



BASES PARA UN REGLAMENTO DE SEMILLAS Y PLANTAS DE ESPECIES FORESTALES UTILIZADAS EN CHILE



Proyecto 028/2010
"Fundamentos para una Normativa sobre Origen de Semillas y
Calidad de Plantas Forestales Nativas"

Financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo



BASES PARA UN REGLAMENTO DE SEMILLAS Y PLANTAS DE ESPECIES FORESTALES UTILIZADAS EN CHILE

IVÁN QUIROZ M. ¹
BRAULIO GUTIÉRREZ C.
EDISON GARCÍA R.

INSTITUTO FORESTAL 2012

¹ Instituto Forestal Sede Bio Bio. Camino a Coronel km 7,5 San Pedro de la Paz. ivan.quiroz@infor.cl



INFOR
Instituto Forestal

INSTITUTO FORESTAL - 2012

Sucre 2397 Ñuñoa, Santiago

CHILE

Fono: 56 2 3667115

Casilla 3085 Santiago

www.infor.cl

Diseño Gráfico : Juan Carlos Barría M.

Foto Portada : Santiago Barros A.

Registro propiedad : 217.184

ISBN : 978-956-318-061-9

Fecha : Mayo 2012

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1 SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN LOS VIVEROS DEL PAÍS	11
CAPÍTULO 2 LAS FUENTES SEMILLERAS EN EL MARCO DE UNA NORMATIVA PARA CERTIFICAR CALIDAD DE SEMILLAS Y PLANTAS FORESTALES	27
CAPÍTULO 3 TRANSFERENCIA DE SEMILLAS Y DEFINICIÓN DE REGIONES DE PROCEDENCIA	41
CAPÍTULO 4 CALIDAD DE LA PLANTA FORESTAL	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1.1. Clasificación de viveros según volumen de producción anual y región de ubicación.	17
Cuadro 1.2. Producción de plantas exóticas por tamaño de vivero y principales especies temporada 2010-2011.	17
Cuadro 1.3. Producción de plantas nativas por tamaño de vivero y principales especies temporada 2010-2011.	18
Cuadro 1.4. Producción de plantas de las principales especies exóticas según tamaño de los contenedores de mayor uso, temporada 2010-2011.	19
Cuadro 1.5. Consumo anual de semillas por tamaño de vivero y especies.	21
Cuadro 1.6. Destino de la producción de plantas de especies exóticas por tamaño de vivero.	24
Cuadro 1.7. Destino de la producción de plantas de especies nativas por tamaño de vivero.	24
Cuadro 2.1. Origen de semilla, según tamaño de vivero.	34
Cuadro 2.2. Sistemas de clasificación de fuentes semilleras.	35
Cuadro 2.3. Fuentes semilleras clasificadas en función de las características del material de reproducción.	38
Cuadro 2.4. Características de los materiales base sugeridos para una normativa de calidad de semillas y plantas.	40
Cuadro 3.1. Métodos aplicados en la delimitación de regiones de procedencia en distintos países europeos.	48
Cuadro 3.2. Principales criterios utilizados para definir zonas de procedencia en países europeos	50
Cuadro 4.1. Atributos funcionales y pruebas empleadas en el control de la calidad de plantas forestales.	59
Cuadro 4.2. Atributos morfológicos de las plantas de raulí.	61
Cuadro 4.3. Atributos fisiológicos de las plantas forestales establecidos por la Norma Chilena 2957.	63
Cuadro 4.4. Clases de potencial de crecimiento radicular.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1.1. Sistema de producción en vivero especies exóticas temporada 2010-2011.	18
Figura 1.2. Aplicación de fertilizantes según tamaño de vivero.	19
Figura 1.3. Material de propagación empleado en la producción de plantas, temporada 2010-2011.	20
Figura 1.4. Detalle de la distribución de proveedores que abastecen de semillas a los viveros forestales.	21
Figura 1.5. Distribución porcentual de los proveedores de semillas según tamaño de vivero.	22
Figura 1.6. Distribución porcentual de las fuentes de semilla según tamaño de viveros.	23
Figura 1.7. Distribución porcentual de las fuentes de semilla según tamaño de viveros.	23
Figura 2.1. Esquema general de un sistema de certificación de calidad de semillas y plantas.	33



INTRODUCCIÓN

La calidad de las plantas y la capacidad de las mismas para desarrollarse bajo las condiciones ambientales del sitio de plantación, son aspectos fundamentales que determinan el éxito de una forestación. En efecto, existe amplio consenso sobre el relevante papel que juega el origen y calidad de las semillas, así como la calidad de las plantas, en la adaptación y rendimiento de las plantaciones. Aún así, y particularmente en el caso de las especies nativas, muchas de estas actividades se efectúan con plantas generadas a partir de semillas de procedencias inadecuadas, o de los individuos menos apropiados de una procedencia local, así como con plantas con parámetros de calidad muy inferiores al óptimo. Esta situación ha contribuido a enmascarar el potencial productivo de las especies del bosque nativo.

En tal escenario, parece prudente implementar medidas tendientes a revertir esa situación y promover en forma efectiva el uso de material de propagación y plantas de calidad apropiadas a los fines de plantación. Una de tales medidas es la formulación de normativas que regulen aspectos determinantes de la calidad de las plantas, particularmente el origen de sus semillas y los estándares de calidad de las plantas producidas en vivero.

En lo concerniente a semillas, la normativa vigente en Chile se basa en los contenidos del DL N°1.764 del año 1977, conocido como Ley General de Semillas, el cual fija las Normas para la Investigación, Producción y Comercio de Semillas. Este cuerpo legal establece en su Artículo 1°, que: *“La investigación, producción y comercio de semillas, se regirán por las disposiciones contenidas en el presente decreto ley. Un reglamento especial determinará las disposiciones de este decreto ley que se aplicarán a las semillas frutales y forestales.”* Sin embargo, hasta la fecha, la inexistencia del reglamento forestal a que se hace mención en el primer artículo de la Ley, condiciona que ésta no sea aplicable a las semillas forestales.

En lo referente a calidad de plantas, el país cuenta con algunos elementos normativos preliminares, de suscripción voluntaria, como el estándar de calidad de plantas para raulí y para las principales especies exóticas (Norma Chilena 2957/2006). Desde la perspectiva sanitaria se cuenta con una normativa oficial del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), relativa a la “Fiscalización de Viveros y Depósitos de Plantas”, orientada a disminuir el riesgo de diseminación de plagas, pero que no conduce a una certificación de semilla y planta en términos de calidad y origen.

En síntesis, se puede establecer que las normativas nacionales, respecto a origen de semillas y calidad de plantas forestales, en la práctica no existen, están incompletas o son inaplicables.

Consecuentemente, en el presente documento se sintetizan algunos fundamentos considerados esenciales, tanto para justificar la formulación de una normativa, como para orientar y facilitar su desarrollo. En el primer capítulo se presentan los resultados de un estudio prospectivo, que da cuenta de la línea base o situación actual del proceso de abastecimiento de semillas y producción de plantas en los viveros forestales del país. Entre sus resultados se destacan una escasa utilización de semilla mejorada, preponderancia de proveedores informales de semillas, concentración de producción de plantas nativas en viveros de menor nivel tecnológico y otros que en su conjunto demuestran la necesidad de mejorar el proceso de producción de plantas de especies forestales nativas, y que a la vez justifican la idea de contar con una reglamentación que regule tales aspectos y permita aprovechar en mejor forma la potencialidad productiva de las especies nativas.

Respecto a la calidad de las semillas, se reconoce que ésta depende de dos tipos de factores: por una parte atributos tradicionales como germinación, pureza, calibre y otros, que son relativamente fáciles de verificar, comprobar o percibir; y por otra, aún más relevante, aspectos relacionados con su origen. Este último concepto involucra tanto al tipo de fuente semillera, el cual se relaciona con la productividad y ganancias genéticas asociadas al material de reproducción, como con la procedencia, que es determinante de la adaptabilidad y orienta respecto al área de utilización de las semillas.

Los aspectos relacionados con el origen de las semillas, precisamente por su dificultad de verificación, son los que en mayor medida requieren ser respaldados por un sistema oficial de certificación, es decir que estén regulados por una norma y un mecanismo de verificación del cumplimiento de la misma. Por consiguiente,

en el segundo capítulo de este documento se compendian fundamentos para normar las fuentes semilleras, para diferenciarlas y clasificarlas jerárquica e inequívocamente en función de su mérito, proponiendo una estructura de clasificación apropiada para apoyar el desarrollo de una reglamentación o normativa. Complementariamente, en el tercer capítulo se presentan algunos fundamentos relacionados con el origen geográfico o regiones de procedencias de las semillas, se discute su utilidad, relaciones con criterios de ordenamiento genético territorial y, fundamentalmente, su valor como herramienta para regular la transferencia y el comercio de semillas forestales de especies nativas. Tales antecedentes se complementan con consideraciones y lineamientos metodológicos para la construcción de un mapa de regiones de procedencia de aplicación práctica, orientado a facilitar la implementación de una normativa que regule el comercio de materiales de reproducción de especies forestales nativas en el país.

Por último, con la finalidad de establecer una norma verificable, que permita certificar objetivamente la calidad de las plantas nativas destinadas a forestación, en el cuarto capítulo de este documento se resumen los aspectos relevantes que deben considerarse para establecer estándares de calidad de plantas. En esta sección se presta especial atención a definir criterios y variables que permitan una efectiva discriminación de la calidad y potencial desempeño esperado de las plantas, y que al mismo tiempo sean de aplicación práctica, fácil verificación y compatibles con las condiciones de trabajo de los viveros nacionales.

En el transcurso del documento se hace mención reiteradamente a los conceptos de material base y material de reproducción forestal, los cuales son de amplio uso en la bibliografía y documentos relacionados con el tema de normativa y certificación de calidad de semillas y plantas. Para efectos de simplificar la interpretación de los mismos, estos se entenderán de la siguiente forma:

El material base corresponde a poblaciones, plantaciones y clones de los que se obtiene el material forestal de reproducción. Frecuentemente se le refiere también como fuentes semilleras, aunque en su contexto amplio el material base involucra también a las fuentes de propágulos para generar plantas por medios vegetativos. En cualquier caso, el uso indistinto de ambas expresiones es coincidente con la definición legal de semilla, la que considera como tal a los propágulos vegetativos. Ejemplos de materiales base son los rodales semilleros, áreas productoras de semillas, huertos semilleros, progenitores de familias (árboles seleccionados que se utilizan para obtener progenies por cruces controlados), clones y mezclas de clones (individuos destinados a proporcionar propágulos vegetativos para aquellas especies que se puedan propagar asexualmente).

El material forestal de reproducción corresponde a las semillas y plantas generadas u obtenidas a partir del material base y que se utilizan para multiplicar a las especies forestales y a sus híbridos artificiales. De acuerdo al material de base del que proceden, los materiales de reproducción presentan características diferentes. El mérito de una normativa de certificación de calidad es precisamente otorgar garantías respecto de esas características y es la materia que se aborda en este documento.

Capítulo 1

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS EN LOS VIVEROS DEL PAÍS





ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	15
MATERIAL Y MÉTODO	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Producción de Plantas	
Sistema de Producción	
Tipo y Origen del Material de Propagación	
Destino de las Plantas Forestales	
CONCLUSIONES	24



INTRODUCCIÓN

En el último decenio se han plantado en promedio anual 110.755 ha. Las principales especies plantadas corresponden a pino radiata y eucalipto (40,6%), con tasas de plantación promedio que bordean las 56 y 45 mil hectáreas, respectivamente (INFOR, 2011). Del total de superficie plantada, el 18,7% se realizó por pequeños propietarios, a una tasa de plantación promedio de 20.800 ha, aunque en los últimos años la tendencia es a la baja, llegando a una superficie de 7.000 ha anuales (INFOR, 2012a).

Las plantaciones con especies forestales nativas alcanzan en este mismo período una superficie de 5.837 ha, un 0,5% de total forestado, monto que puede verse incrementado si se considera que existe un total de 42.148 ha de plantaciones que no cuentan con registros en cuanto a origen o tipo de especies (CONAF, 2012). Entre las principales especies se encuentran araucaria, coigüe, algarrobo chileno y quillay, con el 72% de la superficie. En menor medida se forestó con raulí, algarrobo blanco, tamarugo, ciprés de las Guaitecas, pimienta y roble, 22% en su conjunto (Figura 1.1).

Considerando la tasa de plantación de los pequeños propietarios y pensando en densidades medias de plantación de 1.600 plantas por hectárea, el consumo de plantas del programa es del orden de 35 millones de unidades, mientras que las grandes y medianas empresas necesitarían una producción anual para sus forestaciones del orden de las 130 millones de plantas, esto da un total de 165 millones de plantas anuales, a pesar de ello la producción anual ha superado estos requerimientos, por lo que se estima que gran parte de la producción de pequeños y medianos viveros puede no estar siendo absorbida por estos programas de forestación, existiendo pérdidas económicas importantes en este segmento productivo.

De acuerdo a la estadística de los últimos 20 años, la producción media ha sido de alrededor de 270 millones de plantas en 310 viveros y las necesidades reales de plantas son del orden de 165 millones. Esta producción se ha centrado entre las regiones de O'Higgins y la Araucanía, concentrando al 72,4 % de los viveros y el 82,2 % de la producción (184 millones de plantas), en particular la región del Biobío ha producido los últimos tres años más de 110 millones de plantas (www.ctpf.cl).

La producción de plantas nativas es variable, se estima una producción anual entre 2 a 3 millones de plantas, las que se producen principalmente en viveros pequeños y medianos. Respecto del origen de las semillas tanto nativas como exóticas, la colecta efectuada por los mismos productores de plantas y la venta informal son las fuentes primarias del material genético (EMG, 2005). En cuanto a especies exóticas, su producción anual sobrepasa los 200 millones de plantas anuales, de las cuales un 35% que son utilizadas por medianos forestadores y Programas de Forestación Campesina, sin embargo al igual que con las especies nativas, existe una deficiencia vinculada con el origen del material genético para dicha producción, a consecuencia también de la adquisición de semillas en un mercado informal que no da garantías de la calidad del material que se está usando (EMG, 2005). En tal sentido, se hace necesario disponer de instrumentos que permitan transparentar el mercado y para ello es necesario cumplir con lo establecido en la Ley de Semillas del año 1977 (DL N° 1.764) y generar un reglamento especial para semillas forestales.

Aún cuando se reconoce el importante valor y potencial productivo de las especies del bosque nativo, sus tasas de plantación y de enriquecimiento continúan siendo marginales. Entre los factores que explican esta situación, se puede mencionar el problema que se produce precisamente al inicio de la cadena productiva, debido a la ausencia de oferta de semillas y plantas de calidad y en cantidad suficiente que garantice el traspaso del potencial productivo de la especie a las futuras plantaciones.

Para caracterizar y actualizar la situación descrita, el proyecto “*Fundamentos para una normativa sobre origen de semillas y calidad de plantas*”, financiado por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo, desarrolló el estudio “*Situación Actual del Sistema de Abastecimiento de Semillas y Producción de Plantas Nativas en los Principales Viveros del País*”, con el objetivo de determinar el origen y calidad de las plantas forestales que se están produciendo en el país y que están siendo utilizadas en las plantaciones forestales. Para tal efecto, se consideró la formulación y ejecución de una encuesta dirigida a un segmento mayoritario de los viveristas de las regiones del Maule a la de los Ríos, para levantar y procesar información de primera fuente en esta materia. Los resultados y principales conclusiones de dicho estudio se presentan a continuación.

MATERIAL Y MÉTODO

Para capturar la información requerida para definir la situación actual o línea base del sistema de abastecimiento de semillas y producción de plantas, se realizó una encuesta a una muestra de los viveros forestales instalados entre las regiones del Maule y de los Ríos. Para tal efecto se diseñó un formulario (INFOR, 2012b), el que se utilizó durante abril y mayo de 2011 para efectuar una encuesta presencial bajo la modalidad de “*paper and pencil*”. Las preguntas del cuestionario se orientaron a recoger información respecto a:

Semillas

- Forma de abastecimiento de semillas
- Proveedores de semillas
- Origen de semillas
- Volúmenes utilizados anualmente

Plantas

- Volumen de producción anual
- Composición de especies
- Tipos de plantas (raíz desnuda/contenedores)
- Características de contenedores
- Formas de propagación (semillas, estacas , otra)
- Caracterización morfológica media de las plantas producidas
- Volúmenes de venta (como diferencia entre producción y excedentes o rechazo)
- Criterios utilizados para evaluación

Otros antecedentes del vivero

- Grado de capacitación del personal
- Conocimiento o uso de análisis de suelo
- Conocimiento o uso de análisis de agua
- Necesidades de capacitación
- Otras.

Para definir el tamaño poblacional (N), se usó la información del último Directorio de Viveros Forestales (temporada 2009-10), publicado por CONAF en la revista Chile Forestal N°350. De acuerdo a ese documento, existen en el país 163 viveros, de los cuales 91 se encuentran entre las regiones del Maule y de Los Ríos, y corresponden al área de estudio de este proyecto. Como error aceptado o precisión del muestreo se propuso un 5%, lo que junto a los demás parámetros de la formula definió un tamaño muestral de 73 viveros, en la práctica se encuestó a 111 viveros.

