

ENSAYO DE GERMINACIÓN PARA SEMILLAS DE *NOTHOFAGUS OBLIQUA* (MIRB.) OERST.

Iván Quiroz M.¹; Marta González O.²; Edison García R.³; Hernán Soto G.⁴

El Roble pertenece a la familia de las Fagáceas, distribuyéndose desde Colchagua (33° lat. sur) hasta Puerto Montt (41°30' lat. sur) por la Cordillera de los Andes y desde el sur del río Aconcagua hasta Puerto Montt por la Cordillera de la Costa (Loewe et al., 1997). El Roble crece desde Valparaíso hasta Llanquihue, en ambas cordilleras y en el valle central. También en Argentina. Especie común en los Tipos Forestales; Roble-Hualo, Roble-Raulí-Coihue, Ciprés de la Cordillera y Araucaria (Stark, 2007).

Esta es una especie monoica que puede alcanzar los 40 m de altura con más de 2 m de diámetro de fuste. El tronco es cilíndrico; la corteza gruesa y dura, agrietada en placas grandes y redondeadas. Sus ramas constituyen una copa redondeada de forma piramidal.

La floración masculina se inicia en septiembre y finaliza en los últimos días de octubre, mientras que la floración femenina aparece a aproximadamente siete días después de la brotación



¹Ing. Forestal (U. Austral de Chile); Dr. Recursos Naturales (Ludwig-Maximilians Universität München – Alemania); MBA (U. del Desarrollo); Director de Proyectos, Instituto Forestal, Sede Bio-Bio, Camino a Coronel Díaz 7.5, San Pedro de la Paz, Concepción, iquiroz@infor.gob.cl
²Ing. Forestal (U. de Chile); Ingeniero de Proyectos, Instituto Forestal, Sede Bio-Bio, Concepción, mgonzale@infor.gob.cl
³Ing. Forestal (U. de Talca); Ingeniero de Proyectos, Instituto Forestal, Sede Bio-Bio, Concepción, egarcia@infor.gob.cl
⁴Técnico Forestal, Instituto Forestal, Sede Bio-Bio, Concepción, hsoto@infor.gob.cl

de las yemas, formado como fruto una nuez que madura a los 5-6 meses más tarde.

Roble es la especie más común y abundante en gran parte de las regiones central y sur de Chile cubiertas con vegetación nativa. Muchas de las áreas que fueron alguna vez bosques vírgenes de Roble, mantienen actualmente bosques de segundo crecimiento o renovales en las que comúnmente se asocia con Raulí.

En el área septentrional de su distribución ($\pm 33^\circ$ lat. sur), el clima es mediterráneo; lluvioso durante el invierno y seco en verano con precipitaciones entre 500 y 1.000 mm/año en la Cordillera de la Costa. El período seco disminuye paulatinamente hacia el sur con un clima de tipo templado húmedo. La precipitación varía desde 1.500 hasta unos 3.000 mm dependiendo de la altitud y latitud. Es la especie más termófila de los *Nothofagus* con temperaturas medias anuales de 11°C y mayores a 10°C por lo menos durante 7 meses al año (Loewe *et al.*, 1997).

La especie se encuentra preferentemente en suelos profundos, fértiles y con cierta humedad, teniendo un característico manto de materia orgánica en descomposición. Se encuentra en un rango altitudinal muy amplio desde los 100 a 2.000 msnm o más, conformando en algunos sectores el límite de la vegetación arbórea.

En plantaciones experimentales realizadas en Chile alcanzan a los 20 años, entre 16-18 m de altura y 15 a 17 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$ en volumen.

La madera de roble, es una de las maderas más explotadas en el sur de Chile, su madera es de gran resistencia y durabilidad, siendo empleada en la construcción de puentes, postes, durmientes, exteriores, chapas, etc. Presenta un alto interés económico en la industria del aserrío. La albura es blanquecina-amarillenta poco resistente a la intemperie, el duramen es rojizo, llamado "pellin", los ejemplares adultos con la madera apelinada son los más valiosos por la madera rojiza, dura, pesada, resistente a la intemperie (Serra, 2006).

