

2.  
CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS





## 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEMILLAS

Las especies forestales pueden reproducirse en vivero en forma generativa como vegetativa, esta última utilizada desde hace varios años con resultados exitosos en especies fundamentalmente de origen exótico con la finalidad de mantener las características deseables de los árboles; sin embargo, y producto de los escasos resultados obtenidos, para los géneros nativos la semilla sigue siendo el método de propagación más empleado en vivero. Por tal razón, es de gran importancia disponer desde un comienzo de semillas de buena calidad o con algún grado de mejoramiento, la cual contribuya finalmente a generar árboles con las características esperadas de forma (fenotipo) y, al mismo tiempo, que estas sean heredables a través del tiempo (genotipo). Para obtener un buen material es necesario considerar aspectos tales como procedencias, tipos de zonas semilleras, métodos y época de recolección.

### 2.1 Procedencia

La producción de semillas de un árbol individual depende de los atributos de la planta y de los factores medioambientales. Los primeros corresponden a la edad, el desarrollo y vigor de las copas, lo que se relaciona con su posición en el dosel y con su estado sanitario. Por su parte, los factores medioambientales que afectan esta producción están relacionados con la luz, temperatura, humedad, precipitaciones, vientos, fertilidad natural del suelo y la presencia o no de insectos polinizadores. Donoso (1993) señala que, ambas condicionantes influyen en la calidad de los

mismos individuos como en los años específicos de producción.

Además, dentro de la distribución geográfica de las especies, existen rodales con marcadas adaptaciones a las condiciones del sitio específicas según donde se encuentren dentro de esta distribución. Esta situación se ha explicado como la selección natural que actúa sobre la variabilidad natural de las poblaciones, seleccionando a los genotipos mejor adaptados al medioambiente



*Foto 1: Características de forma deseables de reproducir.*

(Heslop-Harrison, 1964 y Turesson, 1922 y 1925, cit. por Donoso, 1979; AID, 1990; Alía *et al.*, 2005; Donoso *et al.*, 2006).

Respuesta a estas condiciones además se ve reflejada en la semilla, encontrándose cierta tendencia a que estas aumenten su tamaño en la probabilidad de quedar expuestas a sequía después de la germinación (Baker, 1972 cit. por Donoso, 1979). A pesar de ello, la generalidad de los viveros que producen especies nativas utiliza semillas desconociendo su origen y más aún las características de los árboles desde los cuales se recolecta. Limstrom (1965 cit. por Subiri, 1997) confirma que, el origen influye profundamente en la sobrevivencia, crecimiento y calidad de las plantas, como también en la resistencia a las enfermedades, a los insectos, sequías y heladas.

En la actualidad existen algunas instituciones que ofrecen semillas de origen conocido, especialmente de aquellas especies de mayor uso en forestación en Chile, como son las del género *Nothofagus* (Raulí y Roble) (INFOR, Centro de Semillas de CONAF, Centro de Semillas y Árboles Forestales de la Universidad de Chile), y que ya poseen un mejoramiento genético producto de la continuidad de los estudios que se han logrado realizar con éstas especies (Foto 1).

Todos estos antecedentes toman relevancia con la calidad de las plantas que se pretenden producir, no sólo las características de los árboles padres y la variabilidad de la especie en la recolección de las semillas, sino que también el tamaño de las semillas y las condiciones del medioambiente desde el cual provienen.

## 2.2 Tipo de áreas semilleras

En vivero el uso de semillas con grados de mejoramiento se traduce en beneficios como mayores porcentajes de viabilidad y germinación, plantas con mayor homogeneidad en sus características morfológicas y fisiológicas (Alía *et al.*, 2005; Molina *et al.*, 2007).

De acuerdo a la condición actual de abastecimiento de semillas de las especies nativas de nuestro país, es posible identificar tres tipos de fuentes de semillas: árboles semilleros, áreas productoras de semillas, huertos semilleros clonales, este último solo para Raulí.

### 2.2.1 Árboles semilleros

La forma tradicional de recolectar semillas de las especies nativas, consiste en cosechar desde árboles aislados o grupo de árboles con una alta producción de semillas. Esto normalmente ha llevado a obtener un material de mediana a baja calidad debido a que se recolecta frecuentemente de árboles orilleros y de fácil acceso, los que son iguales o inferiores al resto.

Para obtener un material de mejor calidad de árboles semilleros se debe hacer una rigurosa selección, la cual consiste en la búsqueda o prospección de los sectores o rodales donde ellos se encuentran, identificándolos al compararlos con una pauta de selección. Los árboles productores de semillas deben ser los que se encuentren en la plenitud de su desarrollo, pasada la época juvenil y antes de la sobre madurez. Deben ser además, los más desarrollados con un fuste recto y limpio. Sus ramas deben ser delgadas, aproximándose a un ángulo recto y su follaje vigoroso, sin ataques de hongos e insectos (Cabello, 1986; Ipinza *et al.*, 1997).

### 2.2.2 Áreas productoras de semilla

Las áreas productoras de semillas (APS), corresponden a zonas que contiene un grupo de árboles originados naturalmente, que se han identificado como superiores al resto, los cuales se conservan y manejan para la producción de semillas, eliminando los individuos de inferior calidad, con ello se despeja las copas de los árboles seleccionados, estimulando el proceso de fructificación entre aquellos de mejor calidad (Donoso, 1993; Alía *et al.*, 2005; Molina *et al.*, 2007). Por lo general, permanecen finalmente alrededor de 120 árboles por hectárea, dependiendo de

las características del rodal en cuanto a calidad y estabilidad frente al viento.

Las ventajas asociadas a las APS, se relacionan con contar con una fuente de semillas confiable de origen conocido, y que las semillas provenientes de estas áreas poseen cualidades genéticas superiores, en cuanto a la adaptabilidad, características del fuste y de la copa, y resistencia a las plagas (Foto 2) (Alía *et al.*, 2005; Molina *et al.*, 2007).

En especies nativas encontramos esta situación principalmente con las especies Raulí, Roble y Coigüe (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.). En el Cuadro 1 se presenta algunas áreas productoras de semilla para estas especies (Castillo y Moreno, 2000; Alía *et al.*, 2005; Molina *et al.*, 2007).

### 2.2.3 Huertos semilleros

Los huertos semilleros corresponden a unidades productoras de semillas a partir de árboles superiores, que se han seleccionado de poblaciones naturales (Molina *et al.*, 2007). La Norma chilena NCh2957/0-2006, la define como “bosque natural o plantación, intervenido para

dejar los mejores individuos seleccionados de acuerdo a un criterio determinado para que se reproduzcan entre sí con el objetivo de producir semillas con algún grado de mejoramiento genético” (INN, 2006).

### 2.2.4 Huertos semilleros clonales

Los huertos semilleros clonales (HSC) constituyen unidades productoras de semilla con mejoramiento genético. Están constituidos por familias de árboles superiores claramente identificados, los cuales han sido propagados en forma clonal a través de injertos o estacas enraizadas, en un área específica para la producción de semillas (INN, 2006; Molina *et al.*, 2007).