Para efecto de la presentación de los resultados, los viveros se clasifican en cuatro categorías respecto al número total de plantas producidas en la última temporada (2010-11). En el cuadro 1.1 se señala esta clasificación y el número de viveros encuestados en cada categoría de producción y por Región.

Cuadro 1.1

CLASIFICACIÓN DE VIVEROS SEGÚN VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL Y REGIÓN DE UBICACIÓN

Clasificación	Volumen Producción (N° pl/año)	Región				Total
		Maule	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	
Micro	Menos de 50.000	4	3	17	4	28
Pequeño	50.001 a 300.000	5	10	14	2	31
Mediano	300.001 a 2.500.000	8	20	10	3	41
Grande	Más de 2.500.001	0	8	2	1	11
Total		17	41	43	10	111

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de Plantas

En los viveros encuestados, en la temporada 2010-2011, entre las regiones del Maule y Los Ríos, se produjeron 150,6 millones de plantas. De ellas, el 98,9% de la producción corresponde a especies exóticas, puestas en el mercado en un 67,9% por grandes viveros y un 29,1% por medianos viveros. Pino radiata aparece como la especie principal con un 51,8% y el género Eucalyptus con el 48% (Cuadro 1.2). Según cifras oficiales, la oferta de plantas durante el período 2000-2010, promedió los 231 millones de unidades anuales, las cuales fueron puestas en el mercado por una media de 286 viveros por temporada (INFOR, 2011).

Cuadro 1.2PRODUCCIÓN DE PLANTAS EXÓTICAS POR TAMAÑO DE VIVERO Y PRINCIPALES ESPECIES
TEMPORADA 2010-2011

Tamaño de Vivero	Pino		Eucalypto		Otras Exóticas	Total Exóticas
	radiata	oregón	nitens	globulus		
Micro	55.000	7.588	17.200	179.000	25.000	283.788
Pequeño	1.911.000	53.500	287.000	1.853.000	180.000	4.284.500
Mediano	15.365.000	0	13.124.843	14.756.846	73.809	43.320.498
Grande	59.796.320	10.000	24.379.423	16.927.500	0	101.113.243
Total	77.127.320	71.088	37.808.466	33.716.346	278.809	149.002.029

Del total de plantas producidas en esta macrozona, sólo 1,6 millones de unidades correspondieron a especies nativas, cifra representada por más de 14 especies, entre las más importantes quillay, raulí, roble y coigüe, que en conjunto alcanzan el 86,2% del total producido (Cuadro 1.3). Cabe destacar que existe un monto cercano a 1,5 millones de plantas de especies nativas que se encuentra a disposición en el mercado, pero que corresponden a plantas de dos o más temporadas de producción.

Cuadro 1.3
PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS POR TAMAÑO DE VIVERO Y PRINCIPALES ESPECIES
TEMPORADA 2010-2011

Tamaño de Vivero	Roble	Raulí	Coigüe	Quillay	Otras Nativas	Total Nativas
Micro	6.250	59.300	5.100	9.520	35.860	116.030
Pequeño	28.747	27.584	6.500	32.200	23.442	118.473
Mediano	35.000	87.000	20.000	524.850	68.820	735.670
Grande	94.600	105.000	116.200	252.000	97.190	664.990
Total	164.597	278.884	147.800	818.570	225.312	1.635.163

Sistema de Producción

En los viveros de esta macrozona del país se trabaja en base a dos sistemas de producción, raíz desnuda y raíz cubierta. La gran mayoría de las plantas exóticas se producen a raíz cubierta (81,7%), donde las bandejas de poliestireno expandido son los contenedores de mayor uso (56,5%) ,(25%).

En el caso de las especies nativas el 80,9% de la producción se realiza a raíz cubierta en bandejas. Proferentemente en la zona sur de país se produce planta nativas a raíz desnuda 6,7%, en tanto que en la Región de Maule aún es posible encontrar plantas producidas en bolsas (Figura 1.1).

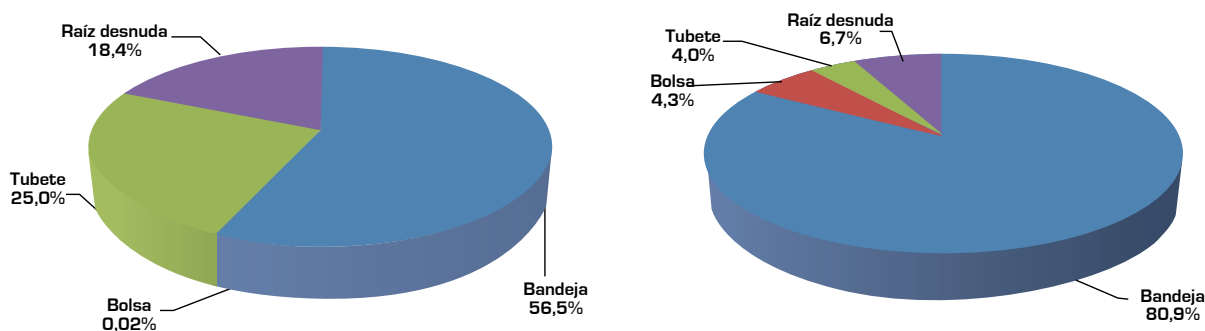


Figura 1.1
SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN VIVERO ESPECIES EXÓTICAS (IZQUIERDA) Y ESPECIES NATIVAS
(DERECHA), TEMPORADA 2010-2011

En cuanto a tamaño de contenedor, el de mayor uso es de 140 cc de volumen en pino radiata, en tanto, los eucaliptus se utilizan de menor capacidad concentrándose entre los 56 y 80 cc. Las especies nativas se producen en su mayoría en contenedores de 130 cc (Cuadro 1.4).

Cuadro 1.4
PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EXÓTICAS
SEGÚN TAMAÑO DE LOS CONTENEDORES DE MAYOR USO
TEMPORADA 2010-2011

Tamaño contenedor (cc)	Exóticas		Total Exóticas	Nativas				Total Nativas
	Pino radiata	Eucalipto		Roble	Raulí	Coigüe	Quillay	
56	0	14.079.000	14.089.000	0	0	0	10.000	10.000
80	2.972.858	12.056.219	15.030.104	0	0	0	1.500	1.500
100	6.505.000	13.204.000	19.709.000	20.600	42.000	3.800	46.000	112.400
130	7.050.000	3.700.000	10.810.000	31.000	157.000	44.000	555.000	787.000
135	3.650.000	0	3.650.000	47.000	25.000	8.400	156.000	236.400
140	24.914.462	3.000.000	27.914.462	19.547	0	0	1.200	20.747
Total	45.092.320	46.039.219	91.202.566	118.147	224.000	56.200	769.700	1.168.047

En relación con el aporte o utilización de fertilizantes en el vivero, la aplicación de dichos elementos se realiza con mayor frecuencia en los viveros grandes (90,9%), disminuyendo progresivamente la aplicación de la fertilización a medida de decrece el tamaño del productor. La aplicación en base a un protocolo común para toda la producción, es empleado en un gran porcentaje por los micro viveros (71,4%), disminuyendo esta modalidad en viveros de mayor tamaño, llegando sólo a un 9% en la categoría de mayor producción (Figura 1.2).

Se subraya el hecho que, en los micro, pequeños y medianos viveros, esta actividad se ve apoyada sólo por un monitoreo visual del desarrollo de las plantas, en entre un 71 y un 97% de los viveros, la evaluación fisiológica (nutricional) o mediciones de parámetros morfológicos no son considerados relevantes. En opinión de los viveristas esto se sustenta en la experiencia obtenida por los años de labor en producción de plantas. En los grandes viveros se observa un mayor uso de evaluaciones y mediciones para la aplicación de fertilizantes y se consignan como necesarios para una aplicación más apropiada (64%).

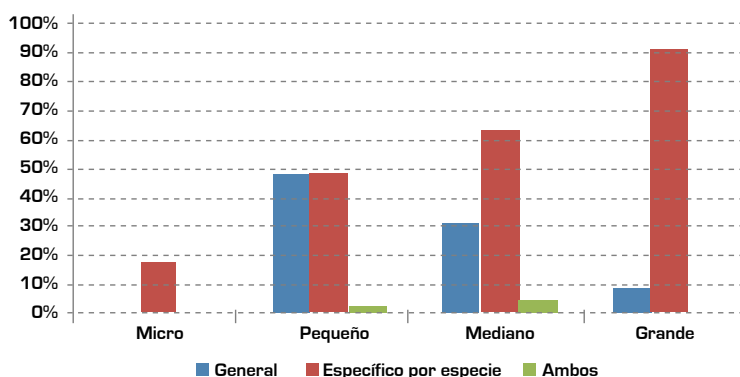


Figura 1.2
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES SEGÚN TAMAÑO DE VIVERO

El uso de plaguicidas es una práctica habitual en todas las categorías de viveros, para prevenir el ataque de agentes patógenos o evitar daños severos en el proceso de producción. Además de las aplicaciones preventivas, se realizan también otras, de carácter curativo, cada vez que se estima necesario (Figura 1.3). Sólo en un escaso porcentaje de los viveros se efectúan únicamente aplicaciones curativas, práctica que se observa en los micro, pequeños y medianos viveros, en un 11, 7 y 12%, respectivamente.

Tipo y Origen del Material de Propagación

Se distinguen tres tipos de materiales de propagación utilizados por los viveros para producir y comercializar plantas; semillas, estacas y plantas de regeneración natural obtenidas del bosque. La semilla es el principal material de propagación utilizado en la producción de plantas, con un 78% del total producido, tanto para las especies nativas como para las exóticas. Del total de plantas producidas, las estacas representan el 22%, y un 1% corresponde a plántulas compradas a terceros, las cuales provienen del bosque (Figura 1.3).

Las estacas son utilizadas preferentemente por los grandes viveros para multiplicar especies exóticas, principalmente pino radiata, especie para la cual el 40% de su producción se realiza mediante estaquillado. El uso de las estacas en *Eucalyptus globulus* es marginal en términos de cantidad, para *Eucalyptus nitens* no se reporta producción bajo este método.

El uso de plantas de regeneración natural se observa sólo en las especies nativas, donde alcanza al 5% de la producción, la proporción restante corresponde a plantas producidas a partir de semillas.

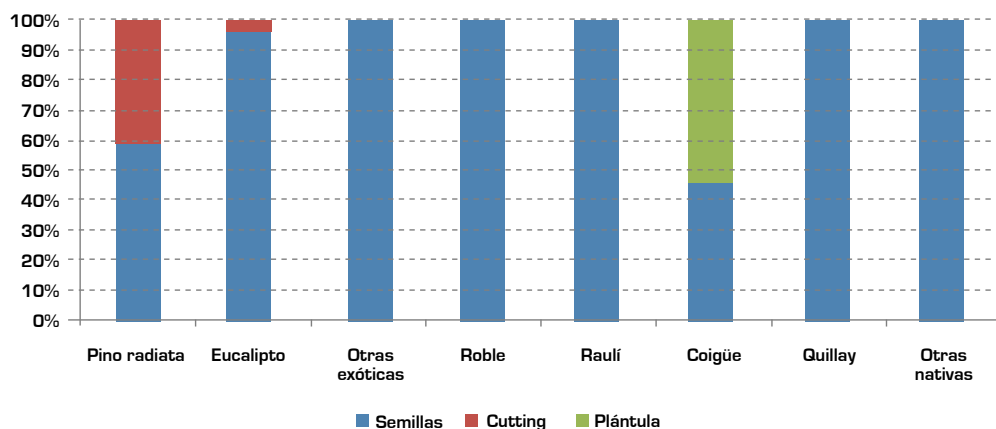


Figura 1.3
MATERIAL DE PROPAGACIÓN EMPLEADO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS
TEMPORADA 2010-2011

Como se señaló, la semilla es el material de propagación de mayor importancia. Anualmente se consumen alrededor de 4,1 toneladas, 80,4% de las cuales corresponde a especies exóticas y el porcentaje restante a nativas (Cuadro 1.5). Entre las exóticas el mayor volumen que se comercializa corresponde a pino radiata con 2,4 toneladas. En eucaliptos globulus y nitens se comercializan 253 Kg y 53 Kg, respectivamente.

Entre las nativas, las semillas de raulí y roble aparecen como las de mayor consumo, con un total conjunto de 360 Kg/año. Cabe hacer notar que, para aquellas especies con menor grado de comercialización, la

adquisición de semillas no implica su uso inmediato, por esta razón, y como se puede observar en el cuadro 1.5, existen casos en que no se indica consumo de semillas de alguna especie en particular, sin embargo existe producción de plantas de esa especie durante la temporada. Tal producción corresponde a semilla almacenada desde temporadas anteriores.

Cuadro 1.5
CONSUMO ANUAL DE SEMILLAS POR TAMAÑO DE VIVERO Y ESPECIES

Especie	Tamaño Vivero				Total
	Micro	Pequeño	Mediano	Grande	
Exóticas					
<i>P. radiata</i>	4,8	227,5	1.137,0	1.052,7	2.422,0
<i>E. globulus</i>	2,4	29,2	141,7	79,4	252,6
<i>E. nitens</i>	0,5	0,7	29,6	21,8	52,7
Otras exóticas	70,2	306,0	181,0	17,6	574,8
Subtotal	77,8	563,4	1.489,3	1.171,5	3.302,0
Nativas					
Roble	9,2	14,5	0,0	134,0	157,7
Raulí	109,3	9,7	0,0	82,8	201,8
Coigüe	7,3	2,9	0,0	3,5	13,7
Quillay	10,1	8,5	0,0	8,5	27,1
Otras nativas	126,6	192,4	0,2	87,0	406,1
Subtotal	262,5	228,0	0,2	315,8	806,4
Total	340,3	791,4	1.489,5	1.487,3	4.108,4

Del total de semillas adquiridas anualmente por los viveros, la mayor parte (58%) proviene de recolección propia o de vendedores ocasionales, mientras que sólo un 42% proviene de proveedores establecidos que brindan cierta garantía y respaldo al material comercializado, destacándose entre estos a empresas forestales y empresas semilleras, y en menor proporción CONAF, Universidades e INFOR (Figura 1.4).

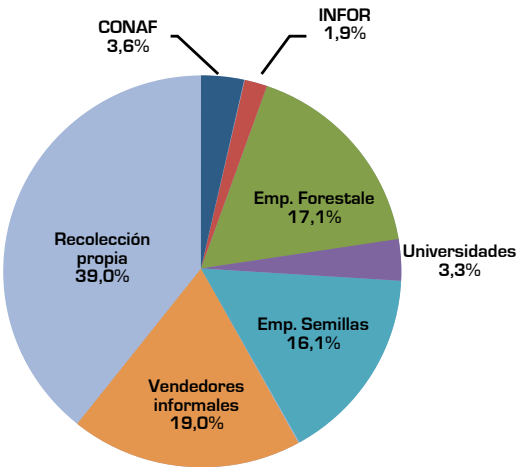


Figura 1.4
DETALLE DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROVEEDORES QUE ABASTECEN DE SEMILLAS A LOS VIVEROS FORESTALES

En especies nativas predomina la modalidad de autoabastecimiento de semillas, situación que se observa claramente en la categoría de los microviveros. No dejan de llamar la atención en los medianos y grandes viveros los porcentajes de producción asociados a semillas provenientes de un mercado informal y de recolección propia.

En el caso de las especies exóticas existe una mayor participación de proveedores formales, no obstante el porcentaje de semilla de origen informal sigue siendo importante y en menor medida la recolección propia. De todas formas, para las plantas que se producen en los grandes viveros, la recolección propia aparece como una ventaja en términos genéticos, debido a que fundamentalmente los individuos desde los cuales se obtiene las semillas provienen de huertos semilleros, resultado de los programas de mejoramiento genético que han desarrollado. En los viveros pequeños y micros, especialmente en estos últimos, el origen de la semilla obtenida por recolección propia es aún incierto, habitualmente se obtienen de plantaciones con árboles de buena semillación y en el mejor de los casos de aquellos individuos que presentan buenas características.

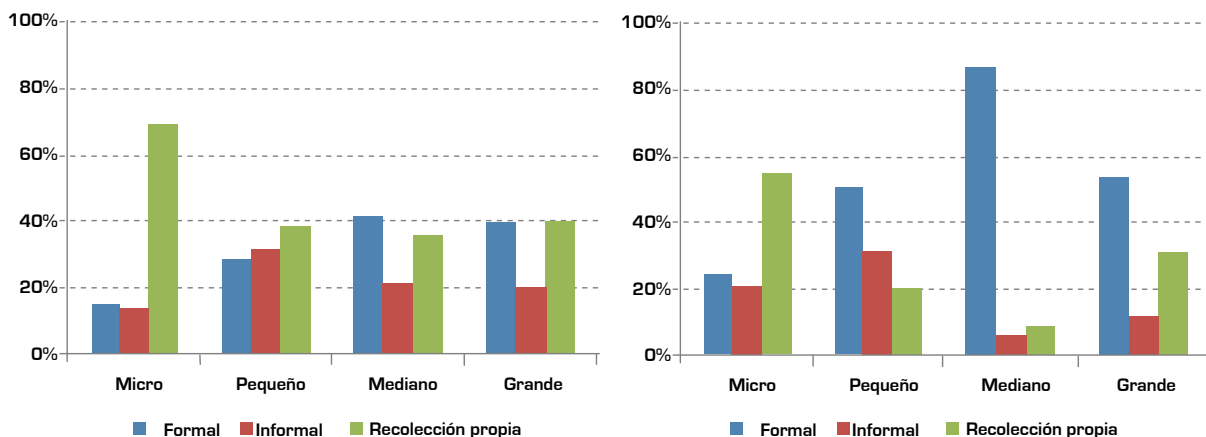


Figura 1.5

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS PROVEEDORES DE SEMILLAS NATIVAS (IZQUIERDA) Y EXÓTICAS (DERECHA) SEGÚN TAMAÑO DE VIVERO

Normalmente, la información que acompaña a la semilla que adquieren los viveros es deficitaria. En un 34,8% de los casos, la semilla se obtiene sin ningún antecedente que la caracterice y dé cuenta de sus propiedades, en un 39% se entrega información básica asociada principalmente al origen geográfico, y en el mejor de los casos germinación y número de semillas por kilogramo o pureza, y sólo un 26,2% incorpora el origen genético de la semilla.