Con la publicación de la nueva Ley de Bosque Nativo, se hace fundamental conocer aspectos referentes al sistema de producción de plantas nativas de alto valor ecológico y económico como Roble, así como antecedentes de germinación, semillas por kilo y otros que permitan orientar y potenciar el establecimiento óptimo de la especie en nuestro país.

El presente artículo entrega los resultados obtenidos por el Centro Tecnológico de la Planta Forestal, un centro tecnológico dependiente del Instituto Forestal, en ensayos de germinación de semillas de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. procedentes de la APS Arquihue, Región de Los Ríos.

El objetivo del trabajo evaluar parámetros físicos y germinativos de semillas de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. procedentes de la APS Arquihue, Región de Los Ríos.

Método de trabajo

El ensayo se llevó a cabo en dependencias del vivero de la sede Bio-Bío de INFOR en Concepción.

Las semillas utilizadas fueron colectadas del Área Produc-

tora de Semillas de Arquihue, Región de Los Ríos, colectadas el año 2008. Esta área productora corresponde a un renoval de Roble de aproximadamente 4 ha, ubicado en el sector "Vivero" del predio Arquihue, comuna de Futrono en la Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos. De acuerdo a las intervenciones efectuadas en esta APS el Índice de Calidad aumentó en un 43% en relación al Índice de Calidad del rodal original que fue seleccionado para su transformación en APS (Molina *et al.*, 2006).

Los parámetros físicos evaluados fueron Número de semilla por kilogramo y Peso de 100 semillas. Para ello se empleó la metodología establecida por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas, ISTA (1996), la que consiste en determinar el peso de una muestra de 100 semillas para ocho repeticiones.

Para el ensayo de germinación se utilizaron cuatro bandejas, en donde desde la fecha de siembra se registró diariamente la germinación de las semillas por cavidad, este ensayo fue instalado en un invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc. Cabe señalar que previo a la siembra, las semillas fueron remojadas en agua por 24 horas, en 3 lotes de 500 semillas cada lote, de modo de estimar las semillas viables y las vanas.

Los parámetros germinativos evaluados fueron Capacidad germinativa o Porcentaje de germinación, Energía germinativa, Período de energía y Vigor germinativo.

La energía germinativa se refiere al porcentaje de semilla en la muestra que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el período energético o período de energía. La capacidad de germinación es la cantidad total de semillas en la muestra que ha germinado en un ensayo, más la cantidad de semillas que queda por germinar, pero que son aún sanas al final de la prueba, expresadas en porcentajes (Folliott y Thames,



1983). El vigor germinativo se obtuvo a través del valor máximo de Czabator (1962) que corresponde al cociente máximo derivado del porcentaje acumulado en cualquier día, dividido por el número de días demorado en alcanzar dicho porcentaje.

Las semillas se remojaron en giberelina (Provide), por 24 horas, en una concentración de 5 cc en 500 cc de agua. La siembra se realizó el 11 de diciembre de 2008, en 4 bandejas de poliestireno expandido compuesta por 84 cavidades de 130 cc de volumen cada una. El sustrato utilizado fue corteza de pino compostada de granulometría G-10. Luego de sembradas, las bandejas fueron dispuestas en un invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc, y tratadas con aspersiones semanales de una solución fungicida compuesta por una mezcla en igual proporción de Benlate y Captan a razón de 0,5 g/l, a fin de prevenir daños provocados por ataque de hongos. La toma de datos se realizó diariamente desde la fecha de siembra.