Para el caso de especies nativas, existe un HSC establecido para Raulí y Laurel (*Laurelia sempervirens* Looser), ubicada en la Comuna de San José de la Mariquina, Región de los Ríos, administrada por la Corporación Nacional Forestal. Existe además, una HSC para Raulí en manos de la empresa privada, ubicada en la Comuna de Neltume, Región de los Ríos (Castillo y Moreno, 2000).



Foto 2: Área productora de semillas de Roble (Fundo Arquihue, Región de los Ríos).

### 2.3 Métodos de recolección de semillas

El método de recolección de semillas varía según la especie, tipo, tamaño y cantidad de frutos, además de la forma y altura de los árboles a cosechar. En general, se recomienda recolectar los frutos antes que caigan al suelo (Foto 3), sin embargo, y producto del momento preciso en que se debe realizar esta actividad, y de la dificultad que se puede presentar por las condiciones de los árboles, se emplean básicamente dos métodos de colecta: cosecha del material directamente desde los árboles en pie mediante escalamiento, y cosecha del material una vez que la semilla comienza a caer.



Foto 3: Colecta de semillas directamente desde el árbol.

Cuadro 1. Áreas Productoras de Semilla (Castillo y Moreno, 2000; Molina *et al.*, 2007).

Especie	Predio	Propietario	Ubicación
Coigüe	Pilmaiquén	COFOMAP	Panguipulli, Región de los Ríos
Raulí	El Morro	JCE Ltda.	Mulchén, Región del Bío Bío
	Malalcahuello	CONAF	Curacautín, Región de la Araucanía
	El Manzano	MAGASA	Melipeuco, Región de la Araucanía
	Remeco	Forestal Neltume Carranco S.A.	Panguipulli, Región de los Ríos
Roble	Arquihue	Agrícola y Forestal Taquihue Ltda.	Región de los Ríos
	Puerto Fuy	COFOMAP	Panguipulli, Región de los Ríos
	Pumillahue	CONAF	San José de la Mariquina, Región de los Lagos
	Rupanco	Forestal Cabildo S.A.	Puerto Octay, Región de los Lagos
Lenga	Caiquén Grande	Forestal Mininco	Coihaique, Región de Aisén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo
Canelo	Río Sur	José Soto Santana	Puerto Varas, Región de los Lagos
	Aguas Buenas	Helga Montecinos Araya	Ancud, Región del los Lagos

El proceso de recolección de semillas desde árboles en pie contempla las siguientes etapas:

- Despeje y limpieza del suelo circundante al fuste.
- Colocación de carpas de plástico o arpilleras en el área despejada.
- Escalamiento del fuste por el trepador (Foto 4).
- El trepador corta las ramillas provistas de frutos o las golpea con una varilla, dejándolas caer a la carpa plástica o arpillera.
- Colocación de las ramillas con los frutos en sacos de arpillera de malla ancha para facilitar su respiración.

Para una correcta operación, el escalador debe contar con el equipo apropiado, el cual consta de cinturones de seguridad, espuelas trepadoras y escaleras, aunque estas últimas no siempre se utilizan. Siempre que se usan espuelas se producen daños en el fuste, los que pueden posibilitar el ataque de hongos e insectos. Por esta razón se recomienda el empleo de escaleras tubulares seccionadas (López, 1983).



Foto 4: Colecta de semillas mediante escalamiento.

Para la colecta una vez comenzado la diseminación de las semillas, se recomienda el despeje y limpieza del suelo circundante al fuste y la colocación de carpas de plástico o arpilleras en el área despejada al pie de los árboles de interés (Foto 5).

Frecuentemente, una vez cosechadas las semillas se realiza una identificación de cada lote (especie, ubicación geográfica, altitud, edad estimada del árbol, fecha de recolección, etc.), información de valor en caso que las semillas sean utilizadas en producciones o colectas posteriores.

#### 2.4 Época de colecta de semillas

El rendimiento y viabilidad de las semillas normalmente se ve incrementado con la madurez del fruto (May, 1984). Las semillas están fisiológicamente maduras, es decir, contienen todo el material necesario para germinar, algún tiempo antes de que los frutos estén listos para la cosecha.



Foto 5: Colecta de semillas mediante la instalación de lonas.

En general, no es posible establecer con precisión el momento de recolección de las semillas. Donoso *et al.* (1999) señalan que, los frutos y las semillas deben recolectarse antes de que se dispersen, por lo tanto, es primordial conocer cómo y cuándo esto ocurre. Asimismo, que la caída o diseminación masiva de semilla de buena calidad ocurre en un período de 2 a 3 semanas, por lo que es necesario apoyarse en indicadores de madurez del fruto, tales como tamaño, forma, color, inicio de apertura de la nuez e inicio de su caída.

Sin embargo, la época de colecta puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales y dentro de la procedencia o distribución geográfica de una especie. Normalmente la época de colecta se debe adelantar cuando existe una temporada primaveral de altas temperaturas y de muy bajas precipitaciones. Donoso (1993) y Cabello (1986) señalan que, dentro de los factores que controlan la maduración y caída de semillas se encuentran la latitud y altitud de la procedencia elegida. Bajas

altitudes y latitudes producen la maduración más temprana de los frutos. También puede ocurrir un adelantamiento de la colecta en las exposiciones norte y oeste, con respecto a las exposiciones sur y este.

En algunas especies del bosque nativo, como el caso de los *Nothofagus*, se ha comprobado que poseen ciclos alternados de producción de semillas (Donoso *et al.*, 1991a, 1991b y 1992b). El Roble y Raulí tienen ciclos anuales, con un año de alta producción seguido por otro de baja producción. El Coigüe, por su parte, presenta ciclos bianuales, con dos años de alta producción seguidos por otros dos de baja producción. En esta especie, la iniciación de yemas florales (otoño), hasta la maduración y dispersión de semillas dura aproximadamente un año (Donoso *et al.*, 2006).

No obstante, se recomienda para Raulí y Roble una colecta temprana para evitar el daño por *Perzelia* (Foto 6), que provoca perforaciones en la semilla disminuyendo su viabilidad hasta en un 70% (Arnold, 1996; INFOR-CONAF, 1998b y 1998e). Esto se confirma con lo señalado por FAO (1991) y García (1991), quienes indican que, la recolección temprana puede ser una manera de evitar daños a las semillas por insectos, aves, roedores y otras plagas, cuya reducción mejorará su viabilidad ulterior y su longevidad en condiciones de almacenamiento. En el Cuadro 2 se presenta antecedentes de época de colecta para especies del bosque nativo y métodos de colecta utilizados.

## 2.5 Manejo de frutos y semillas

El manejo de las semillas considera todas aquellas actividades que deben realizarse desde que éstas han sido colectadas hasta que se encuentran aptas para su almacenamiento o siembra en el vivero (Mesén *et al.*, 1996). Involucra las etapas de limpieza previa de impurezas y extracción de la semilla, secado, y almacenamiento (López *et al.*, 1986a y 1986b; FAO, 1991; García, 1991; Mesén *et al.*, 1996; Vásquez, 2001). Habitualmente se



Foto 6: Semillas de Roble atacadas por *Perzelia*.

realizan determinaciones prospectivas como número de semillas/kg, viabilidad, porcentaje de pureza y contenido de humedad, entre otras, previo al almacenamiento (FAO, 1991; García, 1991; Donoso *et al.*, 1999).

