín	

INTRODUCCION

La actividad de forestación en la región andino-patagónica es una alternativa de producción que se va afianzando año tras año. Según estadísticas oficiales de la provincia del Chubut, durante los años 1993 a 1996 se forestaron un total de 1440 hectáreas, mientras que en 1997 la superficie plantada fue de 875 ha. Solamente en 1998 se han presentado a las operatorias de subsidios nacional y provincial 3800 ha, 450% más que en 1997 (DGByP, 1998). Las plantaciones se realizan principalmente con pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), registrándose en menor medida forestaciones con pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*). Como alternativa de diversificación y producción de madera de calidad existen especies latifoliadas nativas de la región andino-patagónica como raulí (*Nothofagus nervosa*) y roble pellín (*Nothofagus obliqua*), de reconocida aptitud forestal y muy apreciadas en el mercado local y nacional, que tienen altas posibilidades de prosperar en el noroeste de la provincia de Chubut.

Existe un creciente interés por parte de productores en utilizar especies como las mencionadas anteriormente, en lugar de las coníferas de rápido crecimiento. Sin embargo, al haber escasos conocimientos silvícolas básicos sobre las mismas, su plantación no es respaldada por un sistema de promoción o incentivo que aliente a los productores a utilizarlas.

Chile cuenta en la actualidad con una superficie de más de 700 hectáreas establecidas con estas especies (Donoso *et al.*, 1995). Donoso (1995) indica que plantaciones de raulí con buenas plantas, en sitios adecuados y a densidades iniciales de 2500 pl/ha, logran incrementos volumétricos de 10 m³/ha.año en los 10 primeros años y más de 20 m³/ha.año después de esa edad. Para plantaciones de raulí de 13 años de edad y con un número inicial de 2500 pl/ha, indica que el 41 % de los árboles cumple con la doble condición de ser dominantes y de 1º calidad, lo que asegura un excelente bosque futuro. Basso (1997) señala que, bajo condiciones de forestación y con buena calidad de plantas, no son necesarias densidades mayores a 1666 pl/ha, ya que esta asegura un alto porcentaje de árboles seleccionables en el momento de efectuar los raleos. En Argentina no existen plantaciones comerciales logradas plenamente con estas especies. Esta falta de experiencia y de datos concretos no permite recomendar, sin reservas, su utilización con fines productivos (van Konyenburg, 1995).

Tanto el CIEFAP como el INTA han realizado en los últimos años ensayos de plantación con especies tales como ciprés (*Austrocedrus chilensis*), raulí, roble pellín y coihue (*Nothofagus dombeyi*). El objetivo principal de los mismos fue obtener información acerca de prendimiento en función de tipos de plantas y cobertura de protección. Los primeros resultados de estos trabajos indican la necesidad de protección natural para el éxito de las plantaciones (Loguercio y Tejera, 1997) y de protección contra el ataque de liebres (Lugano y Contardi, 1996). Parcelas o individuos adultos aislados de roble pellín, se pueden observar en los campos forestales General San Martín y Trevelin del INTA (Laclau, 1997), en este último con una edad aproximada de 43 años, constituyendo ejemplos de la potencialidad de la especie.

En la mayoría de los casos las experiencias se han realizado en superficies pequeñas y, si bien las mismas suministran valiosa información, aún hoy la posibilidad de forestación comercial con este tipo de especies requiere un mayor conocimiento en cuanto a:

- aspectos tecnológicos acerca de la implantación y manejo de las plantaciones;
- experiencias a campo que permitan tanto a productores como técnicos reconocer la aptitud forestal de sus tierras para estas especies nativas;
- conocimiento del crecimiento y comportamiento de las especies en plantación.

El proyecto "Establecimiento y Evaluación de Plantaciones de Especies nativas de Madera de Calidad en el Noroeste de la provincia del Chubut" tiene como objetivo principal, contribuir a la diversificación de las forestaciones en la región, mediante la utilización de especies latifoliadas nativas del bosque andino patagónico, para lo cual se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Definir un sistema de plantación para roble pellín y raulí a través del análisis de las experiencias e información existente.
- Evaluar el sistema de plantación definido, en base al porcentaje de sobrevivencia y los valores de crecimiento inicial obtenidos en distintas condiciones de sitio.
- Obtener costos estimativos de implantación por hectárea para las distintas situaciones analizadas.

El presente informe abarca la primera parte del proyecto que consistió en la realización de una revisión bibliográfica, con el objeto de recopilar toda la información disponible sobre el tema de trabajo, y la evaluación de ensayos establecidos con anterioridad en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut.

REVISION BIBLIOGRAFICA

CARACTERIZACIÓN Y HABITAT DE LAS ESPECIES

Distribución y descripción

Las especies del género *Nothofagus* que se tratan en este estudio conforman parte de los Bosques Templados de Sudamérica, creciendo en Argentina en la zona norte de la Patagonia andina (Provincia de Neuquén).

El roble pellín se distribuye desde los 36°50' a los 40°15' de latitud sur (Tortorelli, 1956). Ocupa las zonas expuestas a condiciones más restringidas de humedad, por lo general entre los 600 a 900 msnm; es una especie intolerante por lo que requiere de espacios abiertos para desarrollar (APN, 1998). Forma masas puras y asociaciones mixtas con el raulí, lenga (*Nothofagus pumilio*), coihue, ciprés de la cordillera y araucaria (*Araucaria araucana*), según las condiciones particulares de cada sitio. En los mejores sitios alcanza alturas de 35 metros y diámetros de 1,50 m, portando una copa piramidal. Las hojas son oval lanceoladas, de base oblicua y borde aserrado. Es una especie caducifolia, siendo su forma principal de reproducción la sexual (semillas), presentando capacidad para rebrotar de cepa (APN, 1998).