Resultados y Discusión

Respecto de los Parámetros Físicos, en el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos. Al analizar los parámetros físicos establecidos por la metodología, se concluye que el peso medio de 100 semillas fue de 0,46 g y el número de semillas por kilogramo fue de 217.391 semillas. Este valor resultó ser bastante más alto que lo obtenido por Sandoval y Orellana (1999), quienes obtuvieron 109.200 sem/kg, con un rango que varía de 38.424 a 188.679 sem/kg con 33 muestras analizadas. Del mismo modo, el valor esta muy por sobre lo indicado por Pincheira (1997) con semillas procedentes de la zona de Antuco región del Bío Bío, de 86.530 sem/kg.

La diferencia observada respecto al número de semillas por kilo obtenida por otros autores y este estudio, puede ser atribuida a lo señalado por Donoso (1979), quien evaluó el efecto latitudinal en diversos parámetros físicos y germinativos de semillas de Roble, concluyendo que a mayor latitud aumenta el número de semillas por kilo, obteniendo valores entre 50.000 y 143.000 semillas por kilo para semillas de la Región Metropolitana y la Región de Los Lagos, respectivamente.

Cuadro 1. Peso medio de 100 semillas de *Nothofagus obliqua* y N° de semillas por kilo

Zona de colecta	Peso medio 100 semillas (g)	N° sem/kg	Rango (sem/kg)
APS Arquihue	0,46	217.391	207.469-231.481

Referente a los Parámetros Germinativos, los resultados obtenidos en este estudio, indican medias de germinación de 62,5%, energía germinativa de 85,9%, vigor germinativo de 18,95 y periodo de energía de 11,3 días. Cabe señalar que estos resultados se obtuvieron con semillas viables; el porcentaje de semillas viables fue de 38,3 %.

Los valores de germinación son superiores a los señalados en otros estudios, por Serra (2006) quien indica una capacidad

germinativa para roble de 30%, y por Pincheira (1997), quien obtuvo valores de 23,8% de germinación para semillas de roble de la Región del Bío-Bío cuyo tratamiento pre germinativo fue estratificación húmeda. Por otra parte, Rocuant (1984), obtuvo valores máximos de 48% de germinación para semillas de roble procedentes de Melipeuco, remojadas en reguladores de crecimiento previo a la siembra. No obstante estas divergencias, Donoso (1979), atribuye a factores climáticos la gran variabilidad observada en poblaciones de Roble, así como la procedencia de ellas.

Escobar y Donoso (1996), obtuvieron valores de germinación media de 51% para semillas de roble procedentes de Valdivia, con diferentes años de almacenamiento, estratificadas por 45 días en frío y sembradas en vivero, con un rango que varía entre 70 y 90 % de germinación, dependiendo de los años de almacenamiento. Estos mismos autores, obtuvieron valores superiores al 80% de capacidad germinativa en el mismo ensayo, pero con semillas dispuestas en cámara de germinación. Además, señalan una energía germinativa entre 60 y 70%, menor a lo obtenido en vivero en este estudio, que fue de 85,9% Rocuant (1984) obtuvo valores de energía germinativa entre 20 y 40 % con diversos tratamientos para semillas de roble de la zona de Melipeuco.

Como se aprecia en el Cuadro 2, en este estudio se obtuvo un valor medio de vigor germinativo de 19, cifra bastante más alta que la obtenida por Donoso (1979), en un estudio poblacional de Roble, con valores medios de hasta 13 para poblaciones de roble ubicadas al norte de Malleco y, valores cercanos a 1 para las poblaciones ubicadas entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos.

Cuadro 2. Periodo de energía, energía germinativa y capacidad de germinación de semillas de Roble (*Nothofagus obliqua*)

Bandeja o Repetición	Germinación (%)	Energía germinativa (%)	Vigor germinativo	Periodo de energía (días)
1	58,3	93,9	19,01	12
2	65,5	90,9	23,62	11
3	66,7	76,8	16,66	11
4	59,5	82,0	16,51	11
Media	62,5	85,9	18,95	11,3

En las Figuras 1 y 2, se aprecia el proceso de germinación a los 8, 11 y 15 días de iniciado el ensayo. El mayor número de semillas germinadas se alcanzó después de los 16 días de haber realizado la siembra. Serra (2006) señala que, con un pre tratamiento de estratificación húmeda a 4°C, la germinación de roble comienza alrededor de los 15 días después de la siembra.