### 2.5.1 Limpieza previa de impurezas

La limpieza previa consiste en eliminar todas las impurezas acumuladas durante el proceso de recolección de los frutos, tales como hojas, restos de ramas, trozos de corteza u otros elementos (Foto 7). La actividad se puede realizar en forma manual o mecánica a través de harneros de diferentes diámetros hasta lograr frutos o semillas totalmente libres de impurezas (Turnbull, 1975 cit. por Garrido, 1981; Quiroz *et al.*, 2001). Generalmente, se acompaña esta actividad con un secado previo al aire libre para ocasionar la separación de las partículas.



Cuadro 2. Época de colecta y métodos de recolección de algunas especies del bosque nativo chileno (Donoso y Cabello, 1978; Donoso, 1979; Garrido, 1981; Hoffmann, 1994 y 1995; INFOR-CONAF, 1998a, 1998b, 1998c, 1998d, 1998e; Hechenleitner *et al.*, 2005).

Especie	Época de colecta	Método de recolección
Alerce	Febrero	s/i
Araucaria	Marzo-abril	Extendiendo lonas en el suelo
Arrayán	Enero-febrero	s/i
Avellano	Febrero-abril	Desde el árbol
Boldo	Febrero-marzo	Desde el árbol
Canelo	Febrero-abril	s/i
Ciprés de la cordillera	Enero-febrero	Desde el árbol
Ciprés de las Gúaitecas	Marzo-abril	Desde el árbol
Coigüe	Enero-abril	s/i
Guindo Santo	Marzo	s/i
Huala	Mayo-julio	Extendiendo lonas en el suelo
Hualo	Marzo	Extendiendo lonas en el suelo
Laurel	Marzo	Desde el árbol
Lenga	Enero-febrero	Extendiendo lonas en el suelo
Lingue	Abril	Desde el árbol o colecta del suelo
Lleuque	Enero-marzo	Desde el árbol
Luma	Febrero-marzo	Desde el árbol
Maitén	Febrero-marzo	Extendiendo lonas en el suelo
Maño de hoja larga	Enero-marzo	s/i
Maño de hoja punzante	Diciembre-febrero	s/i
Maqui	Diciembre-enero	Desde el árbol
Notro	Marzo	Desde el árbol
Olivillo	Abril	Extendiendo lonas en el suelo
Patagüa	Marzo	s/i
Peumo	Abril-mayo	Desde el árbol o Extendiendo lonas en el suelo
Queule	Abril-agosto	Desde el árbol o colecta del suelo
Quillay	Marzo-abril	Desde el árbol o Extendiendo lonas en el suelo
Radal	Enero-febrero	Desde el árbol
Raulí	Marzo-abril	Desde el árbol
Roble	Marzo-abril	Desde el árbol
Ruil	Febrero-marzo	Extendiendo lonas en el suelo
Tepa	Marzo	Desde el árbol
Tineo	Febrero-marzo	s/i
Ulmo	Marzo-abril	Desde el árbol

## 2.5.2 Extracción de la semilla

Esta actividad está referida a la separación de la semilla de los frutos sin producirle daño. El método a emplear está dado por las características de éstos (cono, vaina, cápsula, baya, drupa) (FAO, 1991; García, 1991; Mesén *et al.*, 1996). Otro objetivo de esta actividad es evitar la descomposición o pudrición del fruto o de la capa que envuelve a la semilla, y que puede afectar su viabilidad y capacidad germinativa.

En frutos dehiscentes, que son aquellos que se abren liberando fácilmente las semillas cuando maduran (conos, cápsulas, vainas), la extracción se obtiene agitando, sacudiendo o ventilando los frutos (Mesén *et al.*, 1996). Habitualmente se colecta aún estando cerrado el fruto, para evitar pérdidas de semilla por diseminación, en este caso, las semillas se separan de los frutos mediante secado natural o artificial (Cabello, 1986; FAO, 1991; García, 1991). Especies nativas que presentan este tipo de frutos están Espino (*Acacia caven* (Mol.) Mol.), Algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz),



Foto 7: Limpieza de impurezas previo a la extracción de semillas en Roble.

Quillay, Radal (*Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels ex MacBride.), Notro (*Embothrium coccineum* J.R. et G. Forster), Maitén (*Maytenus boaria* Mol.), Bollén (*Kageneckia oblonga* R. et PAV.), Cipreses, Araucaria (*Araucaria araucana* (Molina) K.Koch) y Ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), y especies del género *Nothofagus*.

Para frutos indehiscentes, que no se abren cuando están maduros, generalmente la extracción no ocurre, pero en caso que así sea se utilizan implementos como tijeras de podar, martillos o molinos, entre otros (Mesén *et al.*, 1996). Entre las especies que presentan este tipo de semillas están Avellano (*Gevuina avellana* Mol.), Laurel, Tepa (*Laureliopsis philippiana* Looser) (Foto 8).

En el caso de frutos carnosos (bayas o drupas), habitualmente se emplea el método de maceración, que consiste en dejar remojando los frutos en agua por un período de 24 a 48 h, para posteriormente eliminar la parte carnosa manualmente, estrujando los frutos unos con otros y colocándolos en agua para eliminar restos

de pulpa (Mesén *et al.*, 1996; Vásquez, 2001). En semillas de Boldo (*Peumus boldus* Mol.), cuya pulpa en estado maduro toma una consistencia pegajosa y se adhiere fuertemente a la testa, puede ser eliminada por frotamiento una vez remojadas en agua (Cabello y Donoso, 2006), o bien con arena húmeda, y luego remojadas en agua para limpiarlas completamente. Los frutos de este tipo se clasifican también como indehiscentes, se consideran especies como Pitao (*Pitavia punctata* (R. et P.) Mol.) (Foto 9), Canelo (*Drymis Winteri* J.R. et G. Forster), Luma (*Amomyrtus luma* (Mol) Legr.et Kausel), Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz), Lingue (*Persea lingue* Ness), Peumo (*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser), Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon), Boldo, Belloto (*Beilschmiedia sp.*) y Notro.

### 2.5.3 Limpieza de las semillas post-extracción

Comúnmente, una vez extraída la semilla del fruto, se efectúa una limpieza posterior de manera de conseguir un mayor grado de pureza, y prepararlas para la siembra o bien para su almacenamiento. Esta actividad consiste en



Foto 8: Frutos y semillas de Raulí.



Foto 9: Frutos de Pitao.

eliminar las alas, fragmentos inertes, semillas deshidratadas y vacías (Foto 10). En el caso de las alas, éstas se eliminan preferentemente cuando su tamaño supera al de la semilla propiamente tal, frotándolas manualmente o contra una superficie rugosa (FAO, 1991).

