

ENSAYO DE GERMINACIÓN PARA SEMILLAS DE *NOTHOFAGUS ALPINA* (P. ETE.) OERST.

El trabajo se realizó con especies procedentes del Área Productora de Semillas “El Manzano”, Región de La Araucanía y permitió estudiar este tipo de plantas nativas de alto valor económico y ecológico.

Iván Quiroz M.¹

Marta González O.²

Edison García R.³

Hernán Soto G.⁴

Las especies arbóreas nativas han sido históricamente un factor fundamental en el ámbito productivo no sólo de la población rural, sino también de la urbana utilizándose permanentemente con variados fines. Desde los inicios las sociedades las eliminaban para la habilitación de terrenos agrícolas o para establecerse con sus viviendas. Asimismo, eran utilizadas como insumos para la combustión para alimentación y calefacción o como materia prima para la construcción. De igual modo de acuerdo con su condición de desarrollo las especies nativas se han ido sustituyendo por plantaciones comerciales con especies exóticas, y en la última década como servicios ambientales otorgándoles una perspectiva más ecológica.

Estos usos han causado dos efectos notoriamente contrarios, el primero, la conservación y mantención a través del manejo y aprovechamiento racional del recurso nativo, sustentado en el

esfuerzo del Estado de Chile, de gobiernos extranjeros y ONG's nacionales e internacionales que han orientado políticas sectoriales y destinado recursos para la ejecución de programas de conservación y manejo del bosque nativo, desarrollar proyectos de manejo forestal sustentable de productos derivados del bosque, y generar negocios con objetivos de mediano y largo plazo. (Ley de Bosques DL N° 656 de 1925, DS N° 4.363 de 1931, Ley N° 19.300 de 1994, DL 701 de 1974, Ley 19.561 de 1998 que modifica el DL 701, Ley 20.283 de 2008, Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo CONAF/KfW/DED/GTZ, Bosque Modelo, Red PFNM Chile, Centro de Educación y Tecnología, entre otros).

El otro efecto, y a pesar de las iniciativas señaladas, es el problema de conservación ecológica de algunas especies, las que se han visto seriamente afectadas en su población y distribución. Esto último, ha motivado la generación de categorías a nivel nacional e internacional que establecen diferentes niveles de conservación y las consideraciones que se deben tener para tales efectos (Programa para la Conservación de la Flora y Fauna Silvestre Amenazada de Chile, Libro Rojo de la flora terrestre de Chile, Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN).

Con la publicación de la Ley de Bosque Nativo, Ley 20.283, se consolida la política de Estado en Chile de conservar y mantener el recurso forestal nativo incorporando el objetivo productivo-económico, permitiéndose la intervención de los bosques con propuestas de manejo que equilibran el aprovechamiento de sus productos con la recuperación del mismo. Si bien estas propuestas de manejo son un elemento primordial para el recurso ya existente, también lo es el conocer aspectos relacionados con el sistema de producción de plantas nativas, especialmente las que poseen alto valor económico y ecológico, de manera de ir generando material vegetal de calidad que sea apropiado para potenciar el establecimiento óptimo de las especies y de esta forma mejorar, enriquecer y/o recuperar este recurso forestal.

Por este motivo, el Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF), Centro dependiente del Instituto de Investigación Forestal de Chile (INFOR), en el año 2005 colaboró con la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, en conjunto con un comité conformado por Servicios del Agro del Estado, empresas forestales, Universidades y Viveros Forestales, en la elaboración de la norma NCh2957 que tiene como objetivo estandarizar la producción y comercialización del material de propagación de uso forestal, de las 5 principales especies forestales del país, y obtener así material de calidad genética, morfológica y fisiológica para incrementar la productividad de las plantaciones forestales y por ende optimizar el uso del recurso suelo de Chile. Una de estas especies es el Raulí (*Nothofagus alpina*) esencialmente por ser una de las especies nativas con mayor potencial productivo, debido a sus características de crecimiento y a la calidad de su madera; las otras especies son Pino radiata, *Eucalyptus globulus*, *E. nitens*, y Pino oregón.