Respecto al periodo de energía, Escobar y Donoso (1996), obtuvieron valores de 10 a 22 días en cámara de germinación mientras mayor fue el tiempo de almacenamiento de la semilla. Como se aprecia en el Cuadro 2, en el presente estudio el periodo de energía fue de 11 días en invernadero, con semilla

sembrada el mismo año de colectada, el mismo valor obtenido por Pincheira (1997), para semillas de Roble sembradas en cajones dispuestos en vivero, sin intercepción de la luz natural, y recubiertos con sombreaderos.

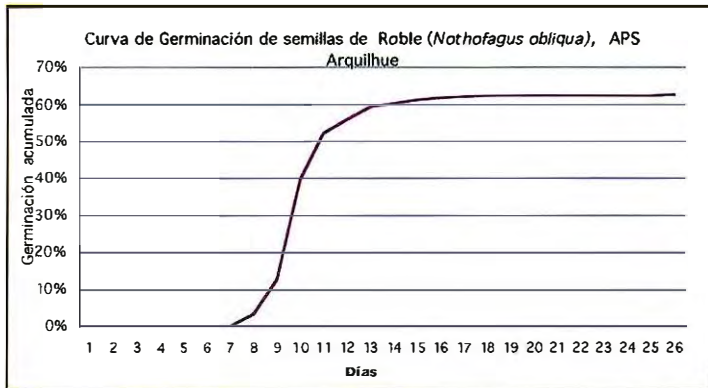


Figura 1. Curva de germinación acumulada de semillas de *Nothofagus obliqua* colectada en la APS de Arquihue, Región de Los Ríos.

Figura 2. Germinación de semillas de Roble (INFOR-CTPF, 2008)



Con la finalidad de conocer la dinámica de crecimiento de las plantas de Roble en vivero, en el mes de diciembre de 2008 se comenzó con una medición mensual de la altura total de las plantas de Roble de las cuatro bandejas consideradas en el ensayo de germinación. Luego en el mes de mayo de 2009 se realizó en forma paralela la medición del DAC (Diámetro a la Altura del Cuello) de las plantas con el objeto de estimar parámetros que permiten determinar algunos índices como el de Esbeltez, que es el cociente entre la altura y el DAC, y que relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Torral, 1997). En el Cuadro 3 se adjunta los resultados de estas mediciones.

Cuadro 3. Resumen mensual de resultados obtenidos en cada medición de plantas de Roble

Variable	Unidad	Media	D.E.	E.E.	CV	Mín	Máx
H1 (12-2008)	cm	2,42	1,06	0,13	43,86	0,5	6
H2 (1-2009)	cm	5,01	1,85	0,22	37,03	1,5	10
H3 (2-2009)	cm	10,79	5,09	0,61	47,19	2	21
H4 (3-2009)	cm	18,87	7,48	0,89	39,62	5	39
H5 (4-2009)	cm	25,58	10,39	1,25	40,63	5	48
H6 (5-2009)	cm	26,5	10,63	1,27	40,13	4	50,5
Dac6 (5-2009)	mm	2,67	0,88	0,1	32,85	1,03	4,69
IE (H/Dac)		9,87	2,47	0,3	25,03	3,01	13,99