El raulí en tanto tiene un área de distribución más reducida, de los 39°24' a los 40°10' de latitud sur, en una faja de unos 15 km de ancho, desde la frontera con Chile hacia el este (Tortorelli, 1956). Ocupa zonas de media ladera con buena disponibilidad de humedad, por lo general entre los 800 y 1000 msnm; es una especie semitolerante en estadíos juveniles e intolerante luego (APN, 1998). Crece formando bosques puros y mixtos asociado con roble pellín, entre los 600 y 800 msnm, y con coihue en zonas mas altas (Veblen *et al.*, 1996). En buenos sitio alcanza los 35-40 m de altura y 1,70 m de diámetro. De todos los *Nothofagus* que crecen naturalmente en Argentina es el que presenta hojas de mayor tamaño, de 5 a 18 cm de largo y 5 a 10 cm de ancho. Las hojas son caducas, alternas, oval oblongas, con ápice levemente agudo, base obtusa a oblicua, borde levemente aserrado a ondulado. Las nervaduras laterales son paralelas entre sí. Al igual que el roble pellín, se reproduce principalmente por vía sexual pero tiene la capacidad de rebrotar desde cepa.

Estas especies también crecen en Chile y se distribuyen de la siguiente manera: el roble pellín se encuentra entre los 33° y 41°30' de latitud sur, ocupando parte de la Cordillera de la Costa, la depresión central y la Cordillera de los Andes (Donoso, 1981), desde la Provincia de Colchagua (VI Región) hasta la de Llanquihue (X Región); el raulí se extiende desde los 35° a los 41°30' de latitud Sur, crece desde el sur de la Provincia de Curicó (VII Región) hasta la Provincia de Valdivia (X Región) y desde los 100 msnm en su límite austral y sobre los 500 msnm en las cordilleras, especialmente en pendientes de exposición sur (Rodríguez *et al.*, 1983).

Suelos

Los suelos del área donde crecen ambas especies en Neuquén, son en su mayoría originados a partir de la alteración de cenizas volcánicas posglaciales y capas de lapilli; en el fondo de los valles los materiales originarios fueron depósitos de origen glacial o bien fluvio-glacial. Pertenecen al régimen de humedad denominado údico, es decir con nulo a escaso déficit hídrico. Dado este régimen y el buen drenaje, se presentan leve a moderadamente lixiviados y por ende con reacción francamente ácida (Ferrer *et al.*, 1990).

Taxonómicamente los suelos que predominan son distrandeptes típicos y vitrandeptes típico los cuales pertenecen al Orden Inceptisoles. Los primeros son bien drenados, profundos, textura de franco a franco arenosa; poseen pH francamente ácido (4,7 a 4,9); alta a moderada CIC y muy elevada retención de fosfatos. El perfil presenta los siguientes horizontes: O1; O2; A1; AC; C. Los segundos, a diferencia de los precedentes no son tan ácidos y la retención de fosfatos es menor. Presentan un perfil A1; AC; C o A1; C con delgados horizontes orgánicos (Ferrer *et al.*, 1990).

En Chile Christie *et al.* (1974, citado por Donoso, 1981), menciona que estas especies son adaptables a diferentes tipos de suelo, aunque se desarrollan mejor en suelos francos a franco-arcillosos. Incluso el roble crece bien en suelos arcillosos pesados.

Clima

El clima de la zona boscosa argentina donde crecen el roble pellín y el raulí es templado-frío. La temperatura media anual varía entre 8 y 10° C; la mínima media anual es de alrededor de 3°C mientras que las máximas medias anuales oscilan entre 15 y 19° C, siendo el período libre de heladas inferior a 90 días al año (Ferrer *et al.*, 1990).

En cuanto a las precipitaciones, en el rango longitudinal en que crece el roble pellín en Argentina y Chile, las mismas tienen una media anual que varía entre 1500 a 3000 mm con veranos usualmente secos. Donde crece el raulí, ese valor varía entre 1500 y 4000 mm, presentando la mayoría de los sitios, un período seco de por lo menos tres meses (Veblen *et al.*, 1996).

Usos de la madera

El roble pellín tiene una madera sumamente durable y de indiscutible solidez debido a algunas sustancias tánicas que la constituyen. Por tal motivo se la utiliza para trabajos de exposición a la intemperie y humedad, como pilares y tabloncillos de puentes y muelles y postes de líneas aéreas. En la construcción de viviendas se la emplea para estructuras, techos, tejuelas, aberturas y revestimientos exteriores. La industria de tableros la emplea para la fabricación de chapas y contrachapados. En carpintería se la usa para muebles y estructuras y cubiertas de embarcaciones. Además, es apropiada como durmientes, postes de transmisiones, pilotes y estructuras de minas (CONAF, GTZ, 1998).

La madera de raulí, debido a la facilidad de trabajo con herramientas de carpintería y a las excelentes terminaciones que se obtienen con tintas, lustres y barnices, se utiliza normalmente para revestimientos interiores y exteriores, pisos, parquet, aberturas, maderas terciadas, lápices, ebanistería, tonelería (para vinos, licores y cerveza), mueblería, tornería, embarcaciones, instrumentos musicales, artículos para deportes, entre otros (CONAF, GTZ, 1998). En la industria de tableros, se la ocupa para la producción de chapas finas y tableros contrachapados.

PLANTACION

Dada la escasa y reciente experiencia que hay en el tema en Argentina, la mayor parte de los antecedentes bibliográficos que aquí se presentan corresponden a experiencias chilenas. Por lo tanto y debido a las diferentes condiciones de sitio que existen en ambos países, estos antecedentes deben tomarse solo como orientativos.