No obstante la escasa información entregada al momento de adquirir semillas, se asegura por los viveros que un 21% proviene de fuentes mejoradas, un 43% tienen su origen en fuentes corrientes, y un 11% es una mezcla de ambas.

En general, para la producción de plantas de especies nativas, todos los viveros utilizan mayoritariamente semilla corriente, sólo en viveros clasificados como grandes existe un porcentaje interesante de uso de semilla mejorada, cerca de un 30%, el cual se incrementa para este mismo segmento a un 63,3% en especies exóticas, porcentaje que decrece a medida que disminuye el tamaño del vivero (Figura 1.6).

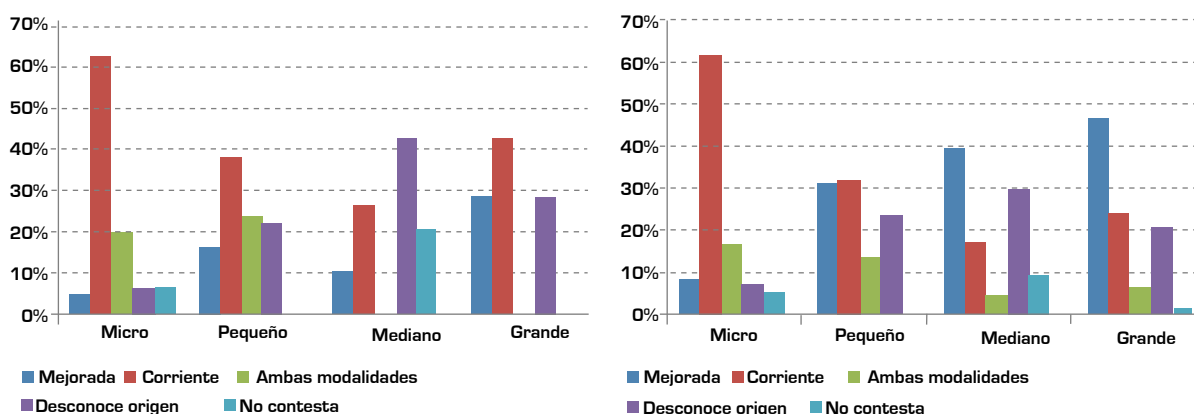


Figura 1.6

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS FUENTES DE SEMILLA PARA ESPECIES NATIVAS (IZQUIERDA) Y EXÓTICAS (DERECHA) SEGÚN TAMAÑO DE VIVEROS

A pesar que el común de la semilla utilizada de especies nativas es corriente y que el uso de semilla mejorada en especies exóticas se concentra fundamentalmente en los viveros de mayor tamaño, unánimemente en todas las categorías de viveros se manifiesta el interés por usar semilla mejorada (83% en promedio). Esta declaración alcanza su máximo en los viveros grandes (91%) y su mínimo en los viveros micro (79%). Este interés obedece a distintas razones, entre las que se destaca el hecho que un mayor grado de mejoramiento genera plantas con mejor desempeño, opinión de casi un 90% de los viveristas, seguida de mayores ventajas comerciales, con un 74% en promedio. Respecto de conseguir un precio más alto, sólo un 56% coincide en esta apreciación, y sólo un 46% indica que las plantas producidas con semilla genéticamente mejorada son demandadas por los clientes.

En cuanto a las razones que dificultan la adopción de semilla genéticamente mejorada, se esgrime como primera causa al elevado precio de la misma (78,4%). Se menciona también la escasa oferta, pero en menor proporción, 50,5%, situación con la que coinciden principalmente los viveros de menor tamaño.

A pesar de lo anterior, son relativamente escasos los viveros que declaran no conocer donde adquirir semilla mejorada (23,4%), a excepción de la categoría de menor tamaño, cuyo desconocimiento alcanza a 39% de los viveros.

Destinos de las Plantas Forestales

La producción de especies exóticas se destinó mayoritariamente a forestación propia (45%), situación influida de manera sustancial por los grandes viveros, quienes destinaron cerca de 60,8 millones de plantas a esta actividad, un 60,1% de su producción (Cuadro 1.6). En las demás categorías, la venta a medianos propietarios aparece como el destino de mayor relevancia, entre un 41 y 62% de la producción.

Si bien, para los micro, pequeños y medianos viveros, la producción destinada a forestación propia no sobrepasa el 20%, esta se encuentra en gran medida ligada a labores de forestación a terceros, actividad adicional que realizan estos viveros como operadores privados forestales, situación que se observa también en algunos viveros grandes.

Cuadro 1.6

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ESPECIES EXOTICAS POR TAMAÑO DE VIVERO.

Tamaño	Empresas Forestales	Medianos Propietarios	Forestación propia	PFCel* y Pequeños Propietarios	Otras	Total
Micro	22.548	115.748	34.638	97.578	13.278	283.788
Pequeño	394.900	2.651.800	685.000	412.800	140.000	4.284.500
Mediano	8.893.999	24.389.300	5.237.500	1.714.000	3.085.700	43.320.498
Grande	21.742.500	17.112.500	60.788.402	1.469.841	0	101.113.243
Total	31.053.946	44.269.347	66.745.539	3.694.218	3.238.978	149.002.029

* PFCel: Programas de forestación campesina e indígena.

En el caso de la comercialización de las especies nativas, ésta se destinó en un 28% a la venta a medianos propietarios, un 27% a empresas forestales, cerca de un 21% a la venta a otros viveros y/o donaciones, y un 16% a forestación propia (Cuadro 1.7).

Cuadro 1.7

DESTINO DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ESPECIES NATIVAS POR TAMAÑO DE VIVERO

Tamaño	Empresas Forestales	Medianos Propietarios	Forestación propia	PFCel* y Pequeños Propietarios	Otras	Total
Micro	23.400	35.050	34.638	97.578	3.205	116.030
Pequeño	10.163	71.863	685.000	412.800	6.185	118.473
Mediano	361.500	196.200	5.237.500	1.714.000	127.500	735.670
Grande	48.525	149.070	60.788.402	1.469.841	10.223	664.990
Total	443.588	452.183	66.745.539	3.694.218	147.113	1.635.163

CONCLUSIONES

Las semillas constituyen el principal material de propagación de los viveros forestales, con un consumo de más de 4 toneladas en la última temporada, de las cuales el 80,4% corresponde a semillas de especies exóticas. A pesar de su importancia como fuente de producción de plantas, el 77,8% de la producción se realiza con semillas, estas se obtienen mayoritariamente de recolección propia y proveedores informales, que en el caso de viveros de menor tamaño corresponde a semilla corriente y con escasa información sobre su origen y calidad. El uso de semilla mejorada, proveniente de proveedores formales, y acompañada de información complementaria, se concentra fundamentalmente en los grandes viveros, y en particular en su producción de especies exóticas.

A medida que decrece el tamaño de los viveros, la semilla que se utiliza presenta mayores falencias respecto de su origen y calidad, situación que es particularmente relevante en el caso de las especies nativas. Sólo los viveros de mayor tamaño cuentan con la garantía de origen y calidad, debido a que las semillas que utilizan provienen de rodales establecidos precisamente con este objetivo (huertos semilleros, áreas productoras de semillas, otros).

En general los viveros, independientemente de su tamaño, reconocen las ventajas del uso de semilla genéticamente mejorada, y manifiestan interés por usar este tipo de material, destacando como principal motivo que dificulta su adopción al alto precio y la escasa oferta que existe de la misma.

El material de propagación utilizado en producción de plantas de especies nativas es principalmente la semilla (95,1%), aunque se comercializan plantas de repique del bosque (regeneración natural) en un 4,9% del total producido. Para las especies exóticas la semilla representan el 77,6% y el porcentaje restante a estacas, estas últimas juegan un rol importante como técnica de producción en pino radiata con 31,3 millones de plantas producidas (40,6% del total producido para pino), y en menor medida en *Eucalyptus globulus* (2,1 millones, 6,3% del total producido para esta especie).

Preferentemente el sistema de producción utilizado es a raíz cubierta, 81,6% del total de plantas producidas, empleando la bandeja como principal contenedor, tanto para nativo como para las especies exóticas, 81 y 56% respectivamente, y en todos los niveles de producción o tipo de vivero, 65% en promedio.

El tamaño de contenedor de mayor uso es de 140 cc de volumen, 27,9 millones de las plantas producidas durante la temporada 2010-2011, principalmente con pino radiata. Esta especie se produce también de manera importante en contenedores de 100 cc, 33% de su producción. En eucalipto los contenedores mayormente utilizados son de 80 y 56 cc. Para las especies nativas, el tamaño del contenedor más utilizado es de 130 cc de volumen, 62,2% del total producido.

La producción de plantas de la temporada se destinó en una proporción importante a forestación propia (44,5%), luego a venta a medianos propietarios (29,7%) y venta a empresas forestales (20,9%). En el caso de las especies nativas, la comercialización de la producción hacia empresas forestales y medianos propietarios alcanzó en su conjunto a 54,8%, y en un 21% a la venta a otros viveros. La producción de especies exóticas se destinó en un porcentaje similar a empresas forestales y medianos propietarios, con el 50,6%, pero aparece como el destino de mayor relevancia la forestación propia, con el 44,8%.

La determinación de parámetros, tanto morfológicos como fisiológicos, no es una práctica habitual entre los productores de plantas, esto se ve reflejado en que en promedio el 71% de los viveros se apoya únicamente en un monitoreo visual para la aplicación de fertilizantes. Sólo en los viveros de mayor tamaño se efectúa un procedimiento de mayor precisión en que el monitoreo visual se acompaña de evaluaciones nutricionales en laboratorio y mediciones de parámetros morfológicos, 63,6% de los casos.

Una importante producción de plantas de los pequeños y medianos productores (48,8 millones) que se ofrecen al mercado presenta problemas de calidad genética, fisiológica o morfológica. Se reconoce un problema en el origen o calidad de las semillas, que alcanza al 58% del material que se clasifica como de origen desconocido y del cual se presume una baja calidad en términos de productividad y adaptabilidad (nativo). Esta producción es utilizada fundamentalmente por pequeños y medianos forestadores que constituyen el principal foco de fomento del Estado, su magnitud se representa en más de 230.000 ha plantadas en la última década y que estudios realizados en dichas plantaciones presentan un diferencial de productividad entre un 25 a 50% inferior a las establecidas por la grandes empresas forestales.



Capítulo 2

LAS FUENTES SEMILLERAS EN EL MARCO DE UNA NORMATIVA PARA CERTIFICAR CALIDAD DE SEMILLAS Y PLANTAS FORESTALES





ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	31
MATERIALES DE BASE Y COMERCIALIZACIÓN DE SEMILLAS: NECESIDAD DE NORMATIVAS PARA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD	32
ASPECTOS A NORMAR Y CONSIDERACIONES DE INTERÉS	34
CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES SEMILLERAS	34
PROPUESTAS PARA UNA CLASIFICACIÓN NACIONAL DE FUENTES SEMILLERAS..	37
CONCLUSIONES	40



INTRODUCCIÓN

La planta es uno de los elementos esenciales de la repoblación forestal, por ello es imprescindible conocer con precisión su procedencia y calidad genética y tener garantías de las mismas. Atendiendo a que los mecanismos de herencia determinan que las características de los progenitores se transmiten a su descendencia, se destaca la importancia de usar como material de propagación árboles de calidad, o atractivos desde el punto de vista productivo, y privilegiar como fuentes semilleras a aquellas compuestas por árboles que reúnan características deseables para los objetivos de producción perseguidos.

Las semillas utilizadas en vivero para la producción de plantas forestales tienen una calidad genética que depende de los árboles de los cuales proceden. Así, en función de la idoneidad de esos árboles, fundamentalmente del grado de selección de los mismos, se obtendrán lotes de semillas de distinto valor comercial y productivo. La procedencia es otro factor relevante, el cual para efectos de este documento será abordado en el capítulo siguiente.

En término de los materiales base o fuentes semilleras, resulta evidente que no es lo mismo obtener semillas de un rodal cualquiera, que desde un área con árboles de mejor desempeño, de individuos selectos dentro de un rodal destacado, o directamente del producto de la cruce de árboles selectos. Tampoco es igual obtener semillas desde fuentes que han demostrado, en base a evidencia concreta derivada de ensayos, la superioridad de su semilla, que de otras fuentes de desempeño desconocido o no verificado. Este amplio rango de situaciones condiciona que los resultados de las plantas y plantaciones establecidas en base a tales semillas sean considerablemente distintos. Consecuentemente, al viverista que se abastece de semillas para producir plantas o al forestador que adquiere esas plantas para establecer plantaciones, no les son indiferentes los distintos grados de calidad genética del material inicial.

Tan importante es la consideración recién enunciada que ha motivado el desarrollo de normativas para regular el comercio de los materiales de reproducción forestal y avalar los distintos grados o niveles de calidad de los materiales de base (Montoya y Cámara, 1996). Estas normativas son de uso común en muchos países, sin embargo en Chile no se han implementado para las especies forestales.

En el país uno de los principales problemas para mejorar la calidad de los bosques nativos se produce al inicio de la cadena productiva, debido a la ausencia de oferta de semillas de calidad y en cantidad suficiente que garantice el traspaso del potencial productivo de la especie a las futuras plantaciones. En este sentido, el mercado de semillas forestales se caracteriza actualmente por un alto nivel de informalidad, existen numerosos proveedores que ofrecen un producto de origen desconocido y muchas veces obtenido a partir de individuos que no son apropiados para plantaciones productivas.

Adicionalmente, aunque se cuente con semillas de fuentes adecuadas, no existe un sistema oficial que lo garantice, no existen estímulos para su utilización, precisamente por la carencia de normas y procedimientos que avalen la fuente de obtención de las mismas y, como consecuencia, normalmente se ven desplazadas por semillas corrientes que son privilegiadas por los consumidores debido a su menor precio.

Al respecto, el desarrollo de normas que definan claramente las distintas fuentes semilleras, sus orígenes, áreas de utilización y forma de establecimiento, contribuirán a la recuperación del bosque nativo. Adicionalmente, tales pautas o normas facilitarán los procesos de verificación requeridos para la implementación de mecanismos de incentivo (bonificaciones) o regulaciones, que estimulen la adopción de semillas y plantas idóneas, permitiendo diferenciar a este material para hacerlo objeto de incentivos económicos que estimulen su adopción y uso. En síntesis, tales normas contribuirán a transparentar el mercado de semillas y la comercialización de plantas forestales.

En Chile existe la Ley General de Semillas (DL N° 1764 de 1977), complementada con un Reglamento General para semillas de cultivo (Decreto 188 de 1978) y un Reglamento Especial para plantas y semillas frutales (Decreto 195 de 1980). Sin embargo, para el sector forestal no existe un reglamento específico que haga operativa esa Ley, situación que se refleja en su primer artículo, el cual señala que se debe desarrollar un Reglamento Especial para Semillas Forestales, el cual aún no se ha elaborado.

La inexistencia del reglamento de semillas y plantas forestales indicada en la Ley 17.64 obedece a distintas situaciones, en gran medida ajenas a la dificultad técnica de su formulación. En efecto, a diferencia del sector agrícola, en el forestal no existe una industria productora de semillas (US\$ 250 millones en exportaciones anuales ANPROS) que evidencie la necesidad por salvaguardar sus intereses económicos. Por otra parte, durante mucho tiempo los principales consumidores de semillas y plantas forestales han sido las grandes empresas forestales, las que se autoabastecen de estos materiales, de modo que un reglamento que norme aspectos para esta comercialización no ha sido una necesidad para ese sector. Sin embargo, las políticas de Fomento de la Forestación implementadas por el Estado durante los últimos 20 años han permitido la incorporación de una gran cantidad de usuarios del sistema, lo que hace necesaria la formulación de dicho reglamento con el objetivo de transparentar el mercado de plantas.

MATERIALES DE BASE Y COMERCIALIZACIÓN DE SEMILLAS: NECESIDAD DE NORMATIVAS PARA CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

Se entiende por calidad de un producto a la totalidad de las propiedades y características que afectan su capacidad de satisfacer una necesidad dada o que influyen en su valor comercial. Equivalentemente, corresponde a la medida en que el conjunto de propiedades y características del producto permite satisfacer las necesidades declaradas o implícitas del consumidor.