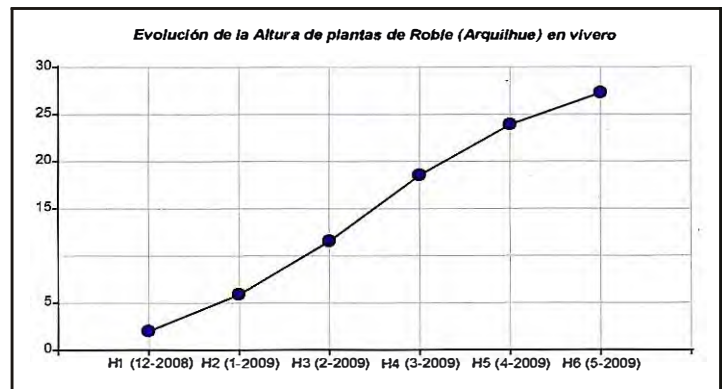
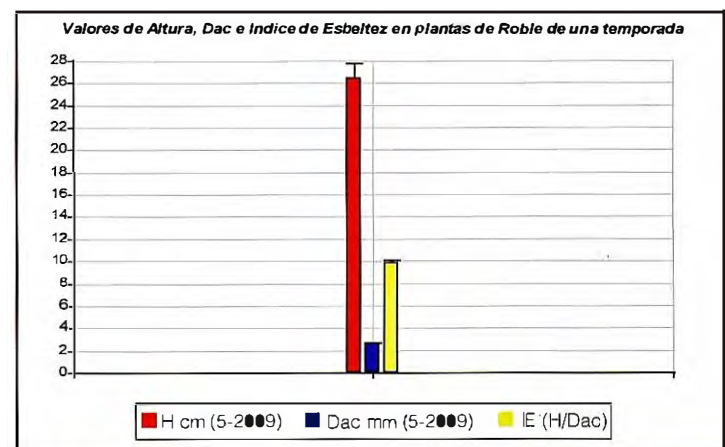


Figura 3. Evolución de la altura de plantas de Roble y valores de altura y DAC al final de la temporada de vivero (INFOR-CTPF, 2009)



Según estos resultados, el índice de esbeltez alcanza un valor medio de 9,87, con un mínimo de 3 y un máximo de 13,9 para una muestra de 70 plantas. La media se encuentra dentro del rango establecido para este indicador, para plantas que presentan un buen equilibrio morfológico (menor a 10).

Estos resultados son superiores a los logrados por Krause (2005), quien demostró que con la utilización de fertilizante soluble, en dosis alta de 200 ppm de N, equivalentes a 2,2 gr/Lt de fertilizante el primer mes de aplicación y 1,0 gr/Lt de fertilizante el segundo mes de aplicación, en sustrato compuesto por corteza de pino compostada, genera las mayores respuesta en la variables morfológicas diámetro a la altura del cuello (2,0 mm), altura total (12,44 cm) (IE de 6,2), en plantas de roble, viverizadas en contenedores tipo speedling. En un estudio realizado por Quiroz et al. (2008) para plantas de *Nothofagus obliqua* producidas en distintos tipos de contenedores, las plantas alcanzaron una altura media mayor a 18 cm y un Dac medio mayor a 2,5 mm al final del periodo de viverización de una temporada, no observándose diferencias significativas entre ellos.

Conclusiones

En este estudio se confirma la diferencia en los parámetros físicos que provoca la procedencia de la semilla, diferen-

cia que ha sido explicada en diversos estudios por la respuesta de las especies a los factores del hábitat en el que se encuentran y su adaptación a los mismos.

Asimismo, el tratamiento germinativo que se aplica a las semillas, es un factor que se debe considerar en estudios de propagación, en cuanto a su continuidad, y la consecución de los protocolos de producción más apropiados. Según los resultados obtenidos por este y otros estudios, el tratamiento pregerminativo que se utilice afecta positivamente en la germinación de las semillas, encontrándose los mayores porcentajes con la técnica de remojo en estimuladores de crecimiento u hormonas, que están directamente relacionadas con este proceso (giberilina, ácido indolbutírico, otros).