Sitios de plantación

Considerando los resultados de las plantaciones establecidas en Chile, Donoso *et al.* (1998) menciona que en la zona comprendida entre Cautín y Osorno, desde los 38°30' LS, IX Región, a 40°30' LS, X Región aproximadamente, el raulí debería plantarse desde los 200 a los 900 msnm siendo esperable que los mejores crecimientos se obtengan entre los 200 y los 500 msnm, ya que por encima de este valor se registran menores temperaturas y precipitaciones en forma de nieve. En el caso del roble, no recomienda establecer plantaciones por encima de los 500-600 msnm, por las mismas condiciones climáticas limitantes. En las regiones VII y VIII, entre los 35°10' LS a los 37°40' LS aproximadamente, la altitud óptima para establecer plantaciones de ambas especies se encontraría entre los 600 y 1000 msnm, ya que por debajo de ese rango son menores las precipitaciones, mayores las temperaturas y más largos los períodos secos.

Cobertura y protección natural

La protección natural con que cuentan los sitios seleccionados parece tener un rol importante en el establecimiento de plantaciones de ambas especies.

En un estudio donde se evaluó el prendimiento y crecimiento de raulí y roble pellín bajo distintas coberturas en la zona de Valdivia, se obtuvieron los siguientes resultados: sobrevivencia del 36 y 64 % en la situación sin árboles (sin cobertura); del 80% y 90% en la de 35 % de cobertura arbórea y 0% de sobrevivencia bajo la situación extrema de 98% de cobertura, para raulí y roble respectivamente. En el caso de los incrementos en diámetro, altura y volumen, los mismos aumentaron a medida que disminuía la cobertura, con el consecuente aumento en la disponibilidad de luz (Grosse, 1988). En otro estudio donde se comparó la sobrevivencia de plantaciones en fajas con relación a aquellas en campo abierto, se obtuvo casi el doble de sobrevivencia en la primer situación (Torres 1996, citado por Donoso *et al.*, 1998).

Si se tiene en cuenta que cierta protección favorece el desarrollo de las plantas en los primeros años, es importante mencionar que la misma debería ser lo más homogénea posible para evitar un crecimiento diferencial de las plantas (Donoso *et al.*, 1998).

Eliminación de la competencia de malezas

En sitios abiertos con abundante vegetación herbácea una práctica habitual es la eliminación química o manual de la misma en toda la superficie, en fajas o en un área de aproximadamente 70 x 70 cm donde se ubica la planta. En casos de sotobosque arbustivo denso se realiza la apertura de fajas de 1,5 a 2,5 m de ancho con una separación que varía de acuerdo a la densidad de plantación (Basso, 1997; Donoso *et al.*, 1998).

No se encontraron experiencias de aplicación de herbicidas en plantación, los antecedentes se registran solo en vivero. Donoso *et al.* (1998) mencionan el uso de: Simazina, Sencor, Goal 2EC aplicados en postemergencia y Round-up en preemergencia.

Selección de plantas en vivero

Para obtener un buen prendimiento y desarrollo de la plantación es fundamental que las plantas hayan sido adecuadamente producidas en vivero. Con respecto al tamaño las mismas se recomienda utilizar plantas que tengan entre 60 a 100 cm de altura (2 años), un adecuado número y volumen de raíces distribuidas en 12 a 15 cm de longitud o bien tener más de 100 cm pero con una longitud de raíz de 15 a 20 cm (Donoso *et al.*, 1998).

En plantaciones con cobertura y posible competencia del sotobosque se propone utilizar plantas con una altura mínima de 80 cm, mientras que en aquellas que se realizan a campo abierto, con fuerte competencia de pastos y arbustos pequeños, sería conveniente utilizar plantas de dos años con una altura promedio de entre 60 y 80 cm. En caso de aplicar previamente herbicidas se puede trabajar con plantas de un año (Donoso *et al.*, 1998).

En la Tabla 1 se presentan las relaciones óptimas de altura, diámetro de cuello y largo de raíz para plantines 1+0 y 1+1 de raulí propuestas para Chile por Basso (1997). El mismo autor resalta la importancia de utilizar plantas monopódicas, rectas y sin deformaciones a nivel del cuello y aconseja la no utilización de híbridos raulí – roble porque si bien muestran un notable vigor en vivero, en plantación manifiestan desórdenes morfológicos y en el patrón de desarrollo.

Tabla 1. Relaciones de altura, diámetro de cuello y largo de raíz de plantas de raulí 1+0 y 1+1 (Basso, 1997).

ATRIBUTO	LONGITUD DE TALLO (cm)		
	50-60	80-90	100-120
Diámetro de cuello (cm)	0,7 – 0,8	0,9 – 1	1 – 1,2
Largo de raíz (cm)	12 – 14	14 - 16	16 – 18

Plantación propiamente dicha

Epoca

Dependiendo de la zona y considerando factores como la caída de nieve, precipitación, estado vegetativo de las plantas y disponibilidad en vivero, la época de plantación para raulí y roble pellín en Chile, se extiende desde junio a la primer semana de agosto, pudiendo llegar según el año hasta la primer o segunda semana de septiembre (Basso, 1997; INFOR-CONAF, 1998).

Densidad de plantación

El control del monopodismo y la poda natural a través de la regulación de la densidad, es especialmente importante en especies intolerantes a la sombra. Una mayor densidad de plantación permite, debido a la competencia por la luz, una mejor poda natural y mayores posibilidades de dominio de un solo ápice del árbol. De las dos especies en estudio el roble tiene mejor poda natural que el raulí (Donoso, 1993). En cuanto al monopodismo el orden se invierte, teniendo un mejor comportamiento el raulí (Donoso *et al.*, 1998).