A continuación se entregan antecedentes del Raulí (*Nothofagus alpina*)

En Chile el Raulí crece desde el río Teno en la Provincia de Curicó (35° latitud S), Región del Maule, hasta el norte de sur la provincia de Llanquihue (41° latitud S), Región de los Lagos, en la Cordillera y Precordillera Andina en suelos derivados de cenizas volcánicas, y en la Cordillera de la Costa en suelos de origen metamórfico que se caracterizan por ser de moderadamente profundos a profundos (0,9-2 m y más). Esta especie es más abundante y continua en la Cordillera de los Andes que en la Cordillera de la Costa, donde crece en forma discontinua (Rodríguez et al., 1983, y Donoso, 1978, cit. por Loewe et al., 1998).

Dada su distribución natural, las condiciones en que se desarrolla el raulí son bastantes variables, encontrándose tanto en los climas templados húmedos con veranos secos, que se dan en la parte septentrional de su distribución natural, con fuertes fluctuaciones de temperatura (altas temperaturas en verano y heladas en invierno), y precipitaciones entre los 1.000 y 1.300 mm; como en los climas templados, con fluctuaciones de temperaturas moderadas y precipitaciones abundante todo el año, entre los 4.000 y 5.000 mm. En algunas zonas la precipitación invernal se da en forma de nieve, con 1 a 5 meses de cobertura nívea (Donoso et al., 1991, cit. por Ramírez, 1993).

El óptimo climático para el desarrollo del raulí, se sitúa en las provincias de Malleco y Cautín, en la Cordillera Andina, donde las precipitaciones son moderadas y el período seco no supera a los 3 meses, no hay heladas fuertes, ni fluctuaciones térmicas bruscas.

El raulí se presenta normalmente en las laderas de ambas cordilleras, en la posición de media ladera, evitando las heladas y la acumulación de agua en el suelo, en pendientes de hasta 30%, de preferencia sobre los 500 msnm, alcanzando su mejor desarrollo entre los 700 y 800 msnm. Bajo los 400 msnm esta especie es atacada por insectos taladradores que se alimentan de la nervadura de la hoja, lo cual hace que su desarrollo sea mínimo (Loewe et al., 1998).

Es un árbol monoico, caducifolio, frondoso, de hasta 40 m de altura y 2 m de diámetro. Tronco recto y cilíndrico, corteza de color gris agrietada en forma longitudinal. Hojas alternas, pecíolos de 3-10 mm de largo, de forma ovado-oblonga a ovado-lanceolada, con glándulas y pelos distribuidos regularmente, márgenes ondulados y suavemente aserrados. Lámina de 4,5-12 x 2,5-5 cm, venación pinada, pilosa y muy notoria, sobre todo en el envés. Ramillas nuevas pubescentes. Flores pequeñas unisexuales; las masculinas en racimos de 2-3 flores, cortamente pediceladas, numerosos estambres; flores femeninas dispuestas de a 3 en inflorescencias sostenidas por un pedúnculo de 10 mm de largo. El fruto está formado por una cúpula de 4 valvas angostas, en su interior posee 3 nueces de color amarillento de 5-6 mm de largo, algo pilosas, siendo las dos inferiores triangulares, trialadas y la interna plana, bialada. Fructifica entre febrero y marzo (Hoffmann, 1994; Stark, 2007).



La madera de raulí es una de las más apreciadas y valiosas obtenidas de latifoliadas del Bosque Nativo, así también ha sido explotada durante largo tiempo. Madera de albura blanquecina-amarillenta y duramen rojizo o gris rojizo, de buena calidad, resistente y elástica, de grano fino, menos durable que la del roble, se utiliza en mueblería y en todo tipo de construcción. Es una especie muy recomendada para plantaciones comerciales o reforestación, y para manejar sus renovales que son muy numerosos. Rebrotta vigorosamente del tocón o cepa, después incendios o cortas. Muy ornamental (Serra, 2006).