Para la eliminación de fragmentos, semillas deshidratadas y vacías, se emplean los métodos del tamizado (Foto 11) o bien ventilado y aventado. El primero, en virtud del grosor o diámetro de la semilla, y en el que se utilizan tamizados con rejillas de diferentes tamaños (Foto 12), de manera de ir separando gradualmente partículas cada vez más pequeñas (FAO, 1991; García, 1991). El ventilado y aventamiento se basa en la diferencia de peso que presentan las semillas y las partículas que se pretenden eliminar, siendo estas últimas generalmente más livianas.



Foto 10: Limpieza de mesa para eliminación de impurezas en semillas de Ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Serm. et Bizzarri).

#### 2.5.4 Proceso de secado

Este proceso se realiza con la finalidad de acondicionar la semilla para su almacenamiento, especialmente cuando se pretende contar con las cantidades de semillas viables desde su colecta hasta el momento de la siembra (FAO, 1991). Se recomienda un contenido de humedad entre 4 a 8%, pudiendo lograrse en forma natural o artificial (FAO, 1991; García, 1991).

El secado natural consiste en distribuir los frutos en capas sobre rejillas, lonas u otro material, exponiéndolos al calor solar, teniendo la precaución de remover y dar vuelta las semillas frecuentemente para facilitar su secado (FAO, 1991; Mesén *et al.*, 1996). Se recomienda efectuar este método dentro de una estructura protegida, para evitar la sobreexposición de las semillas al sol, calor y a daños provocados por aves, roedores o insectos (FAO, 1991; García, 1991).

El secado artificial considera el uso de cámaras de secado con control de temperatura y circulación



Foto 11: Proceso de limpieza para obtención de semilla pura en Roble.



Foto 12: Tipo de tamizadores para limpieza de semillas (cuadrados (derecha) y redondos (izquierda)).

de aire (Foto 13). Se colocan las semillas en las bandejas de la cámara, y se mantienen a temperaturas que fluctúan entre los 37 y 65 °C (Vásquez, 2001). Al igual que en el secado natural, se debe procurar dar vueltas las semillas con frecuencia para homogenizar el secado.

Se debe tener especial cuidado con las semillas de vida corta, o recalcitrantes, es decir, que son sensibles a la desecación, ya que pierden viabilidad cuando su humedad es reducida. Se recomienda almacenar estas semillas en húmedo por no más de un año (Hartmann y Kester, 1988). Entre las especies que presentan semillas de este tipo están Araucaria, Maitén, Boldo y Olivillo (*Aextoxicom punctatum* R. et Pav.) (CESAF, sf; Cabello y Camelio, 1996).

### 2.5.5 Análisis de laboratorio

Se recomienda realizar análisis de las semillas en laboratorio para determinar su calidad y asegurar la viabilidad y potencial de germinación



Foto 13: Cámara de secado de semillas.

para producciones posteriores. Los análisis más frecuentes son: pureza, número de semillas por kilogramo, viabilidad inicial y capacidad germinativa. Existen una serie de procedimientos indicados por las Normas ISTA (1996), para realizar los análisis. A continuación se señala el procedimiento para la determinación de alguno de ellos:

**Pureza:** De acuerdo con lo establecido por las normas internacionales, dependiendo del tamaño de la semilla, se debe tomar una muestra que fluctúa de 1 a 300 g. Esta muestra se divide en dos submuestras de igual tamaño, las cuales se pesan por separado con aproximación de tres decimales, y se procede con la separación de semillas puras, semillas de otras especies y por último de materia inerte, en cada submuestra (FAO, 1991; García, 1991). Posteriormente se pesan las semillas puras, obteniendo el porcentaje de pureza con la siguiente fórmula:

$$P = (P_{si} / P_{ci}) * 100$$

Como existen dos submuestras, el resultado es el promedio de los dos porcentajes obtenidos.

Donde:

P = Pureza (%)

P<sub>si</sub> = Peso de semilla sin impurezas (g)

P<sub>ci</sub> = Peso de semilla con impurezas (g)

Cuando se realiza la actividad de limpieza, habitualmente este tipo de análisis no es necesario, pero si se recomienda en el caso que no se logre eliminar la totalidad de impurezas.

#### Número de semillas por kilogramo:

Habitualmente, el número de semillas por kilogramo se determina como el peso de 800 semillas puras, para luego convertir a semillas por gramo o kilogramo (Foto 14). Para ello se deben tomar 8 muestras de 100 semillas cada una, las cuales se pesan por separado en gramos, para luego estimar el número de semillas por kilogramo mediante regla de tres (Vásquez, 2001). Este

procedimiento permite incorporar la variación que pudiera existir en la muestra, considerando los parámetros establecidos por norma para su determinación.

Por lo tanto:

$$P_s = (P_{1-8}) / 8$$

Donde:

P<sub>s</sub> = Peso promedio (g)

P 1-8 = Peso acumulado de las muestras 1 a la 8

Luego:

$$N_s = (100 \text{ semillas} * 1.000 \text{ gr}) / P_s$$

Donde:

N<sub>s</sub> = N° de semillas por kilogramo

**Viabilidad:** La viabilidad determina el potencial de germinación de las semillas al momento de la siembra. Si éstas presentan una alta viabilidad,

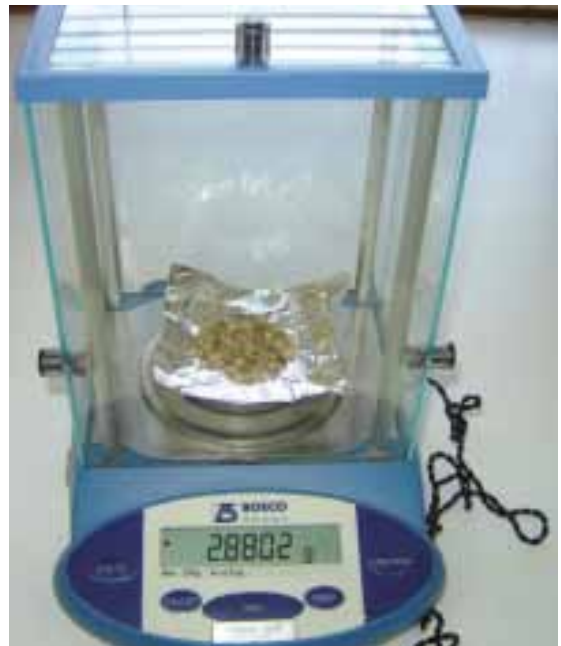


Foto 14: Balanza de precisión, pesaje de semillas de Ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa).

pueden ser almacenadas y ser mantenidas como reserva. Dentro de los test de viabilidad más conocidos se encuentran las pruebas de flotación, de corte y de tetrazolio.

- **Test de flotación:** consiste en someter una muestra de semillas (por lo menos 50 unidades) a remojo en agua fría por 24 horas. Luego de este período las semillas viables se irán al fondo del recipiente, mientras que las vanas flotarán.
- **Test de corte:** consiste en partir con un bisturí cada semilla de una muestra determinada (por

lo menos 50 unidades). En el caso de semillas duras, éstas se podrán abrir o aplastar con algún sistema de presión, cuidando de no destruir el endosperma. Un endosperma de color blanco es un indicador de viabilidad en la semilla.