En sitios buenos y bajo cobertura arbórea de 30% aproximadamente, se propone efectuar plantaciones con densidades de 1111 a 1333 pl/ha, mientras que en sitios pobres se puede plantar a densidades de 1666 a 2500 pl/ha (Donoso *et al.*, 1998). Utilizar una densidad muy alta en los sitios buenos, no tiene sentido debido a que a los pocos años comenzará un fuerte proceso de competencia, se deberá realizar un raleo temprano y aumentan las posibilidades de que éste sea a deshecho. Por otro lado la mayor densidad implica mayores costos de plantación.

A campo abierto, si el objetivo es producir madera de calidad y se cuenta con buenas plantas, se puede plantar a densidades entre 1333 y 1666 pl/ha. Si no se puede optimizar la preparación del sitio y la plantación, es conveniente plantar entre 1666 y 2500 pl/ha (Donoso *et al.*, 1998).

En el caso del raulí y siempre utilizando plantas de buena calidad, se recomienda considerar densidades entre 1333 y 1666 pl/ha, ya que estos valores asegurarían un alto porcentaje de árboles seleccionables al momento del raleo y condiciones de cobertura y estabilidad suficientes para un óptimo desarrollo del rodal (Basso, 1997).

Técnicas de plantación y evaluación

Además de los cuidados que se deben tener comúnmente en cualquier plantación, en el caso de estas especies se debe prestar mucha atención a la manipulación de las plantas. Esto se debe a que es común el quiebre o desaparición de la yema apical, lo que ocasiona un retardo importante del crecimiento en altura y bifurcaciones apicales. Por ejemplo, en una plantación de raulí técnicamente bien ejecutada se observó que un 4% de las plantas presentaron daños en la yema apical, lo que representó un 37% menos de altura promedio para esas plantas luego de transcurridos dos años (Basso, 1997).

Otro aspecto a tener en cuenta es el momento de la evaluación de las plantaciones. Si la misma se realiza a través del prendimiento, se debería realizar al menos al segundo año del establecimiento ya que una gran cantidad de plantaciones muestran muy buenos prendimientos al año, pero por distintas causas la mortalidad continúa aumentando incluso hasta el tercer año (Basso, 1997).

Fertilización

Los antecedentes relacionados a la fertilización en plantación son escasos no hallándose recomendaciones al respecto.

Considerando un ensayo de fertilización en plantaciones de roble pellín y raulí en la zona de Valdivia (Grosse, 1988), se puede señalar que ambas especies aumentaron sus niveles de sobrevivencia y crecimiento al aplicar fertilizante. En ambos casos las diferencias fueron altamente significativas lográndose, en promedio, un aumento del 17% en prendimiento y un 56% más de crecimiento en altura. El fertilizante utilizado fue NPK (Nitrato de amonio -13 gr./planta-, Super fosfato triple -10 gr./planta- y Salitre potásico -10 gr./planta) y se repartió en tres hoyos dispuestos en triángulo a 5 cm de profundidad y a 5cm de la base de la planta.

EVALUACION DE PLANTACIONES EXISTENTES DE RAULI Y ROBLE PELLIN EN LAS PROVINCIAS DE NEUQUEN, RIO NEGRO Y CHUBUT

PLANTACIONES ANALIZADAS

Se realizó un listado preliminar de las plantaciones jóvenes de raulí y roble pellín existentes en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut. Posteriormente se solicitó autorización a los propietarios de dichas plantaciones para visitarlas y realizar mediciones en las mismas. En algunos casos, donde la información a registrar ya existía, se solicitó a los productores o instituciones responsables (Tabla 2).

Tabla 2. Listado de plantaciones analizadas (MP: medición del proyecto PIA 5/98; Rp: roble pellín; Ra: raulí).

<i>Zona</i>	<i>Propietario-Responsable</i>	<i>Fuente de Información</i>	<i>Especie</i>	<i>Sup. (ha)</i>	<i>Nº de parcelas</i>	<i>Año de plantación</i>
Trevelin	INTA	MP	Rp	0,25	8	1996
Trevelin	INTA	MP	Ra-Rp	3,00	4	1997
Trevelin	INTA	MP	Ra	0,25	2	1997
Lago Huechulafquen	Reserva Nacional Lanín	Maresca L. (1997)	Ra-Rp	0,50	2	1997
Valle del Río Meliquina	Reserva Nacional Lanín	Maresca L. (1997)	Ra-Rp	1,00	2	1997
El Foyel	Servicio Forestal Andino - CIEFAP	MP	Rp	1,00	1	1996
Esquel	Coop. 16 de Octubre - Prima Klima - CIEFAP	MP	Rp	2,00	1	1998
Lago Rosario	Arturo Jones	MP	Rp	2,00	4	1998
Trevelin	INTA - Prima Klima	MP	Rp	3,00	5	1998
El Bolsón	Servicio Forestal Andino	MP	Rp	0,47	1	1999
Cholila	Ea. Los Murmullos	Loguercio G. et al. (2000)	Ra-Rp	0,10	3	1999
Epuypén	DGByP - Aserradero Don Mario	MP	Rp	1,00	1	1999
Trevelin	INTA	MP – Gallo L.y Mondino V. (2000)	Ra	1,00	39	1999
Quilanhue	Reserva Nacional Lanín - CORFONE S.A.	Maresca L. y Peñalba G.M. (1999)	Ra-Rp	1,00	4	1999

Toma de datos en terreno

En cada plantación seleccionada se instalaron parcelas de superficie variable que tuviesen al menos 30 plantas. Si la plantación presentaba situaciones diferenciadas en cuanto a variables ambientales, tipo de plantas o distintos tratamientos de implantación, se medían distintas parcelas intentando cubrir dicha variabilidad. En todos los casos se registró la siguiente información general:

- **Datos de la plantación:** ubicación, institución o persona que la realizó, objetivo de la misma, año de plantación, especie, distanciamiento, tipo de plantas, época de plantación, herramientas utilizadas en la plantación, protección para liebres, fertilización, herbicidas, reposición, tratamientos aplicados a las plantas.
- **Datos climáticos:** esta información se obtuvo de estaciones meteorológicas o de mapas climáticos. Se consideró la precipitación media anual, precipitación anual en el año de implantación y precipitación en el primer período de crecimiento (período seco).
- **Datos topográficos:** altitud, exposición, pendiente, latitud y longitud (con GPS)
- **Datos edáficos:** profundidad total, profundidad y textura del horizonte A.
- **Datos de la vegetación:** cobertura (estimado subjetivamente) y especies presentes de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Se consideró estrato herbáceo a los individuos menores de 0,50 m, estrato arbustivo entre 0,50 y 2 m y estrato arbóreo a los individuos de más de 2 m de altura.
- **Medición de las plantas:** altura, tipo de eje (de crecimiento monopodial recto, tortuoso, bifurcado), estado de la planta (viva, seca, rebrote), daños (tipos y altura del daño) y otras observaciones.

Análisis de los datos

Los datos de terreno y clima obtenidos, fueron volcados en planillas Excel para su posterior procesamiento. Los datos cualitativos debieron ser codificados para poder incluirlos en el análisis.

Variables utilizadas

Tanto para roble pellín como para raulí, la variable de respuesta utilizada fue la siguiente:

- Porcentaje de prendimiento (PREND): obtenido a partir de las plantas vivas sobre el total de plantas en la parcela por cien.

Se consideraron como variables independientes:

- Precipitación media anual (PMEDIA) (mm): obtenido de datos de las estaciones meteorológicas.

- Precipitación del período seco (PPSECO) (mm): correspondiente a las comprendidas entre los meses de setiembre a marzo del primer período de crecimiento de la plantación, obtenidos de datos de las estaciones meteorológicas.
- Latitud (LAT) (grados, minutos y segundos): medida con GPS en el centro de cada parcela establecida. Para su análisis los datos se ingresaron como números decimales.
- Longitud (LONG) (grados, minutos y segundos): medida con GPS en el centro de cada parcela establecida. Para su análisis los datos se ingresaron como números decimales.
- Altitud (ALT) (msnm): medida con altímetro en el centro de cada parcela establecida.
- Exposición (EXP) (grados): medida con brújula Suunto. Para su análisis se estableció la siguiente codificación, de mejor a peor exposición (Davel, 1998):
E-S (1) E-N (2) O-S (3) O-N (4)
- Pendiente (PEND) (grados): medida con clinómetro Suunto.
- Profundidad total del suelo (PROFT) (cm): tomada con barreno de suelos desde la superficie hasta 1 metro de profundidad o algún límite físico que impidiese el normal desarrollo radicular (arcilla, roca, etc.).
- Profundidad del Horizonte A (PROFA) (cm): tomada con barreno de suelos desde la superficie hasta el límite inferior del horizonte.
- Textura (TEXT): estimada a campo. Para su análisis se codificó de acuerdo a la siguiente escala
Gruesa: 3
Media: 6
Fina: 9
- Cobertura herbácea (COBHER) (%): estimada visualmente a partir de la superficie de la parcela cubierta con vegetación de menos de 50 cm.
- Cobertura arbustiva (COBARBUS) (%): estimada visualmente a partir de la superficie de la parcela cubierta con vegetación de entre 50 cm y 2 metros de altura.
- Cobertura arbórea (COBARB) (%): estimada visualmente a partir de la cobertura del dosel superior (más de 2 metros de altura).
- Edad (años): de las plantas cuando se instalaron en terreno.
- Plantación (SPLANT): corresponde al sistema de plantación utilizado. Se codificó de la siguiente manera:

Plantación en macizo con cobertura arbórea: 1
Plantación en fajas: 2
Plantación en bosquetes: 3
Plantación en macizo a cielo abierto: 4

Se tuvieron en cuenta en la evaluación pero no para el análisis estadístico las siguientes variables:

- Altura: promedio de la altura total de las plantas de la parcela.
- Porcentaje de ramoneo: se consideró la existencia del daño, independientemente del animal que lo haya producido (liebre, vaca, oveja o caballo).

- Porcentaje de fustes rectos: en este caso se consideraron las plantas con fustes de eje monopódico rectos o casi rectos, sobre el total de plantas por cien.
- Porcentaje de rebrote: obtenido a partir de las plantas rebrotadas sobre el total de plantas en la parcela por cien.
- Tratamientos: se tomaron los datos suministrados por los responsables de la plantación sobre los tratamientos realizados a las plantas para su establecimiento.
- Protección: se consideró el uso de repelentes químicos (lebrifugos) o de métodos físicos.
- Reposición: se consideró la presencia o ausencia de reposición en la plantación.
- Períodos de crecimiento (años): desde el momento de la plantación.
- Mes de plantación: codificado del 1 al 12, según el mes en el que se realizó la plantación.

Los estadísticos descriptivos de las variables analizadas, se presentan en las Tablas 1 y 2 del Anexo.

Análisis estadístico

Teniendo en cuenta la variabilidad de las situaciones encontradas, el análisis de los datos se centró en buscar las variables más relacionadas al éxito o fracaso de la plantación, considerando principalmente el porcentaje de prendimiento logrado. Se utilizaron para ello los métodos de componentes principales y regresión múltiple.

Análisis descriptivo

Se realizó una descripción de los principales aspectos observados en el campo que, teniendo en cuenta la escasa superficie forestada y en su gran mayoría a nivel experimental, fue lo que brindó información más útil desde el punto de vista práctico en esta etapa.