El ensayo realizado, tiene como objetivo evaluar parámetros físicos y germinativos de semillas de *Nothofagus alpina* (P. et E.) Oerst., procedentes del Área Productora de Semillas de "El Manzano", Región de la Araucanía.

Los ensayos se llevaron a cabo en dependencias del vivero INFOR Sede Bío-Bío, en Concepción, bajo invernadero cubierto de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc.

Las semillas de Raulí fueron colectadas en febrero de 2008, de la APS *El Manzano* localizada en el sector de la precordillera andina de la Región de la Araucanía, de pendiente moderada, con exposición Sur, próxima a la localidad de Melipeuco, de propiedad de Forestal MAGASA S.A. La APS tiene una edad aproximada de entre 40 a 60 años, y de acuerdo con las intervenciones efectuadas en esta área, el Índice de Calidad aumentó en un 39% en relación al Índice de Calidad del rodal original que fue seleccionado para su transformación como área productora (INFOR-SAG, 2007).

El tratamiento pregerminativo a las semillas consistió en remojo en giberelina (producto comercial Provide contenido giberilina A4 y A7 concentración 2%), en una concentración de 5 cc en 500 cc de agua, por 24 horas. La siembra se realizó el 12 de diciembre de 2008 en bandejas de poliestireno expandido, compuesta por 84 cavidades de 130 cc de volumen cada una, depositando una semilla por cavidad, a profundidad de semilla (0,5 cm aprox.), procurando cubrirla con una delgada capa de sustrato. El sustrato utilizado fue corteza de pino compostada de granulometría G-10.

Desde la fecha de siembra, se aplicó riego para mantener el sustrato húmedo a nivel de la semilla y en forma homogénea en las bandejas, con una frecuencia que oscilaba entre 1 ó 2 riegos al día de una duración que varió entre 2 a 5 minutos por vez. Se complementó además con un programa de control de plagas que consistió en la aplicación semanal, mediante aspersion, de fungicida en una solución compuesta por una mezcla en igual proporción de los productos Benlate y Captan a razón de 0,5 g/l.

Los parámetros físicos evaluados fueron Peso de 100 semillas y Número de semillas por kilogramo, para ello se empleó la metodología establecida por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas, ISTA (1996).

Los parámetros germinativos evaluados fueron la energía germinativa, el vigor germinativo, el periodo de energía y la capacidad de germinación. Para este caso, el control se realizó

diariamente desde la fecha de germinación hasta el día 30 de diciembre de 2008.

Resultados

Respecto a los parámetros físicos de acuerdo con los análisis, las semillas de Raulí presentan un peso medio para 100 semillas de 0,864 gr, en un rango que varía entre 0,775 y 0,996 gr, y un valor de 115.624 semillas por kilogramo, en un rango de 104.703 y 129.032 sem/kg.

Este valor es levemente inferior a lo obtenido por Sandoval y Orellana (1999), quienes obtuvieron 123.000 sem/kg, con un rango de 88.105-165.975 sem/kg con 10 muestras analizadas, pero ligeramente superior al valor indicado por Chileseed (2008) en su sitio web, de 106.000 sem/kg.

En lo referente a los Parámetros Germinativos, el análisis entrega un valor medio de 60,7% (rango 54,8 y 65,5%), para energía germinativa de 80,9% (rango 69,1 y 89,1%), para vigor germinativo de 15,8% (rango de 13,9 y 16,9), y para el periodo de energía un valor de 11,3 días (rango de 10 y 12 días).

Los valores obtenidos para germinación fueron superiores a los señalados por Serra (2006) y ChileSeed (2008), quienes una capacidad germinativa para raulí de 40 y 42%, respectivamente. Rocuant (1984), para semillas procedentes de Ñuble almacenadas en frío seco antes de sembrarlas, obtuvo valores máximos sólo de 21% de germinación, y con remojo en regulador de crecimiento alcanzó valores menores a 16%. Por otro lado, Escobar y Donoso (1996) obtuvieron valores de germinación entre 80 y 90% para semillas de raulí procedentes de Valdivia que fueron almacenadas por varios años, estratificadas por 45 días en frío y sembradas en vivero, con diferencias generadas según la cantidad de años que las semillas estuvieron almacenadas. En cámara de germinación, este porcentaje alcanzó el 85% de capacidad germinativa y una energía germinativa entre el 70 y 88%, similar a lo obtenido en vivero (80,9%).