En el caso de las semillas el concepto de calidad se aplica a la valoración de los atributos físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios de la misma (Carrasco; 1997, Dorado *et al.*, 1999). Para su determinación se evalúan distintos parámetros, tales como el porcentaje de pureza, número de semillas por kilogramo, calibre, contenido de humedad, viabilidad y germinación. Estos parámetros, denominados de calidad exterior, orientan fundamentalmente respecto a características físicas y fisiológicas de la semilla, no así respecto de su calidad u origen genético.

Asociado al concepto de calidad, en las transacciones comerciales los compradores requieren que una entidad ajena al vendedor le garantice que los productos que adquieren podrán satisfacer sus necesidades y expectativas (calidad). En este sentido, la certificación de un producto verifica que sus propiedades y características están de acuerdo con las normas y especificaciones técnicas que le son aplicables. Por lo mismo, la certificación es una confirmación formal e independiente otorgada al productor, indicando que su producto cumple con las condiciones y con las normas correspondientes (Pons, 2001).

Como sistema para asegurar la calidad, la certificación requiere la existencia de un estándar, una señal, un procedimiento de inspección y una penalización en caso de incumplimiento. Este sistema de aseguramiento debe ser administrado por una autoridad competente, imparcial y con atribuciones conocidas y aceptadas por los sujetos de la certificación.

Aplicado a las semillas, la certificación de las mismas es una garantía sobre sus características y calidad, extendida por una organización reconocida (Figura 2.1). Esta certificación se hace particularmente necesaria en el mercado de semillas, por cuanto el comprador no tiene elementos para discriminar la calidad de ellas al momento de adquirirlas, particularmente en lo que concierne a su calidad genética y fisiológica. Así, el objetivo de la certificación no es legislar lo que puede venderse, sino que otorgar garantías de que lo que se compra (Zobel y Talbert, 1988). Por lo mismo, la certificación de calidad de semillas forestales es una práctica común en muchos países, sin embargo en Chile es un proceso que aún no se ha implementado.

En efecto, diversos países han establecido una serie de normas con las que se regula y certifica la producción y comercialización de los materiales forestales de reproducción (semillas y plantas). Las normas por tanto, surgen como una medida de protección al usuario, ante la imposibilidad de comprobar la calidad genética en el momento de la comercialización. Estas regulaciones se refieren básicamente a la calidad genética de los materiales y a la calidad exterior (AID, 1990; Gordon y Samuel, 1992; Rutz, 1999; Alía *et al.*, 2005).

Particularmente en Chile no existen normativas ni reglamentaciones que permitan implementar un mecanismo de certificación para la comercialización de semillas y plantas forestales. Existe mejoramiento genético

forestal que involucra a especies nativas y que ha permitido desarrollar estrategias de mejora, materializadas operacionalmente en fuentes semilleras o materiales de base para la reproducción forestal, entre ellos huertos semilleros clonales, áreas productoras de semillas y clones selectos. Aún así, la mayoría de las actividades de plantación o enriquecimiento se efectúan con plantas de calidad deficiente, o generadas a partir de semillas de procedencias inadecuadas, o de los individuos menos apropiados de una procedencia local.

SISTEMA DE CERTIFICACIÓN

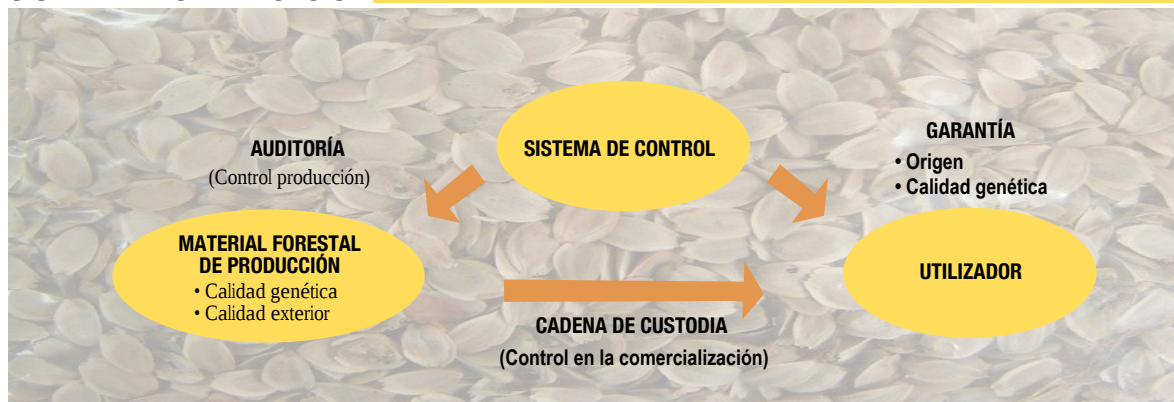


Figura 2.1
ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE CERTIFICACIÓN DE CALIDAD
DE SEMILLAS Y PLANTAS [Alía *et al.*, 2005]

Efectivamente, en lo que respecta a fuentes semilleras (Cuadro 2.1) se constata que los viveros de menor tamaño usan fundamentalmente semillas de origen desconocido (EMG, 2006), situación confirmada en encuesta realizada por INFOR (2012b).

En lo que concierne a semillas de huerto o área productora, éstas son fundamentalmente de especies exóticas, mientras que para nativas predominan fuentes de menor valor productivo. Por otra parte, independientemente de la información levantada en esta materia, persiste la incertidumbre de fondo en cuanto a la confiabilidad de la información, toda vez que no existe forma de certificar el origen de las semillas y no existe definición ni registro oficial de las fuentes semilleras existentes. Se presume por lo tanto, que en muchos casos la semilla declarada como de alguna fuente en particular en realidad no corresponda a lo declarado.

Esta falta de trazabilidad, y la imposibilidad de garantizar el origen de las semillas y plantas es una imperfección del mercado, que afecta a la comercialización de estos materiales y que justifica la necesidad de una normativa que permita certificar y transparentar información relevante para la comercialización de materiales de reproducción forestal en el país.

Cuadro 2.1
ORIGEN DE SEMILLAS, SEGÚN TAMAÑO DE VIVERO (EMG, 2006)

Origen de las Semillas	Porcentaje según Tamaño del Vivero			
	Grande	Mediano	Pequeño	Micro
Huerto semillero	63,0	33,5	44,6	12,5
Área productora de semillas	18,7	34,7	6,6	16,7
Rodal comercial	8,3	13,7	2,0	14,5
Árboles aislados	0,0	0,5	6,6	17,5
Desconocido	9,9	15,0	40,0	35,2
No responde	0,1	2,6	0,2	3,6
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

ASPECTOS A NORMAR Y CONSIDERACIONES DE INTERÉS

En los países en que operan sistemas de certificación para la comercialización de semillas y plantas, se clasifican los materiales de base (fuentes de semillas) en distintos niveles de calidad, en función del grado de selección que involucran, y especifican las características que el material de reproducción debe cumplir (AID, 1990). De esta forma garantizan que la utilización del material forestal de reproducción mejorado va a suponer efectivamente un aumento en la producción. Es una autoridad competente de carácter nacional la que se responsabiliza de establecer las normas que clasifican el material, catalogándolo en categorías, y garantizando, mediante un sistema de control establecido, que la identidad del material (relativa a su origen y correspondencia con los materiales de base de los que procede) se mantiene a lo largo de los procesos que se desarrollan, desde que el fruto es recolectado hasta que se transforma en planta.

En lo que concierne a las fuentes semilleras, un sistema de certificación, o la normativa del mismo, debe considerar como elemento relevante la clasificación de las fuentes semilleras (o materiales base) en categorías definidas, asociadas al tipo de material de reproducción que ellas generan. Adicionalmente, para que el sistema opere, debe considerar también algunos elementos accesorios, como la habilitación de un registro oficial de materiales base y otros elementos de índole reglamentaria que garanticen el control del sistema.

CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES SEMILLERAS

Las fuentes semilleras pueden clasificarse de distintas maneras, observándose que la diversidad de las mismas, la similitud de denominaciones y la terminología empleada en su clasificación y descripción frecuentemente confunden a los mejoradores y usuarios de semillas. Las fuentes semilleras presentan distintas propiedades en cuanto a origen, componentes, tipo de selección y evaluación, las que en cuanto a la variación y diferenciación genética del material de base están caracterizadas por:

- El tipo e intensidad de selección aplicada.
- El esquema de cruzamiento utilizado para obtener las semillas.
- El método de propagación (vegetativa o generativa) y esquema de cruzamiento utilizado para obtener los materiales de reproducción.
- El tipo de ensayos necesarios para evaluarlos.

- La ganancia genética obtenida.
- Unidades de recolección y combinación de semillas.
- Desarrollo y composición de la unidad.
- Aspectos geográficos.
- Aspectos genéticos.
- Documentación o registro de la producción de semillas.

Junto con la amplia gama de fuentes semilleras, existen también distintas clasificaciones de las mismas, destacándose que no existe una relación directa entre las categorías de cada clasificación y que la terminología, aunque similar, no siempre significa lo mismo en todas ellas. Por otra parte, las fuentes de orden más alto, no necesariamente tendrán un mejor desempeño que otras de orden menor, en lugares donde la fuente de semillas no ha sido probada. Por lo mismo, para efectos de establecer un marco regulatorio se debe implementar una clasificación clara, coherente y fundamentada en criterios objetivos y verificables, que permita valorar el mérito de cada fuente y el grado de superioridad de la semilla que ellas producen.

En el Cuadro 2.2 se presentan los listados jerárquicos, en función del aumento progresivo del valor genético de las semillas, de diferentes sistemas de clasificación mencionados por distintos autores.

Cuadro 2.2
SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE FUENTES SEMILLERAS

Categoría N°	Sistema 1 Fuente: Mesén (1994a)	Sistema 2 Fuente: Mesén (1994b)	Sistema 3 Fuente: Barner <i>et al.</i> (1998)	Sistema 4 Fuente: Zobel y Talbert (1988)	Sistema 5 (Unión Europea) Fuente: Alía <i>et al.</i> (2005)	Sistema 6 (OECD) Fuente: Alía <i>et al.</i> (2005)
(i)	Fuente identificada	Árbol semillero	Zona de recolección de semillas	Fenotipo individual	Fuente semillera	Masa
(ii)	Fuente seleccionada	Plantación seleccionada	Rodal identificado	Rodal <i>plus</i>	Rodal	Masa seleccionada
(iii)	Rodal semillero	Rodal semillero	Rodal seleccionado	Área semillera	Huerto semillero	Huerto semillero
(iv)	Huerto semillero no comprobado	Huerto semillero	Área productora de semillas	Fuente conocida	Progenitores de familias	Clon
(v)	Huerto semillero genéticamente comprobado		Rodal semillero de procedencia conocida	Huerto semillero	Clon	Cultivar
(vi)			Huerto semillero		Mezcla de clones	

Se debe destacar que las ventajas del uso de semilla genéticamente mejorada, están ampliamente reconocidas y fuera de discusión. Al respecto, existen diversas alternativas de fuentes semilleras, donde cada una de ella presenta características propias y tiene asociado distintos grados de selección, que a la larga repercuten en la obtención de diferentes niveles de ganancia genética (Gutiérrez, 2000). Así, en el rango comprendido desde los rodales naturales no manejados hasta los huertos semilleros de generaciones avanzadas, genéticamente validados, se puede encontrar una amplia gama de fuentes posibles, cada una de ellas con diferente potencial en cuanto a calidad genética de la semilla producida (Mesén, 1994a). En efecto, a medida

que avanza el programa de mejora para una especie determinada, se logran ganancias cada vez mayores, así, la semilla recolectada desde un rodal natural, en los inicios del programa de mejoramiento, normalmente² dará origen a plantaciones de menor calidad que aquellas que se generen cuando el programa ya haya avanzado y disponga de huertos semilleros.

Existen distintos criterios orientadores para efectuar clasificación de fuentes semilleras, algunos de ellos son:

- **Unidades de Recolección y Combinación de Semillas**

Un lote de semillas puede provenir de colecciones efectuadas sobre árboles individuales o, en el extremo opuesto, de colectas efectuadas al barrer sobre extensas superficies de bosque con gran variación ambiental y genética. Esta disparidad de condiciones debe quedar reflejada en el sistema de clasificación, privilegiando o priorizando como áreas de mayor valor a aquellas en que la unidad de recolección de semillas esté compuesta por una comunidad de árboles de origen común, creciendo en un sitio donde prevalezcan condiciones ecológicas uniformes, sobre una superficie de tamaño suficiente para colectar semilla en cantidades comerciales y circundada por límites reconocibles en terreno.

- **Desarrollo y Composición de la Unidad**

Este criterio considera que las fuentes de semilla deben estar compuestas por árboles con una edad y estado de desarrollo tales que permitan juzgar claramente su adaptación y otros criterios de selección. Adicionalmente, considera que la fuente cuente con árboles suficientes y bien distribuidos sobre una superficie dada, con el objeto de asegurar una adecuada polinización y evitar los riesgos de “*inbreeding*” (endogamia).

- **Aspectos Geográficos**

Este criterio diferencia las fuentes de bosques naturales de aquellas de plantaciones, reconociendo que los primeros han desarrollado ventajas adaptativas durante muchas generaciones, mientras que las segundas, especialmente las primeras generaciones de especies introducidas, presentan una adaptación mucho menos segura.

- **Aspectos Genéticos**

Se refiere al tamaño y estructura de la población que constituye la fuente de semillas. Considera su contaminación con polen externo y los niveles de selección natural o artificial a que el rodal ha sido sometido.

Este criterio contempla la selección y los patrones de cruzamiento; el número y tipo de padres representados en la fuente semillera y en la semilla colectada en esa fuente, el aislamiento del rodal y los resultados de las pruebas genéticas de la fuente semillera en cuestión.

- **Documentación o Registro de la Producción de Semillas**

Este criterio dice relación con la información existente sobre la especie, variedad, aspectos geográficos y genéticos de la fuente semillera. Considera también aspectos relacionados con el año de maduración de la semilla colectada, el número del lote de semillas y otros aspectos.

Un enfoque apropiado para la definición y clasificación de las fuentes semilleras, involucrará una combinación de los criterios anteriores, así como también las características esperadas o definidas para el material de reproducción (semillas y plantas) que se generará a partir de ellas.

² Cabe destacar que esto ocurre “normalmente” bajo condiciones de sitio y manejo adecuados, pues no se puede garantizar el comportamiento de los árboles cuando se obtienen de semillas de una fuente desarrollada bajo condiciones ecológicas diferentes a las del sitio de plantación, sin importar que tan mejorada sea esa fuente.

PROPUESTAS PARA UNA CLASIFICACIÓN NACIONAL DE FUENTES SEMILLERAS

Una clasificación operativa de las fuentes semilleras, para efectos de una normativa destinada a certificar la calidad de semillas y plantas de las especies forestales, deberá aprovechar la experiencia de otras iniciativas similares desarrolladas en el extranjero y adaptarlas a las particularidades y objetivos propios de una normativa nacional.

En tal sentido, un aspecto común de las clasificaciones existentes que debe ser considerado como elemento básico para la situación nacional, dice relación con la condición de identificados, seleccionados o verificados de los materiales de reproducción generados a partir de los distintos tipos de fuentes semilleras o materiales base. Coincidiendo con estos criterios, los materiales de base se agrupan en un número acotado de categorías que corresponden a la condición del material de reproducción que ellos generan. En términos básicos, estas categorías del material de reproducción, dentro de las cuales se clasifican los materiales base son las siguientes:

- **No identificados:** Corresponde a materiales de reproducción de origen desconocido, colectado sin control oficial o desde fuentes no registradas.
- **Identificados:** Corresponden a aquellos materiales de reproducción obtenidos bajo control oficial desde una fuente registrada y asociada a una procedencia o región de procedencia claramente identificada.
- **Seleccionados:** Corresponden a los materiales de reproducción obtenidos desde materiales baseregistrados, asociados a una procedencia o región de procedencia claramente identificada y que provengan de un rodal que haya sido seleccionado **fenotípicamente a nivel de población** en función de criterios de superioridad.
- **Cualificados:** Corresponden a los materiales de reproducción obtenidos desde materiales de base, cuyos componentes (árboles progenitores que generan el material de reproducción) han sido seleccionados **fenotípicamente a nivel individual**. Los huertos semilleros son el ejemplo clásico del material base que genera este tipo de material de reproducción.
- **Controlados (Verificados o comprobados):** Corresponden a materiales de reproducción obtenidos desde fuentes que cumplen las condiciones de la categoría Seleccionados y que, adicionalmente, han demostrado la superioridad genética mediante ensayos oficialmente evaluados.

Una normativa nacional de calidad de semillas y plantas, al igual que otras existentes en el mundo sobre este tema, no debería considerar como materia de certificación a aquellas fuentes semilleras asociadas a materiales de reproducción clasificados como No Identificados. En efecto, la práctica de usar este tipo de material para comercializar plantas es de nefasto efecto para el sector. Precisamente la causa que motiva a desarrollar una normativa en esta materia es propender a desterrar el uso de materiales de reproducción de esta naturaleza.

Respecto a los materiales de las categorías **Identificados** y **Seleccionados**, estos tienen por principal función dar garantías del origen del material de reproducción, mientras que aquellos de las categorías **Cualificados** y **Controlados** garantizan la calidad genética del material de reproducción forestal.