RESULTADOS

Se debe tener en cuenta que, debido a las escasas experiencias existentes y la pequeña superficie forestada con estas especies, principalmente a escala experimental, los resultados de los análisis realizados son orientativos y sirven para formular hipótesis de trabajo.

Análisis estadístico

Roble pellín

De las variables evaluadas las que muestran más relación con el prendimiento son: cobertura arbórea, profundidad del horizonte A del suelo, cobertura herbácea y altitud, las únicas significativas al nivel de 0,5. El

prendimiento aumenta al aumentar los valores de las dos primeras y disminuye al aumentar las dos últimas, dentro del rango analizado. En conjunto explican un 44% de la variación del porcentaje de prendimiento para la población analizada.

Raulí

Del análisis realizado surge que las variables más relacionadas al porcentaje de prendimiento para esta especie son: profundidad del horizonte A, cobertura herbácea y altitud. Dentro del rango analizado, el prendimiento aumenta al aumentar la primera y disminuye al aumentar las dos últimas. Todas estas variables son significativas al nivel de 0,1 y en conjunto explican un 77% de la variación en el porcentaje de prendimiento.

Hay variables que no aparecen como importantes en estos análisis pero esto se debe a la poca variación que tienen estas variables entre las distintas parcelas analizadas.

Análisis descriptivo

El prendimiento promedio para ambas especies pueden observarse en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Prendimiento promedio en roble pellín según el sistema de plantación.

Sistema de plantación	Nº de parcelas	% Prendimiento
Plantación en macizo con cobertura arbórea	6	72,40
Plantación en fajas	8	51,64
Plantación en bosquetes	5	81,84
Plantación en macizo a cielo abierto	12	44,29
General	31	56,09

Tabla 4. Prendimiento promedio en raulí según el sistema de plantación.

Sistema de plantación	Nº de parcelas	% Prendimiento
Plantación en macizo con cobertura arbórea	1	90,00
Plantación en fajas	3	40,77
Plantación en bosquetes	40	86,52
Plantación en macizo a cielo abierto	2	0,00
General	46	76,73

Tanto en raulí como en roble pellín se observa un porcentaje de prendimiento mayor para las plantaciones realizadas en macizo bajo cobertura arbórea y en bosquetes. En las realizadas a cielo abierto y especialmente en el caso del raulí, la sobrevivencia fue significativamente menor. En este punto es importante mencionar que las plantaciones en bosquetes de raulí, son en su mayoría ensayos que se encuentran en un mismo predio y que se realizaron

durante el año 1999, cuyo verano fue particularmente favorable para el establecimiento de las plantaciones. Para roble pellín puede observarse un porcentaje del 44,29% de prendimiento para plantaciones en macizo a cielo abierto. Estas parcelas incluyen un ensayo de tipos de planta (Lugano y Contardi, inédito), en el que se realizó la limpieza del terreno con anterioridad a la instalación de las plantas. Las parcelas protegidas en su cuadrante NO por la vegetación remanente del borde del ensayo, presentaron un mayor crecimiento, porcentaje de prendimiento y menor porcentaje de rebrote. Si estas parcelas, con protección de la vegetación arbórea vecina al ensayo, se consideran como sistema en bosque los % de prendimientos varían a 85,28 % en bosquetes y 31,66% en macizo a cielo abierto.

Las plantaciones en bosquetes para ambas especies han tenido en general buen prendimiento bajo dosel de bosque nativo en Neuquén y, con exposiciones favorables, bajo vegetación arbustiva y arbórea secundaria (abedul, retamo, pañil). Los mejores resultados se observan cuando el ancho del bosque es como máximo igual a la altura de la vegetación circundante. Las fajas resultaron efectivas cuando se abrieron también en sitios con cobertura arbustiva y arbórea alta y en exposiciones favorables. Plantaciones realizadas bajo dosel han tenido buen comportamiento en general, aunque no se ha podido profundizar en el análisis debido a las escasas experiencias realizadas hasta el momento en la zona, aunque si se puede concluir que es importante para el éxito de la plantación la protección suministrada tanto por el estrato arbustivo como el arbóreo.

La textura, la profundidad efectiva del suelo y la exposición del terreno aparecen como aspectos a considerar en la elección del lugar a plantar. Si bien no se han instalado parcelas en todos los tipos texturales posibles, en general se ha observado buen comportamiento de las plantaciones en suelos de textura franca y profundos en laderas protegidas (S-SE), no así en suelos predominantemente arenosos, poco profundos y en exposiciones O-NO.

El ramoneo tanto de liebres como de ganado (ovino, bovino y equino) se presenta como uno de los principales problemas. En todas las plantaciones analizadas, donde no se contempló la protección de las mismas, se observa daño de uno u otro tipo, por este motivo no se tuvieron en cuenta los crecimientos observados en las distintas situaciones.

Un fenómeno que aparece en las distintas situaciones evaluadas es la muerte del brote principal del último año (muerte del brote apical). Esta característica aparece con más intensidad en el roble pellín que en el raulí. Los valores de porcentaje de mortalidad del brote apical en las parcelas relevadas de roble pellín diferenciados por sistema de plantación son los siguientes: plantación macizo bajo cobertura arbórea 9,72%; plantación en fajas 9,82%; plantación en bosquetes 18,89% y plantación en macizo a cielo abierto 80,1%. La cantidad de plantas rebrotadas se relaciona estrechamente con el porcentaje de plantas ramoneadas y con las que presentaron mortalidad del brote apical. Esto se debe a que tanto el raulí como el roble pellín tienen la capacidad natural de rebrotar vigorosamente.

En cuanto a la cantidad de plantas con buena forma y fuste recto, también se encontró relación, pero en sentido inverso, entre esta característica y el porcentaje de plantas ramoneadas y con ápice seco.