Respecto al periodo de energía, estos autores obtienen valores de 7 a 22 días, mientras mayor es el tiempo de almacenaje mayor es este valor. El valor medio para el periodo de energía fue de 11 días con semilla sembrada el mismo año de colectada, valor que está en el rango de lo obtenido por Escobar y Donoso (1996).

En la Figura 1 se observa que, las primeras semillas germinaron a los 5 días de iniciado el ensayo, por otra parte, la máxima germinación se alcanzó después de los 16 días de haber realizado la siembra.

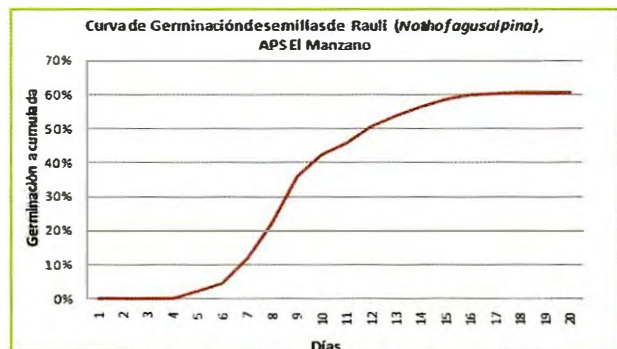


Figura 1. Curva de germinación acumulada de semillas de *Nothofagus alpina* colectada en la APS El Manzano, Región de la Araucanía.



Proceso de germinación de semillas de Raulí (INFOR-CTPF, 2008)

Cabe mencionar que, previo a la siembra se tomaron tres muestras de 500 semillas cada una y se remojaron en agua a temperatura ambiente por 24 horas. Este ensayo se realizó con la finalidad de conocer el porcentaje de semillas potencialmente viables y precisar aún más el número de semillas factibles de germinar. Estos resultados indican que las semillas recolectas presentan un porcentaje de viabilidad de un 42,1%, en un rango que oscila entre el 40,4 y 43,2%.

Diversos autores indican que el porcentaje de viabilidad de las semillas de Raulí es bastante bajo, existiendo escasos antecedentes publicados, sin embargo, en un estudio realizado por Burschel et al. (1976), citado por Loewe et al. (1998), relacionado con la composición y dinámica regenerativa del bosque mixto virgen de Raulí-Coigüe, determina valores para viabilidad de semillas para esta especie que pueden variar entre 2 y 19%, rango en el que se encuentra además el valor medio de 11% señalado por Ramírez (1993).

Conclusiones

El tamaño de la semilla, expresado a través de los parámetros físicos, es variable para una misma especie y depende, según diversos autores, de los factores del hábitat. Donoso (1979), obtiene valores para Roble que varían entre un rango aproximado de 40.000 y 142.000 sem/kg, para semillas que proceden de lugares de latitudes y altitudes diferentes, con los valores más



altos asociados a latitudes más altas (por sobre los 36° de latitud), pero altitudes más bajas (menores a 700 msnm). De acuerdo con Heslop-Harrison (1968), citado por Donoso (1979), una explicación a esta variación se puede deber a la respuesta que presenta la especie provocada por su adaptación a hábitats diferentes.