Las categorías **Seleccionados** y **Cualificados**, corresponden a dos niveles distintos de selección de los materiales de base que originan las semillas, y que por lo tanto conllevan diferentes expectativas de ganancia genética. Tanto un rodal natural de características superiores y manejado para producción de semillas, como un huerto semillero establecido mediante réplicas vegetativas de individuos superiores, son fuentes de material de reproducción selecto, sin embargo, es evidente también que los niveles de selección y las ganancias genéticas asociadas a cada uno de ellos son suficientemente distintas como para considerarlos en la misma categoría. En efecto, el primero corresponde a una selección a nivel de población y se designa con el término **Seleccionado**, mientras que en el segundo la selección es a nivel de individuos, de modo

que para evitar confusiones y denotar el mayor grado de selección, se utiliza convencionalmente el término **Cualificado**.

En cuanto a los materiales de la categoría **Controlados**, en la situación nacional no hay antecedentes, entendidos como resultados de ensayos en especies nativas, que permitan dar cuenta de esta condición en el material de reproducción. En este sentido, la inclusión de esta categoría en una normativa nacional carece de utilidad en el corto plazo para las especies nativas. Aún así, podría interpretarse como una formalidad para fijar un límite superior y evitar una clasificación truncada a priori, en circunstancias que en el futuro, si bien de largo plazo, podría ser de interés disponer de ella. Por otra parte, es una condición que sí se verifica para las especies exóticas de uso tradicional en el país, principalmente para pino radiata y eucaliptos.

Una propuesta de denominación y clasificación de las fuentes semilleras, en el contexto de la clasificación requerida por una normativa de calidad de semillas y plantas, así como su relación con las categorías de los materiales de reproducción que de ellas se derivan, se resume en los Cuadros 2.3 y 2.4. Nótese que la categoría correspondiente a materiales de reproducción **No Identificados**, que es la situación actualmente vigente en el país, queda excluida de la propuesta por cuanto no es materia de certificación. Ella queda definida por exclusión, como cualquier fuente que no se corresponda con las clasificadas en las categorías restantes. Debe notarse también, que siendo Chile un país miembro de la OECD, se ha sugerido una equivalencia de términos con los utilizados en ese sistema de certificación y comercialización de materiales de reproducción forestal, el cual está señalado en la columna respectiva del cuadro 2.2.

Cuadro 2.3
FUENTES SEMILLERAS CLASIFICADAS EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
DEL MATERIAL DE REPRODUCCIÓN.

Material Base (fuentes semilleras)		Categorías del Material de Reproducción			
Nombres sugeridos	Equivalencia OECD	Identificado	Seleccionado	Cualificado	Controlado
Rodal	Masa	X			
Área productora de semillas	Masa seleccionada	X	X		X
Huerto Semillero	Huerto semillero			X	X
Clon	Clon			X	X

En el cuadro anterior, las denominaciones utilizadas para designar a los materiales de base son arbitrarias. Estas tienen por objetivo agrupar a distintas fuentes de naturaleza equivalente o similar denominación, de modo que para efectos de la normativa se cuente con número acotado de categorías. Aún así, el significado o la definición de cada fuente es específico e inequívoco y así debe consignarse en la documentación de la normativa o reglamentación, de modo que independientemente que se utilice esta u otra clasificación su interpretación oficial no debería inducir a subjetividad o errores de interpretación. Para estos efectos, los significados y alcances de cada fuente se definen de la siguiente forma:

- **Rodal:** Designación sugerida para referirse al material base compuesto por cualquier población natural (de especies nativas) o artificialmente establecida (de especies exóticas), que contenga un número de árboles y una densidad de los mismos que asegure una adecuada interpolinización, que se encuentre oficialmente inscrita en un registro de materiales base y se circunscriba a una región de procedencia identificada.

En la normativa española a esta categoría de materiales de base se le designa como “fuente semillera”, no obstante, atendiendo a que en la terminología nacional tal expresión se usa en forma genérica para referirse a cualquier estructura desde donde se obtienen semillas, sin consideración alguna respecto a su categoría, en esta clasificación se ha preferido utilizar la expresión propuesta a efecto de evitar confusiones.

- **Área Productora de Semillas:** Término sugerido para referirse a los materiales base correspondientes a rodales naturales (de especies nativas) o plantaciones (de especies exóticas) de características superiores a la media de la especie, los cuales se manejan con la finalidad de producir semillas. Este manejo puede incluir la eliminación o raleo de los individuos de menor valor. Debe estar inscrita en un registro oficial de materiales base y circunscribirse a una región de procedencia. Su extensión no está definida, pero su limitación principal es que debe constituir una población en sentido genético, es decir que sus árboles deben poder cruzarse entre sí. En la normativa española a esta categoría se le designa como “rodal”, sin embargo para evitar confusiones con la categoría anterior y atendiendo al extendido uso de la expresión “área productora de semillas” en la terminología nacional, se ha preferido usar esta última expresión para denominar a esta categoría de materiales de base.
- **Huerto semillero:** Corresponde a una plantación donde se establecen réplicas vegetativas o descendientes por semilla de árboles altamente seleccionados, y que se maneja con la finalidad de producir cosechas de semillas frecuentes, abundantes y fáciles de coleccionar. Se debe encontrar suficientemente aislada o manejada de forma tal que se minimice la polinización externa. Al igual que los restantes materiales base, el huerto semillero debe estar inscrito en un registro oficial de estos materiales. Los huertos no necesitan asociarse a una región de procedencia en particular, pues su ubicación estará determinada por las condiciones ambientales que favorezcan la producción de semillas, incluso, pueden ser establecidos como bancos de cruza en un invernadero. Asociado a esta última consideración, y atendiendo a que la semilla que producen puede generarse por polinización controlada de individuos selectos, la clasificación huerto semillero incluirá también a aquel material de base que en la normativa española se denomina como “progenitores de familia”, entendidos estos últimos como árboles selectos que se utilizan para obtener progenies mediante cruzamientos controlados con polen de un padre individual, o una mezcla de polen de un número variable de padres identificados.
- **Clon:** El clon corresponde al conjunto de individuos (rametos) procedentes originariamente de un único individuo (ortet) mediante propagación vegetativa y que por lo tanto comparten el mismo genotipo que ha sido seleccionado en función de caracteres de interés. Como material de base corresponde al banco de setos, cepas madres o jardín clonal a partir del cual se obtienen los propágulos vegetativos (material de reproducción) para multiplicar a los genotipos individuales.

Cuadro 2.4
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES BASE SUGERIDOS PARA UNA NORMATIVA
DE CALIDAD DE SEMILLAS Y PLANTAS (Adaptado de Alía *et al.*, 2005)

Características	Materiales base			
	Rodal	Área Productora de Semillas	Huerto Semillero	Clon
Origen	Región de procedencia	Región de procedencia	No aplicable	No aplicable
Constitución	Conjunto de árboles	Población	Individuos o clones	Clones
Selección	No	A nivel de población	A nivel de individuos	A nivel de individuos
Evaluación	No	Fenotípica	Fenotípica (para categoría Cualificados) o Genética (para categoría Controlados)	Fenotípica (para categoría Cualificados) o Genética (para categoría Controlados)
Ensayos	No	No	No necesarios (para categoría cualificados); Necesarios (para categoría controlados)	No necesarios (para categoría cualificados); Necesarios (para categoría controlados)
Ganancia esperada	Ninguna	Baja	Media	Media-Alta

CONCLUSIONES

La clasificación de fuentes semilleras, en función de características relevantes que determinan la calidad genética de sus semillas, es una condición necesaria para articular un sistema de certificación de calidad de semillas y plantas. Sin embargo, no es condición suficiente para lograr este objetivo, se requieren otros elementos complementarios, entre los que destaca la relevancia de la definición del origen o regiones de procedencia desde las cuales provienen las semillas, aspecto que se aborda en el siguiente capítulo de este documento.

Para ambos elementos (tipo de material base y procedencia del material de reproducción) se requiere articular una norma específica, que sea objeto de verificación por parte del sistema de certificación.

La redacción de tal normativa involucra un gran nivel de detalle en todos los aspectos técnicos, administrativos y legales asociados al proceso. Al respecto, existen antecedentes y modelos extranjeros que pueden usarse como referencia para este fin.

Capítulo 3

TRANSFERENCIA DE SEMILLAS Y DEFINICIÓN DE ZONAS DE PROCEDENCIA PARA ESPECIES FORESTALES NATIVAS





ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN.....	45
LAS ZONAS DE PROCEDENCIA	45
MÉTODOS PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROCEDENCIA.....	47
CONSIDERACIONES PARA DELIMITAR ZONAS DE PROCEDENCIA.....	48
CONCLUSIONES	51



INTRODUCCIÓN

Independiente de la clasificación y caracterización de las fuentes semilleras, detallada en el capítulo anterior, el principal aspecto a considerar en la utilización operacional de semillas de especies nativas es ¿qué tan lejos de su origen puede ser utilizada la semilla proveniente de una determinada fuente semillera? o equivalentemente ¿en qué superficie puede ser utilizada esta semilla para establecer plantaciones operativas, sin riesgo de contaminación genética o pérdida de adaptabilidad que repercuta en la supervivencia y productividad de la plantación?. A este respecto, se requiere contar con una herramienta que permita identificar con seguridad el origen del material utilizado en la producción de plantas para forestación. Este aspecto es especialmente relevante, por cuanto, aunque se cuente con fuente semilleras adecuadas, no existen criterios de ordenamiento genético territorial que determinen las áreas de establecimiento de las plantas en función del origen de sus semillas.

En efecto, no existe control del área de utilización de un determinado origen de semillas, el cual suele usarse para establecer plantaciones en áreas muy diferentes a aquellas donde fueron colectadas. Consecuentemente, en este capítulo se abordan los fundamentos para desarrollar un esquema orientado a ordenar y regular el uso de las semillas en unidades territoriales ecológicamente homogéneas, donde el material de propagación tenga un desempeño y adaptación similar. Particularmente, se esbozan los fundamentos para efectuar una definición oficial de zonas de procedencias para especies forestales nativas, explicando la necesidad de contar con este sistema y sugiriendo los fundamentos para su desarrollo. La naturaleza de esta definición de zonas de procedencias deja en evidencia que su aplicación y utilidad queda circunscrita a especies autóctonas (nativas y endémicas) y que no tiene sentido en las exóticas.

Si bien el concepto usado tradicionalmente es el de región de procedencia, en este documento se usará como designación equivalente la expresión "Zona de Procedencia", para evitar confusiones con el término "región", utilizado en la división administrativa del país.

LAS ZONAS DE PROCEDENCIA

Los árboles de un bosque natural tienen un alto grado de adaptación al ambiente local, la que transmiten a sus semillas mediante los mecanismos de herencia genética. Las semillas por su parte se dispersan a distancias relativamente limitadas en relación a sus progenitores, lo que les permite encontrar un ambiente similar donde germinar y desarrollarse. Sin embargo, en la repoblación artificial la distancia entre el sitio donde se producen las semillas y el sitio de plantación se incrementa en forma considerable, de modo que no existe garantía que el material genético esté adaptado a las condiciones ambientales en que se implanta.

Las diferencias entre poblaciones de una misma especie que ocupan distintas regiones se pueden atribuir, en parte, a procesos de modificación fenotípica como respuesta a las distintas condiciones climáticas y edáficas locales. Sin embargo, existen importantes diferencias que tienen una base genética y han sido objeto de selección a lo largo de un determinado número de generaciones. Estas diferencias genéticas son la base sobre la que se establece la delimitación de las zonas de procedencia de las principales especies forestales, como unidad básica de comercialización en los materiales de reproducción.

En Chile no se ha implementado un sistema oficial de zonas de procedencia para el material de reproducción de las especies forestales nativas. La utilización de material sin consideraciones de adaptabilidad de las especies nativas puede originar pérdidas económicas y de diversidad genética, ejemplo de esta situación se da comúnmente cuando se utilizan semillas forestales de otras regiones o zonas del país sin considerar aspectos tales como la de adaptabilidad al sitio, en particular a la altitud y latitud (clima).

Efectivamente, las especies forestales presentan una gran variabilidad. Dentro de sus áreas de distribución pueden existir complejos de poblaciones con grandes diferencias entre ellas, en numerosos caracteres relacionados con la adaptación a distintas condiciones ecológicas. Estas diferencias pueden tener un marcado reflejo en el crecimiento, sanidad, desarrollo y consecuentemente en su producción (Agúndez *et al.*, 1995).

Por lo mismo, es ampliamente aceptado que en cualquier trabajo de repoblación forestal es de gran importancia conocer el origen o procedencia del material que se va a establecer.

El empleo de una fuente de semillas de procedencia inadecuada puede hacer que la masa que se obtenga no sea la esperada, e incluso, en casos extremos, que la plantación sea un fracaso por no adaptarse a las condiciones ecológicas del sitio. Para evitar estos fracasos, lo ideal es disponer de ensayos de procedencias y en base a sus resultados seleccionar los materiales a plantar en cada zona. Atendiendo a que la situación ideal no es la más frecuente, la medida práctica más conveniente es usar semillas de origen local o de un área ecológicamente similar a aquella donde se realizará la plantación.

Por otra parte, si la plantación se efectúa al interior o próxima a una masa natural preexistente, empleando semilla obtenida de una población distante, se estará introduciendo material genético extraño, con el riesgo de alterar las características genéticas de la masa preexistente. Este fenómeno es especialmente delicado cuando se influye sobre poblaciones pequeñas o relictuales, cuya conservación debe efectuarse sin alterar su estructura genética. Sobre este particular, Pastorino y Gallo (2009) enfatizan que una elección errónea del material genético para forestar, en áreas en que la misma especie vegeta en forma natural, genera el riesgo de contaminación genética mediante la introgresión de genes exóticos (no locales) en las masas espontáneas. Este efecto puede ser irreversible y conducir a la pérdida irrecuperable del acervo genético local.

La existencia de diferencias genéticas entre poblaciones, principalmente las ligadas a caracteres de crecimiento, producción y adaptación, ha motivado en países forestales la definición de grandes unidades para la comercialización y utilización de semillas. Para las especies a las que se aplica un sistema de certificación de materiales de reproducción, se definen unidades de comercialización en los materiales identificados y seleccionados, que corresponden a divisiones en su distribución geográfica en grandes regiones. Esta unidad básica, en el esquema de la UE y de la OCDE, es la Región de Procedencia (Tal como se explica en la Introducción, en este documento se usará como expresión equivalente la denominación Zona de Procedencia).

La Zona de Procedencia es para una especie o subespecie determinada, la zona o el grupo de zonas sujetas a condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las que se encuentran fuentes semilleras o rodales que presentan características fenotípicas o genéticas semejantes (Alía *et al.*, 2009). También se la define como el conjunto de territorios sometidos a condiciones ecológicas prácticamente uniformes y en los que se desarrollan poblaciones que presentan características fenotípicas o genéticas análogas (Agúndez *et al.*, 1995). Estas definiciones son en alguna medida coincidentes con la de "Zonas Semilleras" de Barner y Willan (1983); También tienen relación con la definición de García del Barrio *et al.* (2001) y de Martín *et al.* (1998) para las "Regiones de Identificación y Utilización de Material Forestal de Reproducción" (RIU), las que según estos autores corresponden a territorio ecológicamente homogéneos, donde el material de reproducción presenta un comportamiento y adaptación similar, aunque en rigor, de acuerdo al sistema de ordenamiento español, estas últimas unidades corresponden a las áreas de utilización de las semillas, mientras que las regiones de procedencia corresponden a las áreas de suministro de las mismas. De acuerdo con Alía *et al.* (2009) esta unidad, la zona de procedencia, es la unidad básica de comercialización de material de reproducción (frutos, semillas, plantas y partes de planta) en los sistemas de certificación de la UE y de la OCDE, y corresponde a una división establecida a partir de criterios genéticos, geográficos y ecológicos para facilitar la comercialización de los materiales de reproducción y su identificación por parte del comprador, pues permite identificar más fácilmente las características de los materiales de reproducción.

Lamentablemente no existen definiciones ni terminología estándar para referirse a estas unidades territoriales. En Estados Unidos se sugiere como definición de zona semillera a "una zona de árboles con una composición genética relativamente uniforme, determinada a través de la evaluación de la progenie de varias fuentes de semillas, donde generalmente el área incluida tiene límites geográficos, clima y condiciones de crecimiento bien definidos". Por su parte, la OECD (1974) usa el concepto de región de procedencia como el "área o conjunto de áreas con condiciones ecológicas suficientemente uniformes en las cuales se encuentran rodales que muestran características fenotípicas y genéticas similares" (Barner y Willan, 1983).

Idealmente, una zona de procedencias debe estar delimitada de forma que quede constituida por una población de árboles que posean una constitución genética similar y esté definida por límites que puedan ser fácilmente reconocibles. En la práctica, se debe recurrir a soluciones que combinen razonablemente

estas condiciones, basándose en aceptar la idea de que la similitud de condiciones ecológicas implica similitud en la constitución genética. Normalmente este criterio es el más utilizado para definir las zonas de procedencia. Al respecto, existe suficiente base para asumir que la variación genética dentro de las zonas de procedencia definidas con criterios fisiográficos, bioclimáticos o similares es menor que la que existe entre ellas, de modo que la zonificación ecológica o ambiental resulta plenamente justificable.

El fundamento en que se basa la definición de zonas de procedencias para ordenar la distribución y utilización de semillas forestales, es que existe una relación entre las características fenotípicas del material genético utilizado en una región determinada y las características ecológicas del sitio de origen. En otras palabras, que las semillas que den origen a plantas que se establezcan en distintos sectores de una zona de procedencias darán lugar a árboles con características fenotípicas similares en términos de supervivencia y crecimiento.