Al analizar estos últimos aspectos en conjunto observamos que si bien los prendimientos son buenos y las plantas no se mueren por el ramoneo o mortalidad del brote secamiento del ápice, la forma de las plantas y la magnitud del crecimiento se ven muy afectados.

RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los antecedentes bibliográficos y la información obtenida del análisis realizado, consideramos que si bien las experiencias son escasas hay algunos puntos importantes a tener en cuenta si queremos realizar plantaciones con estas especies fuera de su área de distribución natural.

- Se deben elegir sitios con suelos profundos de textura franca y preferentemente en laderas protegidas (S-SE).
- La protección que suministren los estratos arbustivo y arbóreo en los sitios seleccionados tendrá un rol fundamental para el éxito del establecimiento. Los mejores resultados se han obtenido plantando en macizo bajo la protección de otra especie o en bosquetes.
- No se debe plantar en sitios sin alambrado perimetral donde existe la posibilidad de ingreso de ganado.
- Se debe proteger la plantación contra el ataque de liebres. En caso de utilizarse protecciones individuales del tipo de las de rezago de chapa corona, es importante fijarlas firmemente a fin de evitar que sean deformadas por el viento y controlar regularmente que las plantas no se enreden y lastimen con las mismas.
- Si bien la selección de plantas en vivero puede estar restringida por la escasa producción actual, se deben utilizar plantas con un buen sistema radicular y con una buena relación parte aérea - raíz.
- Se debe tener máximo cuidado en la manipulación de las plantas desde la extracción en el vivero hasta la plantación, cuidando especialmente de no dañar las yemas.
- En cuanto a recomendaciones sobre la densidad de plantación sólo se cuenta con las experiencias chilenas que proponen establecer entre 1111 y 1333 pl/ha en los mejores sitios y de 1666 a 2500 pl/ha en los más pobres.

Con respecto a la continuación del trabajo en este tema, consideramos que con las plantaciones demostrativas que estamos instalando a través del presente proyecto y los distintos trabajos que se están realizando en la región, se seguirá

avanzando en el conocimiento de una tecnología de plantación efectiva para estas especies.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas e instituciones que colaboraron brindando información para la elaboración de este informe: T. Cerutti (Dirección General de Bosques y Parques del Chubut), L. Gallo (INTA Bariloche), L.Maresca, M.Peñalba y L.Chauchard (Parque Nacional Lanín), M. Rey y J. Cuevas (Servicio Forestal Andino de Río Negro), G. Loguercio (CIEFAP), Martín Honorato (INTA Trevelin) y Sr. Arturo Jones.

BIBLIOGRAFIA

APN, 1998. Manejo Forestal de las Reservas Nacionales. Administración de Parques Nacionales. Delegación Regional Patagonia. Dpto. Forestal. 27pp.

BASSO I., 1997. Establecimiento de raulí (*Nothofagus alpina*): factores de éxito. Chile Forestal, año XXII, N° 255, noviembre 1997. 22-27.

CONAF, GTZ, 1998. Experiencia silvicultural del Bosque de Chile, Recopilación de antecedentes para 57 especies arbóreas y evaluación de prácticas silviculturales. Publicaciones Lo Castillo S.A. Santiago de Chile. Chile. 109-114.

DAVEL M., 1998. Identificación y caracterización de zonas de crecimiento para pino oregón en la Patagonia Andina Argentina. Tesis para optar por el grado de Magister Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales en la Universidad Austral de Chile, Valdivia. 119pp.

DGBYP, 1998. Informe Programa Forestar en Chubut, Operatoria Provincia y Nacional 1993-1998. Dirección de Promoción y Fomento, Dirección General de Bosques y Parques del Chubut, Esquel.

DONOSO C. Z., 1981. Ecología Forestal. El Bosque y su medio ambiente. Ed. Universitaria. Universidad Austral de Chile. Santiago. Chile. 369pp.

DONOSO C. Z., 1993. "Tipos forestales Raulí, Roble y Coigüe" en Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editor DONOSO Z.C. Ed.Universitaria. Universidad Austral de Chile. Santiago. Chile. 483pp.

DONOSO C. Z., 1995. Estado actual y posibilidades de manejo del bosque nativo andino-patagónico. IV Jornadas Forestales Patagónicas. SM de los Andes, octubre 1995. Tomo IV, Conferencia.