- **Test de tetrazolio:** consiste en humedecer un grupo de semillas con Cloruro Trifenil Tetrazolium. Este producto, cuando el embrión de la semilla está vivo, se transforma por reducción en Formazan, el cual es de un color rojo indisoluble (Krüssmann, 1981).

Cuadro 3. Número de semillas por kilogramo de algunas especies nativas chilenas (Donoso, 1979; Garrido, 1981; Donoso *et al.*, 1986; López *et al.*, 1986a y 1986b; FAO, 1998; Sandoval y Orellana, 1999; Olivares *et al.*, 2005).

Especie	Nº semillas por kilogramo
Alerce	800.000 - 1.300.000
Araucaria	200 - 300
Avellano	110 - 585
Boldo	9.800 - 15.500
Canelo	230.000 - 300.000
Ciprés de la cordillera	180.000 - 227.000
Coigüe	410.000 - 470.000
Guindo Santo	446.000 - 554.000
Huala	14.000 - 21.000
Hualo	2.000 - 4.900
Laurel	200.000 - 270.000
Lenga	47.000 - 51.000
Lingue	900 - 1.400
Luma	27.000 - 31.000
Maitén	51.000 - 68.000
Mañío de hoja larga	17.000 - 22.000
Mañío de hoja punzante	2.500 - 6.000
Notro	85.000 - 95.000
Olivillo	3.800 - 4.200
Peumo	540 - 950
Queule	166 - 225
Quillay	120.000 - 240.000
Radal	135.000 - 157.000
Raulí	86.000 - 147.000
Roble	41.000 - 143.000
Ruil	76.000 - 144.000
Tepa	410.000 - 600.000
Tineo	8.000.000 - 8.500.000
Ulmo	300.000 - 690.000

**Capacidad Germinativa:** La viabilidad no asegura, necesariamente, la germinación de las semillas, por lo tanto se requiere realizar ensayos de germinación que determinen dicha capacidad. Esta representa el porcentaje de semillas germinadas con respecto al total sembradas (Czabator, 1962; Hartmann y Kester, 1977; Ordoñez, 1987).

Las pruebas de germinación se deben realizar con semilla pura. Estas se mezclan y se separan 400 semillas al azar, dividiéndolas en 4 lotes de 100 semillas cada uno (FAO, 1991; Vásquez, 2001). Diariamente se registra el número de semillas que van germinando hasta que las semillas dejen de germinar.

Para la prueba normalmente se utilizan cámaras especiales, o germinadores Jacobsen o Copenhague, cuidando de mantener condiciones adecuadas de humedad y de temperatura (Foto 15). Se emplean temperaturas alternadas, manteniendo unas 16 horas a 20 °C y 8 horas a 30 °C, y una humedad en general entre 50 y 60% de la capacidad hídrica de la semilla, evitando cubrir la semilla con agua ya que impediría su aireación (Vásquez, 2001).

Como medios para la germinación pueden ser papel secante, papel filtro o absorbente, arena, sal de sílice, tierra vegetal o material inerte como vermiculita o perlita.



Foto 15: Cámara de germinación con temperatura controlada.

### 2.5.6 Almacenamiento de las semillas

Debido a que la producción anual de semillas es muy variable en cantidad y calidad, y que al mismo tiempo, el proceso de colecta puede ocurrir 4 ó 5 meses antes que la fecha de siembra, es necesario someter a la semilla a un periodo de almacenamiento que no disminuya su viabilidad y que asegure los volúmenes necesarios para una producción programada.

Para que esto se efectúe en forma segura y eficiente, deben controlarse factores tales como la humedad de la semilla, temperatura, tiempo de almacenamiento y espacio físico requerido (May, 1984). Estas condiciones deben reducir la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión (Hartmann y Kester, 1988).

Si éstas presentan una alta viabilidad, pueden ser almacenadas y mantenidas como reserva. Si por el contrario, su viabilidad es baja, deben ser destinadas inmediatamente a la producción de plantas (Cabello, 1986). Las semillas de vida

corta pueden aumentar su longevidad si son almacenadas apropiadamente, las semillas de vida media pueden permanecer almacenadas entre 2 a 15 años, y las semillas de vida larga, si su cubierta no recibe daño pueden durar alrededor de 100 años (CESAF, sf).

Para el caso de las especies nativas como el Peumo y Lingue, se recomienda sembrar las semillas inmediatamente luego de colectadas, si se mantienen en cámara de frío, se recomienda sembrar durante los dos primeros años de almacenadas. Semillas de Raulí, Roble y Quillay, pueden ser mantenidas con leves disminuciones, entre tres a quince años.

Se pueden distinguir 4 tipos de almacenamiento (Hartmann y Kester, 1988; Jara, 1997):

- Abierto: sin control de temperatura ni humedad, aplicable en climas secos o con semillas de cubierta dura.
- Cálido con control de humedad: las semillas secas se colocan en bolsas selladas.
- En frío: las semillas se colocan en recipientes sellados y a temperaturas bajas. Se aconseja para la mayoría de las semillas (Foto 16).
- Frío-húmedo: las semillas se colocan en recipientes que mantengan la humedad o bien con algún material que retenga la humedad.

En términos generales, almacenamientos cortos en espera de los tratamientos pregerminativos requerirán de un lugar fresco y oscuro a temperatura baja y constante que evite la pérdida de humedad de las semillas, mientras que almacenamientos largos necesitarán de una reducción de la humedad de un 6 a 8%, para luego ser almacenadas a una temperatura de 2 a 5 °C (Arnold, 1996). Este rango de temperatura además evita el ataque de hongos (*Aspergillus*, *Penicillium* y *Botrytis*) (Mesén et al., 1996).



Foto 16: Cámara de almacenamiento en frío.

Previo al almacenamiento, se aconseja separar las semillas por calibre o tamaño, dada la influencia que ha sido encontrada en el mayor crecimiento y calidad en plantas provenientes de calibres mayores, aunque sin afectar la capacidad germinativa (Albornoz y Fischer, 1981). Además, se logra una germinación y crecimiento más uniforme, pudiéndose además, aminorar el período en que las plántulas son más susceptibles al complejo fungoso *Dumping-off* (Ordoñez, 1987).

Antes de almacenar las semillas se debe proceder a desinfectarlas o fumigarlas. Con esto se obtiene un material sano y de buena calidad que mantendrá sus características por mayor tiempo durante el período de almacenaje. Un producto utilizado habitualmente es Pomarzol Forte 80% WP (dosis 2 g por 1 kg de semilla).

En cuanto a los tipos de envase que contendrán las semillas, se recomienda el uso de envases herméticos (Foto 17). Estos no permiten el intercambio de oxígeno ni entrada de humedad, además si se utilizan envases opacos, se evita la entrada de luz (FAO, 1991; Mesén *et al.*, 1996). Así mismo, se recomienda etiquetar cada envase y agruparlos por semilla, lo que facilitará su manejo no sólo para muestreos anuales, sino que también para su uso en producciones posteriores.