Del mismo modo, la germinación de Raulí es bastante baja e irregular, y esta respuesta, según los estudios realizados, se podría explicar por diversos factores como calibre de semilla, procedencia, época de cosecha, tratamiento pregerminativo y

temperatura de germinación, entre otros. Si bien la germinación presenta bajos porcentajes en cada uno de los estudios, los antecedentes más relevantes a rescatar están relacionados con valores más altos de germinación se obtienen con temperaturas que varían entre los 18 y 25 °C, alcanzando los mayores porcentajes con las temperaturas cercanas al valor superior (Bourke, 1987, cit. por Loewe et al., 1998; Ramírez, 1993); los niveles de germinación se ven incrementados al efectuar tratamientos pregerminativos a la semilla de remojo en agua (Bourke, 1987, cit. por Loewe et al., 1998), estratificación en frío (Donoso, 1979), o bien en ácido giberélico como lo fue en el caso de este estudio. En cuanto a procedencia, se tienen antecedentes que para Roble se alcanzan valores de germinación cercanos al 50% para semillas provenientes de poblaciones ubicadas al norte del paralelo 38° de latitud sur, y un decrecimiento en esta respuesta con la altitud, es decir, a mayor altitud menor porcentaje de germinación (Donoso, 1979).

De acuerdo con estos antecedentes se puede concluir que, para conseguir plantas de especies nativas de alto valor económico y ecológico, que evidencien la calidad genética, morfológica y fisiológica suficientes para incrementar la productividad de las plantaciones forestales y potenciar el establecimiento de especies para mejorar, enriquecer y/o recuperar el bosque nativo, se requiere proseguir con investigación aplicada, que considere los factores que afectan la propagación del material y permita evaluar el efecto que puedan provocar para el éxito de este objetivo, especialmente con el escenario que se proyecta con la puesta en marcha de la nueva Ley de bosque nativo y los beneficios a obtener no solo de índole ecológico, sino que también económico comenzando desde la producción de plantas en vivero como el establecimiento de plantaciones productivas. ■

Bibliografía

- Chileseed (2008). Listado de semillas año 2008. <http://www.chileseed.com/1024768/peas.htm> (revisado 17-02-09).
- 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):11-14.
- Escobar, B. y 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.
- Hoffmann, A. 1994. Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Tercera edición. Santiago, Chile. 258p.
- Infor-Sag 2007. Estrategia para la producción de semilla mejorada. Disponibilidad actual de semilla mejorada de las especies prioritarias para la diversificación forestal del país. Proyecto INFOR-SAG "Fuentes de Semilla Mejorada para las Especies Prioritarias en la Estrategia de Diversificación Forestal Nacional". Fondo de Mejoramiento del Patrimonio Sanitario. 32 p.
- Ista. 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.*, 24: supplement.
- Loewe, V.; Toral, M.; Freitte, G.; Camelio, M. E.; Mery, M. A.; López, C. y Urquieta, E. 1998. Monografía Raulí (*Nothofagus alpina*). Proyecto INFOR-CONAF "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Nacional". 91 p.
- Ramírez, J. 1993. Efecto de la temperatura en el proceso de germinación de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp et Endl.) Oerst.) y Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. var. *obliqua*). Memoria Ing. Forestal, Depto. Silvicultura, Fac. de Cs. Forestales, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 82p.
- Rocuant, C. 1984. Efecto de giberelina y tiourea en la germinación de semillas: especies del género *Nothofagus*. *BOSQUE* 5(2): 53-58.
- SAandoval, A. y Orellana, P. 1999. Número de Semillas por Kilogramo de Especies Nativas Analizadas en El Centro de Semillas de Árboles Forestales, Centro de Semillas de Árboles Forestales, Fac. de Cs. Forestales, Universidad de Chile. CESAF-Chile N°8 Marzo 1999. <http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n8/6.htm> (revisado 17-02-09).
- Berra, M. T. 2006. Apuntes Botánica Aplicada Forestal Angiospermas (Magnoliophytas). Subclase 2. Hamameliidas. Depto de Silvicultura, Fac. de Cs. Forestales, Universidad de Chile. https://www.u-cursos.cl/forestal/2008/2/CB007/1/material_alumnos/objeto/1975 (revisado 20-02-09).
- Stark, D. 2007. Enciclopedia de la Flora Chilena. http://www.florachilena.cl/Niv_tax/Angiospermas/Ordenes/Sapindales/Rutaceae/Pitavia%20punctata/Pitavia%20punctata.htm (revisado 17-02-09).