Por lo tanto, la calidad de la planta producida en vivero, y su potencial de crecimiento en terreno, puede ser explicado por variables que relacionan los parámetros morfológicos, como altura y DAC, algunos Índices de Calidad, entre otros, sin embargo, con el objetivo de producir plantas de la calidad genética, morfológica y fisiológica, que permitan a su vez incrementar el potencial productivo de los bosques nativos, implica no solo la consideración de estas variables, sino que también del origen de la semilla, en términos de las características de los árboles padres, hábitat en el cual crecen, tratamiento pregerminativo y protocolo de producción. ■

Bibliografía

CZABATOR, F.P. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8 (4): 386-396.

DONOSO, C. 1979. Variación y Tipos de Diferenciación en Poblaciones de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.). *Bosque* 3 (1) : 1-14, 19.

ESCOBAR, B.; DONOSO, C. 1996. Resultados preliminares de almacenamiento en frío de semillas de coigüe (*Nothofagus dombeyi*), roble (*Nothofagus obliqua*) y raulí (*Nothofagus alpina*). *Nota Técnica. BOSQUE* 17(2): 101-105.

FOLLIOTT, P.; THAMES, J. 1983. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina. 50p.

ISTA. 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.*, 24: supplement.

KRAUSE, R. 2005. Efecto de la dosis de fertilizantes solubles a base de N, P, K sobre el crecimiento en vivero de plantas de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst, producidas en contenedor tipo speedling. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Ciencias Forestales. 61 p.

LOEWE, V.; TORAL, M.; MERY, M. A.; CAMELIO, M. E.; LÓPEZ, C.; URQUIETA, E. 1997. Monografía Roble (*Nothofagus obliqua*). INFOR-CONAF. Proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Nacional". 90 p.

MOLINA, M.P.; GUTIÉRREZ, B.; ORTIZ, O.; BELLO, A.; NAVARRETE, M. 2006. Diagnóstico de existencia, estado actual y final de áreas productoras de semillas establecidas con especies prioritarias para la diversificación forestal. PROYECTO INFOR-SAG. "Fuentes de Semilla Mejorada para las Especies Prioritarias en la Estrategia de Diversificación Forestal Nacional". INFOR. 32 p.

PINCHEIRA, E. 1997. Germinación y emergencia de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. var. *Obliqua*) bajo distintos grados de luminosidad. Seminario para optar al título de Técnico Universitario Forestal. Universidad de Concepción. 60 p.

QUIROZ, I.; GONZÁLEZ, M.; CASANOVA, C.; CHUNG, P.; GARCÍA, E.; SOTO, H. 2008. Evaluación del crecimiento de Roble en distintos contenedores en un vivero de la VIII región. 1º Informe de Avance Técnico. Proyecto "Centro Tecnológico de la Planta Forestal", INNOVA Chile – INFOR.

ROCUANT, C. 1984. Efecto de giberelina y tiourea en la germinación de semillas: especies del genero *Nothofagus*. *BOSQUE* 5(2): 53-58.

SANDOVAL, A.; ORELLANA, P. 1999. Número de Semillas por Kilógramo de Especies Nativas Analizadas en El Centro de Semillas de Árboles Forestales. Centro de Semillas de Árboles Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. CESAF-Chile Nº8 Marzo 1999. <http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n8/6.htm> (revisado 17-2-09).

SERRA, M. T. 2006. Apuntes Botánica Aplicada Forestal Angiospermas (Magnoliophytas). Subclase 2. Hamameliidae. Depto de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. https://www.ucursos.cl/forestal/2008/2/CB007/1/material_alumnos/objeto/1075 (revisado 20-2-09)

STARK, D. 2007. Enciclopedia de la Flora Chilena. Florachilena.cl http://www.florachilena.cl/Niv_tax/Angiospermas/Ordenes/Sapindales/Rutaceae/Pitavia%20punctata/Pitavia%20punctata.htm (revisado 22-9-08).

TORAL I. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. Guadalajara, México. 26 p.