Foto 17: Tipo de cajas utilizadas para almacenamiento de semillas.

### 2.5.7 Estimación de requerimientos de semilla

La cantidad necesaria para una producción proyectada de plantas es posible estimarla de acuerdo a la calidad de la semilla, a los porcentajes de viabilidad y germinación y, a las pérdidas durante la viverización. La cantidad de semillas requeridas para la producción se puede estimar en base a la siguiente fórmula (Arnold, 1996):

$$S = \frac{Np}{(Ns * Pv * Pg * Ps)}$$

Donde:

S = Cantidad de semillas necesaria para cubrir la producción de plantas (Kg)



$N_p$  = Número de plantas a producir  
 $N_s$  = Número de semillas por kg  
 $P_v$  = Porcentaje de viabilidad (valor decimal)  
 $P_g$  = Porcentaje de germinación (valor decimal)  
 $P_s$  = Porcentaje de sobrevivencia en vivero (valor decimal)

El valor de sobrevivencia en vivero se calcula:

$$P_s = (1 - P_p)$$

Donde:

$P_p$  = Porcentaje de pérdida en vivero (valor decimal)

Ejemplo:

Número de plantas a producir ( $N_p$ ): 250.000  
 Número de semillas por kg ( $N_s$ ): 125.000  
 Porcentaje de viabilidad ( $P_v$ ): 55% (0,55)  
 Porcentaje de germinación ( $P_g$ ): 35% (0,35)  
 Porcentaje de pérdida en vivero ( $P_p$ ): 10% (0,1)

$$P_s = (1 - 0,1) = 0,9$$

$$S = \frac{250.000}{(125.000 * 0,55 * 0,35 * 0,9)}$$

$S = 11,54$  Kg, Cantidad de semillas requeridas

## 2.6 Latencia de la semilla

Las semillas sanas de muchas especies forestales normalmente no germinan o lo hacen lentamente, incluso en porcentajes muy bajos después de ser procesadas. Esto se debe a causas provocadas por el medio de propagación, determinándose que no es favorable producto de la disponibilidad de humedad, aireación o temperatura, a esto se le denomina quiescencia. O bien, a las condiciones fisiológicas y morfológicas de la semilla, llamada latencia, dormancia o letargo (López, 1979; Patiño *et al.*, 1983; FAO, 1991; García, 1991; Baskin y Baskin, 1989 cit. por Figueroa y Jaksic, 2004). En general, dicho estado varía dentro de un género

e incluso dentro de una misma especie, según sea su procedencia (Donoso *et al.*, 1999).

Esta condición se señala como una estrategia de sobrevivencia que poseen las especies, especialmente aquellas que crecen en climas estacionalmente severos, permitiéndole sobrevivir como una semilla hasta que se presenten las condiciones naturales, o artificiales, apropiadas para germinar y desarrollarse (FAO, 1991; Figueroa y Armesto, 2001 cit. por Figueroa y Jaksic, 2004).

### 2.6.1 Latencia por la cubierta de las semillas o exógena

Según FAO (1991) y García (1991), entre los tipos de latencia se encuentran la provocada por la cubierta de la semilla (latencia exógena), desarrollo del embrión (latencia endógena morfológica), las condiciones fisiológicas del embrión (latencia endógena fisiológica), y las generadas por la combinación de latencias del tipo endógena morfológica con fisiológica (latencia morfofisiológica), y por exógena con las del tipo endógena.

**Latencia física:** Característica de un gran número de especies de plantas, en las cuales la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas.

**Latencia mecánica:** En ésta categoría las cubiertas de las semillas son demasiado duras para permitir que el embrión se expanda durante la germinación. Probablemente éste factor no es la única causa de la latencia, y en la mayoría de los casos se combina con otros tipos para retardar la germinación.

**Latencia química:** Corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben

la germinación, ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas.

### 2.6.2 Latencia morfológica o endógena

Se presenta en aquellas familias de plantas cuyas semillas, de manera característica en el embrión, no se han desarrollado por completo en la época de maduración. Como regla general, el crecimiento del embrión es favorecido por temperaturas cálidas, pero la respuesta puede ser complicada por la presencia de otros mecanismos de letargo. Dentro de ésta categoría hay dos grupos:

- Embriones rudimentarios: Se presenta en semillas cuyo embrión es apenas algo más que un proembrión embebido en un endosperma, al momento de la maduración del fruto. También en el endosperma existen inhibidores químicos de la germinación, que se vuelven en particular activos con altas temperaturas.
- Embriones no desarrollados: Algunas semillas, en la madurez del fruto tienen embriones poco desarrollados, con forma de torpedos, que pueden alcanzar un tamaño de hasta la mitad de la cavidad de la semilla. El crecimiento posterior del embrión se efectúa antes de la germinación.

### 2.6.3 Latencia Interna

En muchas especies la latencia es controlada internamente en el interior de los tejidos. En el control interno de la germinación están implicados dos fenómenos separados. El primero es el control ejercido por la semipermeabilidad de las cubiertas de las semillas, y el segundo es un letargo presente en el embrión que se supera con exposición a enfriamiento en húmedo.

- Fisiológica: Corresponde a aquella en que la germinación es impedida por un mecanismo fisiológico inhibidor.
- Interno intermedio: Esta latencia es inducida principalmente por las cubiertas de las semillas

y los tejidos de almacenamiento circundante. Este es característico de las coníferas.

- Del embrión: Se caracteriza principalmente porque para llegar a la germinación se requiere un período de enfriamiento en húmedo y por la incapacidad del embrión separado de germinar con normalidad.

### 2.6.4 Latencia combinada morfofisiológica

Consiste en la combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismos fisiológicos inhibidores fuerte.

### 2.6.5 Latencia combinada exógena - endógena

Se denomina así a las diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpio con latencia fisiológica endógena.

Las especies nativas del género *Nothofagus* más importantes en términos productivo-maderero (Roble, Raulí y Coigüe), presentan en mayor o menor grado latencia fisiológica, producto de la presencia de ácido abscísico que actúa como un inhibidor de la germinación (Arnold, 1996). Aunque no está demostrado, se estima que las semillas de Ruil también presentan este tipo de latencia (Olivares *et al.*, 2005). Las semillas de Hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) presentan una latencia endógena (Santelices *et al.*, 1995).

La latencia fisiológica también se observa en semillas de Ulmo y Boldo, y para algunas especies leñosas del matorral como Patagua (*Crinodendron patagua* Mol.), Maqui, Arrayán (*Luma apiculata* (DC.) Burret) (Figueroa y Jaksic, 2004).

En otras especies, la extracción manual del pericarpio ha provocado el estímulo de la germinación, lo que indica que puede existir latencia provocada por un inhibidor presente en este tipo de tejido. Esta respuesta se puede apreciar en Belloto del Sur (*Beilschmiedia berteroaana* (Gay) Kosterm.), Peumo y Lingue (Foto

18) (Cabello, 1990, cit. por Figueroa y Jaksic, 2004). En el Cuadro 4 se muestra un listado de especies nativas y tipo de latencia que presentan.