Un sistema de zonas (regiones) de procedencia o zonas semilleras resulta de utilidad para brindar las bases para muestreo genético, servir de guía para la transferencia de semillas en los programas de plantación y para proveer pautas que definan los límites geográficos máximos dentro de los cuales se pueden mezclar semillas. Si bien la zona de procedencias tiene en cuenta criterios genéticos, ecológicos y ambientales en su definición, no pretende sustituir a estas clasificaciones, pues su objetivo es el de facilitar el comercio de materiales de reproducción.

MÉTODOS PARA LA DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROCEDENCIA

De acuerdo con CTGREF (1976) y Agundez *et al.* (1995), la delimitación de regiones de procedencias puede efectuarse en forma "divisiva" o "aglomerativa". Adicionalmente puede diferenciarse en función del número de especies a que se aplica, pudiendo ser una definición de regiones de procedencias para una especie, para varias especies o para todas ellas.

El método aglomerativo une en una zona de procedencias a un conjunto de poblaciones naturales similares, en base a una caracterización ambiental y genética, de modo que cada zona de procedencias queda definida por la suma de varias masas discontinuas. Las principales limitaciones de este sistema se derivan de la necesidad de contar con un buen mapeo de las poblaciones existentes y con una caracterización genética de las mismas, generada a través del estudio de caracteres adaptativos o de marcadores genéticos neutros (Pastorino y Gallo, 2009). Por otra parte, no delimita zonas continuas, pero como contrapartida puede aunar zonas con mejor similitud ambiental y genética, sin restricción de continuidad.

El método divisivo es el comúnmente aplicado para especies de las que se cuenta con escasa información básica, como es la situación que enfrenta la mayoría de las especies del bosque nativo chileno. Consiste en la fragmentación del territorio en función de características ecológicas o ambientales, para llegar a definir áreas disjuntas con fronteras bien definidas y que posean características similares. El método se fundamenta en que las variables ambientales son determinantes, mediante procesos adaptativos, de los patrones de variación genética de las especies. Este enfoque metodológico es el más usado en la mayoría de los países europeos y presenta la ventaja de definir una zonificación común, que puede ser utilizada simultáneamente para distintas especies.

La distinta importancia en cuanto a producción de materiales de reproducción de las especies reguladas, así como el distinto grado de conocimiento de cada especie y de los factores que ocasionan su variación genética, ha condicionado a que en la práctica coexistan los dos métodos.

Los criterios para establecer esas uniones (en el método aglomerativo) o divisiones territoriales (en el método divisivo) son, por un lado la similitud ecológica y, por otro, la similitud en las características fenotípicas o genéticas de las masas forestales que habitan en ellas.

La aplicación práctica de ambos métodos difiere entre los distintos países, pues las regiones establecidas dependen de la información disponible sobre las especies o el territorio. En general, el método divisivo se utiliza para todas las especies, aunque no siempre (Ej. En Francia, donde a partir de una división en regiones

ecológicas, éstas se unen para formar las regiones de procedencia monoespecíficas). Es mayoritario el uso de métodos divisivos con regiones pluriespecíficas (Cuadro 3.1). La situación propuesta para las zonas de procedencias de las especies nativas de Chile corresponde a una aplicación del método divisivo para todas las especies en forma simultánea (pluriespecífica).

Cuadro 3.1
MÉTODOS APLICADOS EN LA DELIMITACIÓN DE REGIONES DE PROCEDENCIA
EN DISTINTOS PAÍSES EUROPEOS [Alía *et al.*, 2009].

País *	Método		
	Aglomerativo	Divisivo	
		Monoespecífico	Pluriespecífico
Alemania	NO	SI	SI
Austria	NO	NO	SI
Bélgica (Flandes)	NO	SI	SI
Bélgica (Valonia)	NO	NO	SI
España	SI (1)	NO	SI
Francia	NO	SI	NO
Gran Bretaña	NO	NO	SI
Italia	SI (3)	SI	SI
Lituania	NO	SI	SI
Noruega	NO	NO	SI
Polonia	NO	NO	SI
Rumania	NO	SI	NO
Suecia	NO	NO	SI

*Dinamarca, Holanda e Irlanda constituyen cada uno de ellos una sola región de procedencia para todas las especies

CONSIDERACIONES PARA DELIMITAR ZONAS DE PROCEDENCIA

Orientaciones Generales

Las condiciones ecológicas medias de cada zona de procedencia indican las diferentes condiciones ambientales a las que pueden haberse adaptado las poblaciones existentes en ellas. Aún así, en general se verificará que El hecho de trabajar en definición de límites de Zonas de Procedencias y no intentar mapear cada una de las procedencias existentes para cada especie, permite ordenar rápidamente el complejo de variación de las especies, definir un sistema de muestreo continuo y generar zonas en forma práctica y manejable.

Como consideraciones generales al momento de definir zonas de procedencia se debe tener en cuenta que no es conveniente combinar en una misma zona a territorios que exhiben diferente tipo de clima. Es recomendable segregar como unidades distintas a áreas de clima uniforme (con poca fluctuación) respecto de otras con grandes oscilaciones, aún cuando los promedios sean similares. En este sentido, por ejemplo, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año puede llegar a ser más relevante que el monto anual de las mismas. Complementariamente, los valores extremos de temperatura tienen mayor valor como variable de discriminación, que las temperaturas medias de cada zona.

Respecto a los suelos, aún cuando su valor como variable de segregación de zonas de procedencia es menor que el del clima, se aconseja no delimitar zonas que incluyan una heterogeneidad excesiva de suelos,

particularmente no incluir en una misma unidad terrenos con suelos de características opuestas (suelos ácidos y básicos; arenosos y arcillosos, etc.).

La altitud es un factor que se relaciona directamente con la expresión de variables edafoclimáticas, de modo que no resulta aconsejable que una zona de procedencias incluya variaciones mayores a 400 metros.

Por otra parte, deben tenerse en cuenta algunas consideraciones de carácter práctico, las que si bien involucrarán algún grado de sacrificio de la homogeneidad al interior de cada zona, como contrapartida contribuirán a facilitar la delimitación, acotar el número de unidades y facilitar la utilización del sistema propuesto. Entre ellas y como una característica propia del sistema divisivo, las zonas de procedencia deberán corresponder a unidades geográficamente continuas, con límites bien definidos y fácilmente distinguibles. En este aspecto, es importante que prevalezca un criterio de unidad geográfica y evitar una fragmentación que produzca un número excesivo de unidades. En ocasiones deberá sacrificarse precisión en la definición de los límites y remplazar fronteras minuciosas por otras similares de carácter práctico, más fáciles de definir y reconocer en terreno. Los cursos de ríos y fronteras administrativas pueden ser de utilidad en esta situación.

Información y Variables Relevantes

En general la definición de zonas de procedencia utiliza distintos criterios, aunque habitualmente se tienen en cuenta los ecológicos (clima, geología, suelo), los geográficos, los de distribución de la vegetación, los económico-silvícolas y los relacionados con límites administrativos.

La información disponible sobre la variación de las especies se utiliza en pocos casos, y casi siempre en el planteamiento general del problema, ya que esta información suele ser incompleta y referida a pocas poblaciones. En el mejor de los casos los datos procedentes de ensayos de procedencias-progenies y de marcadores bioquímicos pueden ser utilizados para precisar los límites entre las zonas, aún así, para las especies forestales nativas de Chile esa es una información de la que no se dispone, situación que enfatiza la necesidad de recurrir a una división de carácter fundamentalmente ambiental o ecológico para definir las zonas de procedencias nacionales. En el Cuadro 3.2 se sintetizan los principales criterios utilizados en algunos países europeos para sus respectivas definiciones de zonas de procedencia.

Cuadro 3.2
PRINCIPALES CRITERIOS UTILIZADOS PARA DEFINIR ZONAS DE PROCEDENCIA EN PAÍSES
EUROPEOS (Adaptado de Alía *et al.*, 2009).

Criterios	Países												
	FR	AU	BE1	BE2	AL	GB	IT	LI	NO	PO	RU	ES	SU
Geografía													
Altitud													
Clima													
Suelo													
Crecimiento													
Fenología													
Información de ensayos													

FR: Francia; AU: Austria; BE1: Bélgica (Flandes); BE2: Bélgica (Valonia); AL: Alemania; GB: Gran Bretaña;
 IT: Italia; LI: Lituania; NO: Noruega; PO: Polonia; RU: Rumania; ES: España; SU: Suecia.

• Aspectos Geográficos y Geomorfológicos

El aislamiento geográfico es un factor de primer orden en la diferenciación genética entre poblaciones al provocar el aislamiento reproductivo entre ellas. Poblaciones que crecen en ambientes similares pueden ser genéticamente diferentes si no existe flujo genético entre ellas (Martín *et al.*, 1998). Por el contrario, la continuidad geográfica puede homogenizar la genética de las poblaciones que se desarrollan en ambientes distintos, siempre que esta proximidad implique la ausencia de barreras reproductivas.

En Chile los grandes elementos del paisaje, entendidos como franja costera, cordillera de la costa, valle central, precordillera y alta cordillera andina, definen claramente situaciones de diversidad ambiental con una relativa homogeneidad interna que a su vez fluctúa en sentido latitudinal. Tales elementos resultan de gran valor como base para una posterior división de zonas de procedencia.

• Clima

De todos los factores que determinan la definición de zonas de procedencias, el clima es el más importante en la adaptación de las especies forestales y sus poblaciones (García del Barrio *et al.*, 2001). En base a la clasificación de climas de Chile se puede determinar a grandes rasgos zonas con condiciones similares.

No se consideran a este nivel las variables edáficas, ya que según Schlatter *et al.* (1994), para una subdivisión territorial a una escala nacional o regional el factor que tiene mayor influencia en definir condiciones similares es el clima. La condición edáfica define el sitio a una escala mucho menor (Vergara *et al.*, 1998).

Considerando el criterio climático, se pueden usar enfoques como el de ordenamiento de la tierra (Schlatter *et al.*, 1994; 1995), que consiste en una división del territorio valiéndose de la variación longitudinal y latitudinal del clima. En este sistema se establecen "zonas de crecimiento" (variación longitudinal) y "distritos de crecimiento" (variación latitudinal).

• Altitud

Puesto que el efecto altitudinal es uno de los más importantes, pues se relaciona con cambios de clima y de suelo, normalmente se le considera como un factor esencial a la hora de efectuar zonificaciones. Al respecto existen algunas consideraciones a tener en cuenta, entre ellas no trasladar semillas a zonas con mas de 400 m de diferencia de altitud, o equivalentemente no incluir diferencias de altitud superiores a 400 m en una misma zona de procedencia.

- **Suelo**

La adaptación de las especies a las condiciones edáficas no es tan estricta como a las climáticas, destacando que la recomendación general es no plantar en suelos ácidos con semillas provenientes de árboles que crecen en suelos básicos o viceversa. Tampoco trasladar de suelos arenosos a arcillosos.

Para que se produzca adaptación a condiciones edáficas particulares, estas deben cubrir zonas amplias donde el flujo genético con poblaciones adyacentes, que presenten características edáficas diferentes, sea lo suficientemente pequeño para permitir la selección de los genotipos más adaptados (García del Barrio *et al.*, 2001).

- **Vegetación**

La vegetación puede ser usada como un indicador de variación ambiental. Los cambios vegetacionales existentes en un territorio, son de una gran relevancia para poder identificar barreras climáticas y frenos en los flujos de genes.

Estos cambios pueden ser específicos, involucrando a una o pocas especies, o bien generales, en los cuales existe un cambio que aún cuando es gradual, implica la desaparición completa de grupos de especies, para dar paso a otras asociaciones vegetales.

Distinta información derivada del estudio de la vegetación puede ser de utilidad para definir zonas de procedencia. En una primera instancia la distribución de los tipos forestales puede contribuir a este objetivo. Evidencias de diferencias en el crecimiento y fenología de distintas especies también dan cuenta de diferencias ambientales o genéticas que ameriten ser consideradas en la definición de zonas de procedencia.

- **Otras**

Según Vergara *et al.* (1998), en Chile las cuencas de los ríos principales están distribuidas de tal forma que van sucediéndose a medida que avanza la latitud y cambia el clima. Por ello, y considerando que la cuenca es una unidad ideal en la que fenómenos como dispersión del polen y semilla deberían formar un sistema relativamente cerrado, es una forma interesante para diferenciar poblaciones que se muestran continuas.

CONCLUSIONES

Las zonas de procedencias están concebidas para facilitar el comercio del material forestal de reproducción mediante la identificación de la región en la que se han recogido los frutos o semillas.

La utilidad práctica de estas zonas es de vital importancia, debido a su incidencia en aspectos tan relevantes de una plantación, como lo son su adaptabilidad y la disminución de riesgos de contaminación genética de las masas autóctonas preexistentes.

Es conveniente por tanto contar con una división oficial de zonas de crecimiento, aspecto que debe ser materia relevante en una normativa de origen de semillas y calidad de plantas forestales.

Para la situación de las especies forestales nativas se recomienda implementar una zonificación pluriespecífica basada en el método divisivo.

Las principales variables a considerar en tal zonificación deberían ser de carácter geomorfológico, combinadas con criterios climáticos, de distribución de vegetación y combinados con apreciaciones prácticas que permitan definir un número acotado de zonas fácilmente distinguibles entre sí.

Capítulo 4

CALIDAD DE LA PLANTA FORESTAL





ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	57
EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS	58
Evaluación Morfológica Cualitativa	
Evaluación Morfológica Cuantitativa	
• Diámetro de cuello	
• Altura	
Índices Morfológicos	
• Relación Tallo - Raíz	
• Índice de calidad Dickson	
EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS	63
Nutrición Mineral	
Potencial Hídrico	
EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE RESPUESTA	64
Potencial de Crecimiento Radicular	
Resistencia a Heladas o Frio	
CONCLUSIONES	66



INTRODUCCIÓN

La calidad de la planta forestal es un concepto muy amplio y depende de diferentes factores que aluden a un conjunto de características morfológicas y fisiológicas que están cuantitativamente relacionadas con una respuesta satisfactoria en el campo (Rose *et al.*, 1990), por lo que la definición más aceptada por la mayoría de los autores hace referencia a que la calidad de las plantas es su capacidad para alcanzar unas determinadas expectativas de sobrevivencia y crecimiento en terreno (Duryea, 1985; Mexal y Landis, 1990; Rodríguez, 2008).

En los últimos años se ha reconocido que la calidad de planta es uno de los factores fundamentales para aumentar el éxito en la plantación (South, 2000; Villar-Salvador, 2003). Por ello, para asegurar un buen arraigo de las plantas en terreno, es necesario entender cómo las prácticas en vivero pueden afectar a la calidad de planta, estando ésta determinada por un complejo sistema de condiciones, tanto morfológicas como fisiológicas, siendo la calidad de planta la combinación de la calidad genética, sanitaria, morfológica y fisiológica (Villar-Salvador, 2003).

Variados factores de producción conforman la respuesta o comportamiento posterior de las plantas en terreno, entre ellos el sitio del vivero (suelo, fertilidad, humedad, clima), las características propias y genéticas de la semilla (grados de productividad y adaptabilidad, tamaño, variabilidad, germinación, tratamientos incluido el almacenamiento), el método de producción (raíz desnuda, contenedor), el espaciamiento, la época de siembra y duración del período de crecimiento, la edad de las plantas, la época del año en que las plantas son extraídas, los métodos de control de malezas y su efectividad, la nutrición de las plantas, los métodos de acondicionamiento, el ataque de insectos y enfermedades, entre otros (Chevasse, 1980).

El concepto de calificación de plantas establece que éstas son de buena calidad cuando satisfacen niveles o estándares definidos de funcionamiento (supervivencia y crecimiento) en un sitio forestal determinado. Además, la calidad supone la aptitud de las plantas para ser establecidas (plantadas) en terreno y, por lo tanto, plantas de buena calidad tienen una mejor oportunidad de establecerse y desarrollarse que el material de pobre calidad (Duryea, 1985 a; Aldhous, 1972).

Cuando se habla de calidad, se debe tener presente que en todo programa de producción silvícola se requiere generar plantas de alta calidad, al menor costo posible (Rose *et al.*, 1998), ello implica producir en el vivero, en la forma más eficiente, plantas que posean las mayores tasas de supervivencia y de crecimiento inicial para un sitio determinado (Duryea y Landis, 1984). La calidad se demuestra en el lugar de plantación, por su capacidad de arraigar y crecer satisfactoriamente, aunque se reconoce que parte de las capacidades depende de la técnica de repoblación y de las condiciones de cultivo en vivero (Montoya y Cámara, 1996).

Por lo anterior, en el vivero se debe efectuar una selección de aquellas plantas que cumplen con los requisitos establecidos por el productor o el forestador. Aunque lo usual es que el estándar de calidad sea determinado por los productores de plantas. En tanto, las grandes empresas forestales, que disponen de viveros, poseen sus propios estándares morfológicos, fisiológicos y genéticos, logrando en la mayoría de las ocasiones plantas de alta calidad.