- DONOSO C. y CORTES, M., 1987. Semillas y técnicas de vivero y plantaciones para las especies nativas de los tipos forestales de la X región. Informe de Convenio N°134. Proyecto CONAF Décima Región – UACH. Facultad de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 51pp.
- DONOSO P.; MAUREIRA C.; BARRÍA P. Y HERNÁNDEZ E., 1995. Desarrollo inicial de plantaciones de *Nothofagus* en la provincia de Valdivia. IV Jornadas Forestales Patagónicas. SM de los Andes, octubre 1995. Tomo IV.
- DONOSO P.; GONZALEZ M.; ESCOBAR B.; BASSO I. y OTERO L., 1998. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coigüe en Chile. En Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Editores: DONOSO Z.C. y LARA A. A. Ed.Universitaria. Universidad Austral de Chile. Santiago. Chile. 421pp.
- FERRER J., IRISARRI J. y MENDIA J., 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia de Neuquén. CFI. Bs.As. Vol I, T 2: 159 pp. T 3: 232pp.
- GALLO L. y MONDINO V., 2000. "Proyecto de mejoramiento genético de pino ponderosa, pino oregón, raulí y roble pellín. INTA. Inédito.
- GROSSE H.,1988. Crecimiento de plantaciones con Raulí y Roble bajo dosel en dependencia del grado de luminosidad y fertilización. Ciencia e Investigación N°5 Vol 2:13-29.
- INFOR - CONAF, 1998. Monografía de Raulí. Potencialidad de especies y sitios para una diversificación silvícola nacional. Santiago, Chile. 9-77.
- LACLAU P., 1997. Los ecosistemas forestales y el hombre en el sur de Chile y Argentina. Boletín técnico 34 de la Fundación Vida Silvestre Argentina.
- LOGUERCIO G. y TEJERA L., 1997. Consideraciones para la recuperación de cipresales degradados mediante plantación. Patagonia Forestal, año III, N° 4, Ago./Sept. de 1997. 10-11. CIEFAP, Esquel.
- LOGUERCIO G., LUGANO L. y COPPA R., 2000. Silvicultura alternativa para el manejo de un bosque de ciprés de la cordillera afectado por el "mal del ciprés" mediante la plantación de raulí, roble pellín y coihue. CIEFAP – INTA. Informe interno.
- LUGANO L. y CONTARDI L. 1996, inédito. Proyecto: Adaptación y desarrollo de técnicas de vivero e implantación de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus nervosa*. Informe interno. INTA, Estación Forestal Trevelin.
- LUGANO L. y CONTARDI L. Adaptación y desarrollo de técnicas de vivero e implantación de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus nervosa*. Proyecto Conservación y Dinámica de *Nothofagus caducifolios* (INTA). Inédito.
- MARESCA L., 1997. Ensayo de forestación con raulí y roble pellín en zonas fuera de su distribución natural. Informe técnico. Administración de Parques Nacionales. D.R.P. Dep. Forestal. San Martín de los Andes. 7pp.

- MARESCA L. y GONZALEZ PEÑALBA M., 1999. Ensayo de plantación para asistencia a la regeneración natural Plan de Ordenación Forestal Quilánlahue. Informe técnico. Administración de Parques Nacionales – CORFONE S.A. San Martín de los Andes. 10pp.
- RODRIGUEZ R., MATTHEI O. y QUESADA M., 1983. Flora Arbórea de Chile. Edit. de la Universidad de Concepción. Chile. 408pp.
- TAJAN MULLE-WIEHOFF P. A., 1989. Crecimiento y resistencia a la sequía de ocho procedencias de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.), durante el segundo período vegetativo en Valdivia. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.
- TORTORELLI L., 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME, S.A.C.I. Buenos Aires. 910 pp.
- VAN KONYNERBURG E., 1995. El significado de las especies forestales exóticas en la región andino patagónica. IV Jornadas Forestales Patagónicas. SM de los Andes, octubre 1995. Tomo III: 733-738.
- VEBLEN T., DONOSO C., KITZBERGER T. y REBERTUS A., 1996. Ecology of Southern Chilean and Argentinean *Nothofagus* Forest. En: The ecology and Biogeography of *Nothofagus* Forest . Edit.:Veblen T., Hill R. y Read J. Yale University Press. New Haven and London. 403 pp.

Direcciones de la Instituciones participantes:

¹ Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP)
Ruta 259 Km 4, CC 14 Esquel (9200), Provincia de Chubut, Argentina
Tel./Fax: +54 (2945) 453948 / 450175
E-mail: mdavel@ciefap.cyt.edu.ar
urretaf@ciefap.cyt.edu.ar
ltcontar@ciefap.cyt.edu.ar

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Campo Experimental
Agroforestal Trevelin - EEA Esquel
Aldea Escolar, Provincia de Chubut, Argentina
Tel./Fax: +54 (2945) 478319
E-mail: intatrev@ar.inter.net

³ Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia de Chubut (DGBYP)
Roca 571, Esquel (9200), Provincia de Chubut, Argentina
Tel./Fax: +54 (2945) 451147 / 451404
E-mail: dgby@ciudad.com.ar

ANEXO

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables analizadas en las parcelas de Raulí

Estadísticos descriptivos	PMEDIA (mm)	PPSECO (mm)	LAT	LONG	ALT (msnm)	EXP	PEND(°)	PROFT (cm)
Media	932,6	296,3	42,5158	71,5267	482,4	2,53	5,31	86,15
Mínimo	850,0	293,7	1,2542	0,0783	421,0	0	0,00	45,00
Máximo	2000,0	326,9	39,7500	71,3000	900,0	4	15,00	100,00
Desv.estándar	204,1	9,0	43,1178	71,5613	115,7	0,89	2,41	13,95

Estadísticos descriptivos	PROFA (cm)	TEXT	COBHER (%)	COBARBUS (%)	COBARB (%)	Edad plantín (años)	SPLANT
Media	28,91	7,62	30,8	23,5	7,4	2,0	2,74
Mínimo	10,00	3	0	0	0	1	1
Máximo	45,00	9	95	70	70	4	4
Desv.estándar	7,83	2,38	24,8	20,1	15,9	0,5	0,68

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables analizadas en las parcelas de Roble pellín

Estadísticos descriptivos	PMEDIA (mm)	PPSECO (mm)	LAT	LONG	ALT (msnm)	EXP	PEND(°)	PROFT (cm)
Media	855,9	272,1	428233	714779	568,06	2,06	6,5	86,61
Mínimo	601,4	172,5	417255	713721	257	1	0	35
Máximo	1170,0	326,9	432181	715623	920	4	19	100
Desv.estándar	205,51	69,53	5633,08	648,87	197,28	1,03	4,47	20,38

Estadísticos descriptivos	PROFA (cm)	TEXT	COBHER (%)	COBARBUS (%)	COBARB (%)	Edad plantín (años)	SPLANT
Media	28,82	6,92	66,8	22,07	13,49	1,85	2,61
Mínimo	8,00	3	0	0	0	1	1
Máximo	50,00	9	100	80	83,1	2	4
Desv.estándar	16,48	1,85	34,81	24,73	23,32	0,35	1,08