### 2.7 Germinación de las semillas

En términos prácticos, la germinación se define como el nacimiento y desarrollo de las estructuras primarias derivadas del embrión, indicativas de la capacidad para producir una planta normal en condiciones favorables (López, 1983). En este proceso comienza la absorción de agua, se reactiva el metabolismo y se inicia el crecimiento (Bidwell, 1983, cit. por Stevens, 1996).

Fundamentalmente, se reconocen tres etapas: la absorción o imbibición de agua por parte de la semilla; aumento de la tasa de respiración y asimilación, iniciándose el consumo de alimentos de reserva y la producción de enzimas y otros compuestos reguladores necesarios para la síntesis; y por último, la división celular y elongación de las

estructuras de la radícula y la plúmula (Hartmann y Kester, 1992, cit. por Stevens, 1996; Copeland y McDonald, 1985, y Bewley y Black, 1985, cit. por Orellana, 1996).

Existen dos tipos de germinación, de acuerdo con la posición y función de los cotiledones en el desarrollo de la plántula: germinación epigea e hipógea.

- germinación epigea: se desarrolla la radícula y los cotiledones emergen sobre el suelo producto de la elongación del hipocótilo. Por un período más o menos prolongado, los cotiledones cumplen una función fotosintética, para luego marchitarse y caer. Este tipo de germinación se observa en especies como Guindo santo (*Eucryphia glutinosa* (P. et E.) Baillon), Pitao (Foto 19), Roble, Laurel, Ruil, Coigüe y Maqui.



Foto 18: Semillas de Lingue con y sin pericarpio (izquierda) y semillas de Olivillo (derecha).

Cuadro 4. Especies nativas y tipo de latencia (Santelices *et al.*, 1995; Arnold, 1996; Cabello y Camelio, 1996; Figueroa y Jaksic, 2004; Olivares *et al.*, 2005).

Especie	Tipo de latencia
Arrayán, Palo colorado	Fisiológica
Belloto del Sur	Exógena (No definida)
Boldo	Exógena – Fisiológica (No definida)
Canelo	Morfofisiológica
Ciprés de la cordillera	Fisiológica
Coigüe	Fisiológica
Espino	Física
Hualo	Morfológica
Lingue	Exógena (No definida)
Litre	Física-fisiológica
Maitén	Exógena-fisiológica
Maqui	Fisiológica
Palma chilena	Fisiológica
Patagüa	Fisiológica
Peumo	Exógena (No definida)
Queule	Física
Raulí	Fisiológica
Roble	Fisiológica
Tevo	Física-fisiológica
Ulmo	Fisiológica

- germinación hipógea: los cotiledones permanecen bajo el suelo o muy poco por encima de él, y el epicotilo es el que se elonga y eleva los primordios foliares por sobre el suelo. Los cotiledones en este caso, cumplen la función de disponer por un período mayor de tiempo, de las reservas alimenticias para el desarrollo de la plántula. Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm.), Lingue y Boldo presentan este tipo de germinación.

## 2.8 Tratamientos pregerminativos

Los tratamientos pregerminativos son todos aquellos tratamientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (Donoso, 1993; Arnold, 1996). Los métodos pregerminativos más comunes para las especies nativas en estudio son los siguientes:

### 2.8.1 Lixiviación o remojo en agua

Las semillas son remojadas en agua corriente con



Foto 19: Germinación epígea en Pitao.

la finalidad de remover los inhibidores químicos presentes en la cubierta. Este tratamiento también es empleado con el objetivo de ablandar la testa. El tiempo de remojo puede ser de 12, 24, 48 y hasta 72 h, y en algunos casos, cambiándoles el agua con cierta frecuencia (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; FAO, 1991).

Habitualmente el remojo se efectúa en agua a temperatura ambiente, pero también se han obtenido buenos resultados con agua caliente. En este último caso, las semillas se colocan en agua hirviendo, retirando inmediatamente el recipiente de la fuente de calor y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente (tiempo de enfriamiento estimado de 12 h aproximadamente) (FAO, 1991).

En Notro y Molle (*Schinus molle* L.) se recomienda un remojo en agua fría (temperatura ambiente), por 72 h, pudiendo alcanzar ambos una germinación entre 50 y 60%. Para Tamarugo (*Prosopis tamarugo* F. Phil.), se aconseja inmersión en agua hirviendo, alcanzando con ello una germinación entre 80 y 98% (López *et al.*, 1986a y 1986b).

### 2.8.2 Estratificación

Este tratamiento se utiliza para romper la latencia fisiológica, y consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad, comúnmente arena o bien turba o vermiculita, en frío o calor (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; Hartmann y Kester, 1975, cit. por Donoso, 1993).

La estratificación fría (Foto 20) es cuando se mantienen las semillas a temperaturas bajas (4 a 10 °C), asemejando a las condiciones de invierno, por un período que oscila entre 20 y 60 días, llegando inclusive hasta 120 días (Cáceres, 1984, cit. por Ordoñez 1987; FAO, 1991, García, 1991).

En especies del género *Nothofagus* se han obtenido buenos resultados con este tipo de tratamiento. Para Roble y Raulí, se han efectuado estratificación en arena húmeda con temperaturas de 3 a 5 °C,



Foto 20: Estratificación en frío de semilla de Boldo.

durante períodos que fluctúan entre 30, 60 y 90 días, alcanzando promedios de germinación de 48, 64 y 96%, respectivamente (Donoso, 1979; Garrido, 1981). Para Coigüe, se utiliza el mismo medio y temperaturas, pero entre 45 a 90 días, obteniendo sólo un 24% (Garrido, 1981). Para Hualo, se recomienda un estratificación no inferior a 4 semanas, alcanzando una germinación desde un 56 a un 98% (Santelices *et al.*, 1995; Santelices *et al.*, 2006), situación similar ocurre con Huala, pudiendo obtener valores de germinación de 84% (Donoso, 2006).

En el caso de la estratificación cálida, esta procede en la necesidad de las semillas de altas temperaturas para poder germinar. En este caso la temperatura empleada oscila entre los 22 y 30 °C, con un período de estratificación entre los 30 y 60 días (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; Figueroa y Jaksic, 2004). Este tipo de estratificación ha sido aplicado con buenos resultados en Palma chilena (*Jubaea chilensis* (Mol.) Baillon) y varias especies del género *Alstroemeria* (Infante, 1989 y Thompson *et al.*, 1979, cit. por Figueroa y Jaksic, 2004).

### 2.8.3 Escarificación

Este tratamiento se utiliza para eliminar la latencia provocada por la testa o dureza de la cubierta de las semillas, y consiste en el adelgazamiento o abertura de la cubierta externa mediante abrasión para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni endosperma en su interior (Patiño *et al.*, 1983; Hartmann y Kester, 1988; FAO, 1991; García, 1991). Si se emplea un método físico se denomina escarificación mecánica y en caso de utilizar algún compuesto o sustancia química, escarificación química (FAO, 1991; García, 1991).