La gran gran mayoría de los viveros forestales (CONAF, 2012) produce de acuerdo a sus propios estándares de calidad y en muchas ocasiones se observa una falta de transparencia en el tipo de producto que se comercializa, especialmente en sus cualidades genéticas (EMG, 2006; INFOR, 2011). Hasta el momento, el sector forestal chileno no ha implementado iniciativas que conduzcan a la certificación de semillas y plantas forestales, sin embargo, desde la perspectiva sanitaria se cuenta con una normativa oficial del Servicio Agrícola y Ganadero (www.sag.cl), relativa a la Fiscalización de Viveros y Depósitos de Plantas, orientada a tenedores, a cualquier título, de viveros o depósitos de plantas, con el objetivo de disminuir el riesgo de diseminación de plagas, con el objeto de mejorar la calidad productiva y asegurar la identificación correcta de las plantas a la venta.

Una iniciativa tendiente a la certificación de plantas que desarrollada por profesionales del Centro Tecnológico de la Planta Forestal (www.ctpf.cl), centro dependiente del Instituto Forestal (INFOR), quienes elaboraron

en conjunto con la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización y con la participación de un comité conformado por Servicios del Agro del Estado (SAG; CONAF e INFOR), empresas forestales, universidades y viveros forestales, la norma de certificación NCh N°2957 que estandariza la producción y comercialización del material de propagación de uso forestal, de las 5 principales especies forestales del país (pino radiata, eucalipto globulus y nitens, pino oregon y raulí), con la finalidad de resolver los principales problemas de baja calidad genética del material de propagación que se produce en los viveros forestales.

Iniciativas de estas características se encuentran implementadas en diversas partes del mundo, especialmente en la Comunidad Europea, ejemplo de ello es lo realizado en España (Montoya y Cámara, 1996; Peñuelas y Ocaña, 2000; Alía *et al.*, 2005).

El objetivo de la evaluación de calidad de plantas es predecir su sobrevivencia y crecimiento y para ello es importante conocer la historia de la planta desde la recolección de la semilla hasta el momento de su evaluación. Especialmente relevante es el tema, ya que evaluaciones realizadas han evidenciado problemas de calidad y productividad en las plantas forestales, especialmente las de los pequeños propietarios forestales, los cuales mayoritariamente obtienen sus plantas de los pequeños y medianos productores de plantas (EMG, 2006; INFOR-UACH, 2007; INFOR, 2011). Dichas plantas no cumplirían con los estándares de calidad en términos de calidad genética y morfológica y para mejorar el actual circuito de semillas-plantas-establecimiento, se requiere transparentar el mercado de las semillas y plantas. En este contexto, un instrumento relevante es el Reglamento Semillas y Plantas Forestales, como lo indica la Ley de Semillas (DL 1.764, 1977), pendiente desde el año 1977.

También es relevante determinar la calidad de la planta, la que está condicionada o modelada por los técnicas de producción y las características propias de la semillas (Chevasse, 1980). Para tal determinación es necesario disponer de criterios que permitan, complementariamente al circuito formal-legal, evaluar las calidades del material que se comercializa. Con este fin se evalúan diferentes métodos, según tipo de atributos: de respuesta, fisiológicos y morfológicos.

EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS

Evaluación Morfológica Cualitativa

Los atributos morfológicos cualitativos que son causales de descalificación o no certificación de plantas, dicen relación con daños o heridas presentes en el follaje, tallo, cuello y/o raíz de la planta (INN, 2006, Villar-Salvador, 2003). Características propias de la planta que son causales de desclasificación y que no deberían estar presentes son:

- Plantas total o parcialmente desecadas
- Tallo con una fuerte curvatura
- Tallo múltiple
- Tallo con muchas guías,
- Tallo y ramas con receso invernal incompleto
- Tallo desprovisto de una yema terminal sana
- Ramificación insuficiente, acículas más recientes gravemente dañadas hasta el punto de comprometer la supervivencia de la planta
- Cuello dañado, raíces principales con problemas de reviramientos
- Raíces secundarias inexistentes o seriamente amputadas
- Plantas que presentan graves daños causados por organismos nocivos

Cuadro 4.1
ATRIBUTOS FUNCIONALES Y PRUEBAS EMPLEADAS EN EL CONTROL DE LA CALIDAD DE
PLANTAS FORESTALES (Villar -Salvador *et al.*, 2000).

(en verde figuran los atributos utilizados más frecuentemente)

Atributos		
Morfológicos	Fisiológicos	De Respuesta
Cualitativos		
-Plantas con heridas no cicatrizadas	-Concentración de nutrientes	-Potencial de crecimiento radicular
-Plantas parcialmente o totalmente secas	-Concentración de azúcares de reserva	-Resistencia a las heladas
-Tallos con fuertes curvaturas	-Letargo de yemas terminales	-Resistencia a la desecación
-Tallos múltiples	-Fluorescencia de pigmentos fotosintéticos	
-Tallos con muchas guías (ápices)	-Liberación de electrolitos en raíces finas	
-Tallos y ramas sin receso vegetativa	-Conductancia estomática y tasa de fotosíntesis	
-Tallos desprovisto de una yema terminal sana	-Termografía foliar por infrarrojos	
-Inexistencia de ramificaciones o claramente insuficiente	-Emisión de compuestos volátiles inducidos por estrés	
-Follaje reciente y cuello de raíz dañado	-Estimación del vigor con colorantes vitales	
Cuantitativos	-Concentración de clorofilas	
-Altura parte aérea	-Potencial hídrico	
-Diámetro del cuello de raíz		
-Masa aérea y radical		
-Esbeltez de los tallos (altura / diámetro)		
-Proporción entre la masa aérea y la radical		
-Índice de Dickson*		
-Longitud de las yemas		

* Definido como: $ID = \text{Masa de Planta} / ((\text{Altura} / \text{Diámetro de Cuello}) + (\text{Masa Aérea} / \text{Masa Radicular}))$

Evaluación Morfológica Cuantitativa

La experiencia señala que plantas con distintos atributos morfológicos tienen diferente comportamiento, según los factores limitantes que el sitio presente (Escobar, 2007). La morfología no dice todo respecto de la calidad de una planta. La condición nutricional de las mismas, medida a través de la concentración foliar de nutrientes, está muy relacionada con el comportamiento que éstas puedan exhibir en terreno. En síntesis, la combinación de parámetros o atributos morfológicos y fisiológicos determinan la calidad de la planta, el éxito en su establecimiento y su posterior desarrollo en terreno (Duryea, 1985; van der Driessche, 1992; Villar-Salvador *et al.*, 2000).

No obstante, los atributos morfológicos, pueden correlacionarse exitosamente con la supervivencia y el crecimiento inicial en terreno de muchas especies de uso forestal, señalándose que mientras más grande es la planta, mayor es su potencialidad de supervivencia (Villar-Salvador *et al.*, 2000), y este resultado es variable de acuerdo al tipo de planta o la especie considerada y los tratamientos y condiciones de terreno (Navarro *et al.*, 2006).

- **Diámetro de Cuello**

El diámetro a la altura de cuello es considerado un predictor del comportamiento de la planta en terreno, como indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta.

El diámetro está influenciado por la densidad del cultivo en vivero y puede verse afectado por prácticas culturales. El diámetro de la planta se puede también mejorar a través de un aumento en la velocidad y la uniformidad en la germinación.

Este refleja la resistencia de las plantas y el tamaño del sistema radicular, el cual se ha encontrado que está positivamente relacionado con la cantidad de sustancias de reserva. South y Mexal (1984) encontraron que las plantas con mayores diámetros de tallo logran mejor supervivencia. Según Mexal *et al.* (1994), la sobrevivencia de las especies forestales aumenta entre 5 a 7% por cada milímetro de aumento en el diámetro de la planta.

- **Altura**

La variable altura se relaciona con la capacidad fotosintética y la superficie de transpiración de la planta (Ruano, 2008). Las plantas más altas pueden crecer mejor frente a la vegetación competidora, aunque esto implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado. La altura es uno de los parámetros más usados a la hora de evaluar la calidad de planta y es el más frecuente por su facilidad de medición.

Actualmente existe una tendencia cada vez más generalizada a considerar la altura como buen predictor de la supervivencia, por estar correlacionada positivamente con ella, como lo demuestran numerosos trabajos realizados en especies mediterráneas (Cortina *et al.*, 1997; Villar-Salvador, 2003).

La combinación de las características morfológicas largo de tallo y diámetro de cuello proporciona generalmente una exitosa medición de la calidad de las plantas. Las experiencias llevadas a cabo en relación al tamaño de las plantas y su funcionamiento en terreno, son un tanto contradictorias. En general, se puede señalar que mientras el estado fisiológico de las plantas sea el mismo, aquellas de mayor tamaño crecerán mejor, pero a menudo no sobrevivirán tan bien como el material más pequeño (Thompson, 1985). Plantas excesivamente altas son difíciles de plantar, desbalanceadas (pobre relación tallo/raíz) y susceptibles al daño por viento (Ritchie, 1984). Sin embargo, otros autores mencionan que plantas de mayor altura y diámetro presentan una mayor supervivencia en terreno (Iverson, 1984; Ritchie, 1984; Landis, 1990; Villar-Salvador, 2003; Ramírez y Rodríguez, 2004).

La definición de qué se entiende por una planta grande o pequeña es variable y arbitraria, lo que sí está claro es que la calidad de una planta está determinada por sus aspectos morfológicos y fisiológicos. En resumen, una planta de calidad con respecto a la altura es una que es tan alta como es posible, mientras aún posea un aceptable nivel de potencial de supervivencia y crecimiento para el sitio designado (Thompson, 1985).

Cuadro 4.2
ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE LAS PLANTAS DE RAULÍ (NCH 2957/5, 2006)

Sistema de Producción	Tipo de Planta	Atributo	Magnitud
A raíz desnuda	1	Altura [A]	25 cm - 40 cm
		Diámetro de cuello [D]	> 5 mm
		Relación [D/A]	Mínimo 1/50
		Raíces	Longitud desde 8 cm a 15 cm
	2	Altura [A]	40 cm - 100 cm
		Diámetro de cuello [D]	>8 mm
		Relación [D/A]	Mínimo 1/50
		Raíces	Longitud desde 20 cm a 30 cm. Con abundante masa de raíces
Mixto	1*	Altura [A]	25 cm - 40 cm
		Diámetro de cuello [D]	>5 mm
		Relación [D/A]	Mínimo 1/50
		Raíces	Longitud desde 8 cm a 15 cm
A raíz cubierta	1-0	Altura [A]	25 cm - 35 cm
		Diámetro de cuello [D]	>3 mm
		Relación [D/A]	Mínimo 1/83
		Raíces	Pan íntegro. Volumen mínimo de la cavidad 135 cm ³

1-0 : Planta cultivada por 1 temporada en la platabanda en que fue sembrada originalmente.

2-0 : Planta cultivada por 2 temporadas en la platabanda en que fue sembrada originalmente.

1* : Planta cultivada inicialmente en contenedor y luego trasplantada a platabanda, donde se mantiene hasta su despacho, todo esto en una temporada.

1-0* : Planta cultivada 1 temporada en contenedor hasta su despacho.

Índices Morfológicos

Un índice morfológico es una combinación de dos o más parámetros morfológicos. Ellos son generalmente diseñados para servir a uno o dos propósitos. El primero es para describir un atributo abstracto de una planta, tal como balance o vigor. El segundo es para determinar la importancia relativa de la combinación de los parámetros morfológicos en un índice que exprese más estrechamente el funcionamiento en terreno de algún parámetro individual (Thompson, 1985).

- Relación Tallo-Raíz

La razón Tallo/Raíz, o índice Tallo/Raíz (ITR), se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y el peso de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta. En general se exige que, en una planta lavada y seca, el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz (Montoya y Cámara, 1996). Generalmente, mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos.

La relación Tallo/Raíz ha sido vista como una medición del balance entre el área de transpiración (tallo) y el área de absorción (raíz) de agua de una planta. En general, tanto el peso o volumen del tallo o raíces son utilizados para obtener la relación. Debido a que no se tiene una buena medida contra la cual comparar sistemas radiculares y una cuantificación de la raíz necesaria para asegurar la supervivencia y crecimiento en la plantación, la relación tallo/raíz ha sido de gran valor en la corrección del tamaño de las plantas y la predicción del potencial de supervivencia en terreno (Thompson, 1985).

El riesgo que conlleva la determinación de las relaciones tallo/raíz es que el peso o volumen del sistema radicular no sea un buen indicador de la habilidad del sistema radicular para proveer agua y minerales. Por lo mismo, se requiere contar con alguna estimación del área superficial total del sistema radicular o alguna medición de fibrosidad o capacidad de absorción. Desafortunadamente, tales cuantificaciones son difíciles y costosas de realizar (Ritchie, 1984).

Existen evidencias de que las plantas con menor relación entre el peso aéreo y el radicular (PA/PR) pueden mantener un mejor estado hídrico con un consumo más moderado de agua en situaciones de deficiencia hídrica (Stewart y Bernier, 1995). Las diferencias de PA/PR pueden incluso explicar la distinta capacidad de supervivencia que existe entre algunas especies leñosas mediterráneas (Lloret *et al.*, 1999 citado por Villar-Salvador, 2003). Sin embargo, a nivel intraespecífico, las relaciones entre PA/PR y la capacidad de desarrollo en campo son menos claras.

Algunos autores han encontrado en plantas de coníferas y latifoliadas que una baja relación T/R logran mejor supervivencia (Villar datos inéditos: Mc Donald, 1984, citados por Villar-Salvador, 2003). Dentro de un límite, se señala que la relación T/R puede ser un índice muy útil para predecir supervivencia, pero probablemente tiene un valor pequeño en predecir crecimiento en terreno. En general, una planta de calidad podría tener una relación T/R tan baja como sea posible para asegurar la mayor supervivencia (Thompson, 1985).

Algunas investigaciones muestran que la relación tallo/raíz puede indicar una buena supervivencia y potencial de crecimiento. Sin embargo, otros autores no concuerdan en este sentido y señalan que la relación tallo/raíz puede variar como resultado de factores como el tamaño o edad de las plantas, la constitución genética, las condiciones medioambientales de crecimiento y las prácticas culturales. Por otra parte, las condiciones limitantes que presente el sitio de plantación varían ampliamente con el clima y tipo de vegetación, por lo tanto, plantas de baja relación tallo/raíz que presentan normalmente una alta supervivencia, en sitios donde el factor limitante es la competencia por luz, ésta dependerá más fuertemente del tamaño del tallo que de la relación tallo/raíz. Algunos investigadores utilizan pesos secos de raíces y tallos, otros volumen de las partes de la planta y también relaciones de peso del follaje y área de superficie radicular como un índice de resistencia a la sequía (Lavander, 1984).

- Índice de Calidad de Dickson

Este índice integra la relación entre la masa seca total de la planta (g), la suma del Índice de Esbeltez (IE) y la relación parte seca aérea/parte seca radical o Índice de Tallo-Raíz (ITR). Este Índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura pero con mayor vigor (Dickson *et al.*, 1960).

De acuerdo con estudios realizados en coníferas, un índice inferior a 0,15 podría significar problemas en el establecimiento de una plantación (Hunt, 1990). Basado en resultados de plantaciones, para especies latifoliadas se recomienda un valor de índice de 0,2 como mínimo (García, 2007).

El índice combina cinco variables morfológicas y fue usado por Dickson y colaboradores para *Picea glauca* y *Pinus albicaulis*, posteriormente fue usado por Ritchie (1984) en *Pseudotsuga menziesii*.

$$QI: p / ((h/d) + (pa/ps))$$

Donde:

QI = índice de calidad

p= peso anhidro total de la planta en gramos

h= altura de la planta en centímetros

d= diámetro en milímetros (mm)

pa= peso anhidro de la parte aérea en gramos

ps = peso anhidro de la parte subterránea en gramos

Este índice ha sido utilizado exitosamente para seleccionar las plantas plantables de las no plantables. También sirve para estimar el éxito en la plantación de varios tipos de material (Ritchie, 1984).

EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS

Al conjunto de atributos fisiológicos, entre los más comunes el estado nutricional y potencial hídrico, que determina el estado fisiológico de las plantas al momento de ser retiradas del vivero hasta el momento en que son plantadas, se les conoce como atributos fisiológicos, estos se caracterizan por ser buenos predictores de supervivencia, crecimiento y desarrollo inicial.

Los atributos morfológicos de las plantas son indicadores de su respuesta en terreno pero no entregan toda la información necesaria de su comportamiento. Para complementar la información se han desarrollado los atributos fisiológicos, los cuales se asocian a su supervivencia y crecimiento en el sitio de establecimiento. Los atributos mas utilizados se encuentran en el Cuadro 4.3, destacan entre ellos la nutrición mineral y el potencial hídrico.

Cuadro 4.3
ATRIBUTOS FISIOLÓGICOS DE LAS PLANTAS FORESTALES
ESTABLECIDOS POR LA NORMA CHILENA 2957 (INN, 2006)

Tipo	Nutriente	Símbolo	Rango Adecuado		
Macronutriente	Nitrógeno	N	1,70%	a	2,50%
	Fósforo	P	0,12%	a	0,25%
	Potasio	K	0,50%	a	1,50%
	Calcio	Ca	0,20%	a	0,90%
	Magnesio	Mg	0,10%	a	0,30%
	Azufre	S	0,15%	a	0,20%
Micronutriente	Hierro	Fe	50 µg/g	a	400 µg/g
	Manganeso	Mn	100 µg/g	a	1 250 µg/g
	Zinc	Zn	10 µg/g	a	150 µg/g
	Cobre	Cu	6 µg/g	a	100 µg/g
	Boro	B	10 µg/g	a	100 µg/g

Nutrición Mineral

La calidad de la planta está asociada también a su estado interno de nutrición mineral, el que suele reflejarse en el color de las hojas, y que normalmente se confirma a través de un análisis químico de las mismas y su posterior comparación con valores estándares previamente definidos. Generalmente en la literatura se puede encontrar una diversidad de valores (Landis, 1985; Boardman *et al.*, 1997; Menzies *et al.*, 2001; INN, 2006; Ruano, 2008).