La escarificación física consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas o limas, o bien quebrarlas con algún elemento pesado o herramienta como martillo. En el caso de tratar grandes cantidades de semillas, se puede utilizar una hormigonera con grava o arena en su interior, o bien en un tambor forrado en su interior con material abrasivo (ej.: lija, cemento) o dotados de discos abrasivos giratorios (Kemp, 1975, y Goor y Barney, 1976, cit. por FAO 1991; García, 1991).

Se han obtenido resultados óptimos con este tratamiento en semillas de Maitén, a las que se les ha eliminado el arilo mediante frotación con arena, 81% de germinación (Cabello y Camelio, 1996). En Queule, fisurando la testa con cincel y martillo, se logra una germinación de un 42% (Figueroa y Jaksic, 2004).

La escarificación química, consiste en remojar las semillas por períodos breves, por 15 minutos a 2 horas, en compuestos químicos. Se utiliza comúnmente ácido sulfúrico en alta concentración (Foto 21) (FAO, 1991; García, 1991). Luego de la aplicación de estos compuestos, se debe efectuar un lavado de las semillas con agua por un período mínimo de 5 minutos (García, 1991). La aplicación de este tratamiento es poco común en semillas de especies nativas, no obstante, en Espino se logra una germinación del 96%.



Foto 21: Remojo de semillas de Boldo en ácido sulfúrico.

### 2.8.4 Remojo en hormonas o estimuladores de crecimiento

Consiste en sumergir las semillas en una disolución de giberelinas en agua destilada por un tiempo de

hasta 48 h (Ocaña, 1995), y se utiliza para romper la latencia interna (FAO, 1991). Los compuestos mayormente empleados son ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), citoquininas, nitrato de potasio, tiourea y etileno, entre otros, y las concentraciones y tiempos de remojo varían según la especie que se trate (CESAF, sf).

En Laurel se han obtenido germinaciones entre 77 y 95%, con una concentración de 150 ppm de ácido giberélico y un tiempo de remojo de 24 h. En Tineo (*Weinmannia trichosperma* Cav.), con una concentración de 250 ppm y 3 h de remojo, un 33% de germinación.

En Hualo se han obtenido germinaciones entre el 74 y 85%, con remojos entre 100 y 25 ppm (Olivares et al., 2005).

En el siguiente cuadro se presenta un listado con los tratamientos recomendados para varias especies del bosque nativo chileno y porcentajes de germinación obtenidos tratamientos.

Cuadro 5. Tratamientos pregerminativos y germinación para especies nativas chilenas (Moreno y Ramírez de Arellano, 1976; Donoso, 1979; Garrido, 1981; López, 1983; Donoso y Escobar, 1986a y 1986b; Donoso et al., 1992a, Santelices et al., 1995; Cabello y Camelio, 1996; Figueroa, et al., 1996; Stevens, 1996; Orellana, 1996; Subiri, 1997; FAO, 1998; Le Quesne y Medina, 1998; Figueroa, 2000; Fuentes, 2001; Saldías, 2004; Figueroa y Jaksic, 2004; Olivares et al., 2005; Hernández, 2007).

Especie	Tratamiento pregerminativo	Germinación
Alerce	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 21 días	30%
Araucaria	Estratificación en tierra vegetal a 4 °C, durante 120 días	90%
Arrayán	No requiere	72 – 94%
Palo colorado	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 40 días	62 – 86%
Avellano	No requiere	60 – 90%
Canelo	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 90 días por lo menos	76%
Ciprés de la cordillera	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 45 días	70%
Ciprés de las gúaitecas	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 a 45 días	54 – 81%
Coigüe	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 60 – 90 días	24 – 45%
	Remojo en ácido giberélico en 250 ppm por 10 h, y secado a temperatura ambiente por 3 días	69%

Especie	Tratamiento pregerminativo	Germinación
Coigüe de Magallanes	Estratificación en arena húmeda a 2 °C, por 35 días	62%
Espino	Remojo en ácido sulfúrico concentrado	96%
Huala	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 a 45 días	61 – 83%
Hualo	Estratificación en arena húmeda a 5 °C, por 85 días	85%
	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 días	56%
Laurel	No requiere	86%
	Remojo en ácido giberélico en concentración de 150 ppm, por 24 h	88 – 95%
Lenga	No requiere	80%
	Estratificación en arena húmeda a 2 °C, por 45 días	94%
Lingue	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 60 días	95%
	Escarificación mediante frotación para eliminar exocarpo y almacenaje en sphagnum por 30 días	86 – 88%
Luma	No requiere	83%
Maitén	Escarificación mediante frotación con arena y Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 45 a 90 días	80 – 90%
Notro	No requiere	60%
	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 40 a 90 días	57 – 99%
Ñirre	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 días	45%
	Estratificación en arena húmeda a 2 °C, por 45 días	61%
Olivillo	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 40 a 90 días	60 – 65%
Peumo	No requiere	95%
Pitao	No requiere	50 – 94%
Queule	Remojo en ácido giberélico en concentración de 10 g/l, por 48 a 72 h	17%
	Fisura con cincel y martillo	42%
Quillay	No requiere	90%
Radal	No requiere	60%
	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 45 días	40 – 67%
Raúl	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 60 días	96%
Roble	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 60 días	56 – 86%
	Remojo en ácido giberélico (GA3) en 50 a 200 mg/l, por 24 h	72 – 89%
Ruil	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 días	51%
	Remojo en ácido giberélico en concentración de 25 a 200 ppm	66 – 85%
Tepa	No requiere	90%
Tepu	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 40 días	46%
Tineo	No requiere	70 – 90%
	Remojo en ácido giberélico en concentración de 250 ppm, por 3 h	26 – 33%
Ulmo	Almacenamiento en cámara de frío por 6 meses	92%
	Estratificación en arena húmeda a 4 °C, por 30 a 40 días	80 – 93%

**Cuadro 6.** Respuesta de tratamientos pregerminativos y germinación de algunas especies nativas forestales resultantes de estudio realizados por el Centro Tecnológico de la Planta Forestal de INFOR (2009).

Especie	Zona y fecha de colecta	Tratamiento pregerminativo	Germinación (%)	Energía germinativa (%)	Vigor germinativo	Período de energía (días)
Raulí	APS El Manzano Región de la Araucanía 2008	Remojo 24 horas en giberelina (2%), 5 cc en 500 cc de agua	60,7	48,8	15,8	12
Roble	APS Arquihue Región de los Ríos 2008	Remojo 24 horas en giberelina (2%), 5 cc en 500 cc de agua	62,5	53,6	18,9	12
Hualo	Reserva Nacional Los Queules Región del Maule 2008	Remojo 48 horas en giberelina (2%), 5 cc en 500 cc de agua	59,6	48,8	3,6	23
Huala	Laguna La Plata Región del Bío Bío 2009	Remojo 48 horas en giberelina (2%), 5 cc en 500 cc de agua	68,8	60,0	9,3	18
Quillay	Rapilermo Región del Maule 2009	Remojo en agua por 24 horas	95,2	85,4	6,9	31



Foto 22: Germinación de Hualo, tratamiento remojo en giberelina al 2%.



Foto 23: Germinación de Quillay, tratamiento remojo en agua fría por 24 horas.