Los análisis nutricionales sólo ofrecen la concentración en que los nutrientes se encuentran en la muestra. Esta información tomada aisladamente, puede llevar a conclusiones erróneas, ya que tales concentraciones pueden oscilar ampliamente dependiendo de la época del año (Birchler *et al.*, 1998).

Los rangos nutricionales de los macro y micronutrientes presentes en el Cuadro 4.3 fueron determinados, al término de la fase de endurecimiento (INN, 2006), en general se recomienda realizar los análisis foliares después de tres semanas de terminada dicha fase (Escobar, 2007).

La nutrición mineral contribuye a la calidad de la planta afectando su desarrollo en terreno. Los niveles óptimos de los elementos dependen de cada especie, del lugar de plantación y de las condiciones del cultivo utilizados (Oliet *et al.*, 2007).

Potencial Hídrico

El agua es indispensable en diversos procesos fisiológicos, tales como la transpiración y la fotosíntesis además de acompañar en las reacciones enzimáticas (Taiz y Zeiger, 2010).

Existen numerosos períodos de tiempo en los que las plantas son especialmente sensibles al estrés hídrico; durante la elongación activa del tallo, durante los procesos de extracción del vivero y plantación y una vez plantada. Por ello, para obtener un óptimo crecimiento y desarrollo de la planta en vivero, al igual que una humedad adecuada para la plantación, es importante mantener el potencial hídrico de la planta por debajo de los límites de estrés durante la época de crecimiento, así como durante la extracción, selección, transporte y plantación (Lavender y Cleary, 1974, citado por Birchler *et al.*, 1998).

El potencial hídrico será siempre negativo (agua pura -sin solutos- un potencial hídrico igual a 0), y más negativo cuanto mayor sea la concentración de solutos. Por eso el agua pasará del medio con potencial hídrico menos negativo al que tiene potencial hídrico más negativo (con mayor concentración de solutos).

El potencial hídrico representa el estado de la energía del agua dentro de la planta, el cual se hace más negativo conforme avanza el agua en su ruta de la raíz al follaje (Rodríguez, 2008). Se sugiere potencial hídrico, por ejemplo para pino Oregón a raíz desnuda debe ser mayor de -1,0 MPa, y preferiblemente mayor de -0,5 MPa, tras la extracción del vivero (Lavender y Cleary, 1974, citado por Birchler *et al.*, 1998).

EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE RESPUESTA

Al conjunto de variables que permiten predecir la respuesta de las plantas ante situaciones de estrés específico que presente el sitio de plantación, se le conocen como atributos del comportamiento y se destacan entre ellos, por ser buenos predictores de la supervivencia de las plantas, al potencial de crecimiento radicular, la resistencia a heladas y estrés hídrico.

La nutrición mineral, el estatus de carbohidratos, el estatus hídrico, los niveles de reguladores de crecimiento, altura, diámetro y otros, pueden ser determinados midiendo directamente los atributos por métodos directos e indirectos. Los atributos de funcionamiento, tales como potencial de crecimiento radicular, resistencia a heladas, vigor y otros, pueden ser determinados mientras las plantas se encuentran sometidas a ciertos regímenes ambientales, evaluando de esta manera sus respuestas.

Algunas de estas áreas o pruebas de atributos tales como potencial de crecimiento radicular y resistencia a heladas, han recibido mucha más atención que otras, como el estatus de carbohidratos o nutrición mineral (Duryea, 1985 a).

Potencial de Crecimiento Radicular

El Potencial de Crecimiento Radicular (PCR) se define como la capacidad del sistema radicular de una planta para producir nuevas raíces después de haber sido plantada (Burdett, 1979; Ritchie, 1985 b; Ritchie y Tanaka, 1990; Peñuelas y Ocaña, 2000). Este método permite o tiene por objetivo pronosticar el comportamiento de la planta en terreno, ya que existiría una relación directa entre la cantidad de raíces que una planta puede producir bajo condiciones ambientales ideales y el crecimiento inicial en terreno (Landis y Skakel, 1988).

El potencial de crecimiento radicular presenta cierta variabilidad que depende de las especies evaluadas (Ritchie, 1984; De Carli, 1999). Las pruebas para evaluar las respuestas de las plantas son desarrolladas en invernaderos o cámaras (Escobar, 2007; Rodríguez 2008) donde se controlan las variables ambientales.

El indicador de la calidad de las plantas se determina en función del número de raíces nuevas que es capaz de generar la planta en un número de días determinado (Cuadro 4.4), días que varían según las especies (Ritchie, 1984).

Cuadro 4.4
CLASES DE POTENCIAL DE CRECIMIENTO RADICULAR

Clase	Características
0	No hay raíces nuevas
1	Algunas raíces nuevas, pero ninguna mayor a 1 cm
2	1 a 3 raíces nuevas mayores a 1 cm
3	4 a 10 raíces nuevas mayores a 1 cm
4	11 a 40 raíces nuevas mayores a 1 cm
5	Más de 30 raíces nuevas mayores a 1 cm

[Fuente: Burdett, 1979]

El PCR es un indicador que debe ser evaluado con precaución, ya que es común asumir que un elevado potencial de crecimiento radicular (alto número de raíces nuevas) implicaría una muy buena sobrevivencia, sin embargo esto no necesariamente es así, ya que los factores ambientales del sitio influirán sobre el comportamiento o respuesta de la planta (Ritchie y Landis, 2003, citado por Rodríguez, 2008).

Resistencia a Heladas o Frio

El proceso para lograr que las plantas logren resistencia al frío proporciona a los vegetales en condiciones naturales capacidad de sobrevivir a bajas temperaturas invernales en estaciones templadas y frías, sin embargo, a veces hay problemas con heladas tempranas o tardías.

En general se conocen varias definiciones, aunque la más frecuente es la temperatura más baja por debajo del punto de congelación a la cual se puede exponer a las plantas sin que resulten dañadas, o la temperatura mínima a la cual se mueren el 50% de las plantas (Ruano, 2008).

La supervivencia de las plantas al frío depende de su propio potencial genético, el cual se activa por la influencia de ciertos factores ambientales como la temperatura, la luz, la humedad y la fertilidad del medio. El efecto de la interacción de todos ellos hace difícil evaluar cada uno por separado, lo cual obliga a tenerlos todos en cuenta a la hora de modificar las prácticas culturales en el vivero.

CONCLUSIONES

La planta de calidad o planta ideal se define por su capacidad de sobrevivir y crecer en terreno, dicha calidad esta determinada por aspectos genéticos, fisiológicos y morfológicos. En sus aspectos genéticos es de interés disponer material que presente ventajas en productividad y de adaptabilidad, especialmente las especies nativas. Los aspectos morfológicos cualitativos y cuantitativos son ampliamente conocidos y utilizados, debido a que su evaluación es rápida y de bajo costo, entre ellos destacan la altura y diámetro de cuello con los cuales se crean índices que permiten caracterizar el comportamiento de la planta en terreno. En tanto las características fisiológicas, especialmente los rangos nutricionales y el potencial de crecimiento radicular son evaluaciones que permiten clasificar las plantas, aunque su determinación es compleja y requiere de laboratorios y tiempo.

En Chile la certificación de plantas forestales es llevada a cabo por el SAG, organismo que controla los aspectos sanitarios de las plantas producidas en los viveros forestales, con el objetivo de disminuir el riesgo de diseminación de plagas, siendo su fiscalización obligatoria cuando el servicio lo requiere.

En tanto iniciativas de carácter voluntarios, como la Norma Chilena N° 2957, que tienen por objetivo contribuir a la certificación de la plantas forestales en sus características genéticas, fisiológicos (rangos nutricionales) y morfológicos, ya sea parámetros cualitativos y cuantitativos, no ha sido suficientemente adoptada por los productores de plantas.

Atendiendo a los bajos rendimientos de productividad observados en las plantaciones forestales de los pequeños y medianos productores y a la gran cantidad de viveros existentes en el país, se considera como favorable que se implemente el reglamento de semillas y plantas forestales, el cual tiene su formulación pendiente desde el año 1977 (Ley de Semillas DL N° 1.764).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





Agúndez, D.; Martín, S.; De Miguel, J.; Galera, R.; Jiménez, M. y Díaz-Fernández, P., 1995. Las regiones de procedencia de *Fagus sylvatica* en España. ICONA. Madrid, España. ISBN 84-8014-139-5. 104 p.

AID, 1990. Forstliches Saat und pflanzgut. Gewinnung und Vertrieb. 39 p.

Aldhous, J., 1972. Nursery practice. Her Majesty's Stationery Office. London, Forestry Commission Bulletin N° 43. 184 p.

Alía, R.; Alba, N.; Agúndez, D. e Iglesias, S. (coord.), 2005. Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384 p.

Alía, R.; Mancha, J.; Sánchez de Ron, D.; Barba, D.; Climent, J.; García del Barrio, J.; Notivol, E. e Iglesias, S., 2009. Las regiones de procedencia de las especies forestales en Europa. En: Revista de la Asociación y Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales, Foresta N°46. Pp: 44-48.

Barner, H. y Willan, R., 1983. El concepto de zonas semilleras. En: Unidades de recolección de semillas: Zonas semilleras. Nota técnica N° 16. Humlebaek, Dinamarca. Pp: 4-9.

Barner, H.; Olesen, K. y Wellendorf, H., 1998. Classification and Selection of Seed Sources. Lecture Note B.1. Danida Forest Seed Centre, DFSC, Humlebaek, Dinamarca. Noviembre, 1988. 33 p.

Birchler, T.; Rose, R.; Royo, A. y Pardos, M., 1998. La Planta Ideal: Revisión Del Concepto, Parámetros Definitorios e Implementación Práctica. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 7 (1 y 2).

Boardman, R.; Lambert, M.; Webb, M.; Cromer, R. N., 1997. Chapter 10 Forest Plantations pp 503-566. In: Reuter DJ. And Robinson J. (eds). Plant Analysis: a Interpretation Manual Secod Ed. CSIRO pub Australia 572.

Burdett, A.N., 1979. New methods for measuring root growth capacity: Their value in assessing Lodgepole Pine stock quality. Canadian Journal of Forest Research 9: 63-6.

Campbell, S. y Landis, T. (eds), 1990. Target seedling symposium: Proceedings: Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations; 1990 Aug 13-17; Roseburg, OR. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200, pp 37-51.

Carrasco, M., 1997. Diagnóstico de la producción de semillas y sus perspectivas para Chile. Memoria Ing. Agrónomo. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 184 p.

Cleary, B.; Greaves, R. y Owston, P., 1978. Seedlings. En: Cleary, B.D.; Greaves, R.D.; and Hermann, R.K (Eds.). Regenerating Oregon Forests, pp. 63-98. Oregon State Univ. Extension Service, Corvallis, OR, USA.

CONAF, 2012. Estadísticas Forestales. <http://www.conaf.cl/conaf/seccion-estadisticas-forestales.html> (consultado el 19 de marzo de 2012).

Cortina J.; Valdecantos A.; Seva J.P.; Vilagrosa A., Bellot J. y Vallejo V.R., 1997. Relación tamaño-supervivencia en plántones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidos en vivero. En: Actas II Congreso Forestal Español, pp. 159-164.

CTGREF, 1976. Semences forestieres. Les regions de provenances de picea común. CTGREF Not Tech. N° 30.

Chavasse, R., 1980. Planting stock quality: A review of factors affecting performance. *New Zealand Journal of Forestry* 25: 144-171.

De Carli, N., 1999. El potencial de crecimiento radicular como predictor del comportamiento inicial del plantas de *Eucalyptus nitens* en terreno. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Chile 27 p.

Decreto N° 188 Ministerio de Agricultura, 1978. Aprueba Reglamento General del Decreto Ley N° 1.764, de 1977, para las Semillas de Cultivo.

Decreto N° 195 Ministerio de Agricultura, 1979. Aprueba el Reglamento del Decreto Ley N° 1.764, de 1977, para Semillas y Plantas Frutales.

Dickson, A.; Leaf, L. y Hosnerr, J., 1960. Quality appraisal of White Spruce and White Pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicle* 36: 10-13.

DL. 1764, 1977. Ley de Semillas. Fija Normas para la Investigación, Producción y Comercio de Semillas.

Dorado, M.; Joseau, J.; Verzino, G. y Tablada, M., 1999. Calidad fisiológica de semilla de *Pinus elliotti* procedente de plantaciones del Valle de Calamuchita y de huertos semilleros de Estados Unidos. En: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia, Chile. 9 p.

Duryea, M., 1985a. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. En: M.L. Duryea, editor, evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Páginas 1-4. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.

Duryea, M., 1985b. Root growth potential: principles, procedures and Predictive ability. En: M.L. Duryea, editor, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Páginas 93 - 193. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.

Duryea, ML and Landis TD, (eds.) 1984. Forest nursery manual: production of bare-root seedlings. The Hague/Boston/Lancaster: Martinus Nijhoff/Dr W Junk Publishers. 386 p

EMG, 2006. Estudio Mercado. Proyecto investigación "Centro Tecnológico de la Planta Forestal: Referente científico tecnológico para aumentar calidad y productividad de plantas forestales" Asesoría contratada por INFOR- INNOVA. 72 p.

Escobar, R., 2007. Manual de Viverización: *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Centro Tecnológico de la planta Forestal. 229 p.

García, M., 2007. Importancia de la calidad del plantín forestal. XXII Jornadas Forestales de Entre Rios, Concordia, octubre de 2007. 10 p.

García del Barrio, J.; De Miguel, J.; Alía, R. e Iglesias, S., 2001. Regiones de identificación y utilización de material forestal de reproducción. Serie cartográfica. Secretaría general del medio ambiente. Dirección general de conservación de la naturaleza. España. 293 p.

Gordon, A. and Samuel, J., 1992. Systems of Seed and Plant Identification and Certification. Forestry Commission. Bulletin 831992. Seed Manual for Forest Trees. 130p.

Gutiérrez, B., 2000. Áreas productoras de semillas en el mejoramiento genético de *Nothofagus*. En: Ipinza, R.; Gutiérrez, B. y Emhart, V. (Eds). Domesticación y Mejora Genética de Raulí y Roble. UACH-INFOR. Valdivia, Chile. Pp: 215-236.

Hunt, G., 1990. Effect of styroblock design and copper on morphology of conifer seedlings. En: Rose, R., S. J. Campbell y T. D. Landis (eds.). Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. General Technical Report RM-200. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 218-222. Available at: <http://www.fcanet.org/proceedings/1990/hunt.pdf>.

INFOR, 2011. Anuario Forestal 2011. Boletín Estadístico N° 132. 136 p.

INFOR, 2012a. Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. En imprenta.

INFOR, 2012b. Situación actual del sistema de abastecimiento de semillas y producción de plantas nativas en los principales viveros del país. Informe de Final. Proyecto Fundamentos para una normativa sobre origen de semillas y calidad de plantas forestales nativas. Concepción, 36 p.

INFOR, 2012c. Informe: Criterios de calidad de planta en los viveros forestales de la zona centro-sur del país. Proyecto 028/2010: "Fundamentos para una normativa sobre el origen de semillas y calidad de plantas forestales nativas" 1° concurso Fondo de Investigación del Bosque Nativo. CONAF. 30 p.

INFOR-UACH, 2007. Informe Técnico 173: Disponibilidad de madera de eucalyptus en Chile 2006 - 2025. Valdivia: INFOR, 2007. 57 p.

INN, 2006. Instituto Nacional de Normalización. Norma Ch 2957 Parte 0: Producción y comercialización y Parte 1 a 5. Requisitos Generales. Santiago Chile.

Iverson, R., 1984. Planting-stock selection: Meeting biological needs and operational realities. In Duryea, M.L., and Landis, T.D. (Editors) Forest Nursery Manual: Production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr.W. Junk Publishers.

Landis, T., 1985. Mineral nutrition as an index of seedling quality. En: M. L. Duryea, editor, Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Páginas 29-48, Oregon State University, Forest Research Laboratory, Corvallis.

Landis, T., 1990. Containers: types and functions. In: Landis T.D.; Tinus RW.; McDonald, S.E. Barnett, J.P. The Container Tree Nursery Manual, Volume 2. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 1-39.

Landis, T. and Skakel, S., 1988. Root growth potential as an indicator of aut planting performance: Problems and perspectives. Pp. 106-110. In Landis TD. Proceeding of th 1988 combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. Vernon, BC Canada USDA Forest Service General Technical Report RM 167.

Lavander, D., 1984. Plant physiology and nursery environment: interactions affecting seedling growth. Pp 133-141 In: Duryes, M. y T. Landis, Eds. Forest nursery manual: Production of bareroot seedlings. Oregon State University. Corvallis, Oregon, U.S.A. 386 p.

Martin, S.; Díaz-Fernández, P. y De Miguel, J., 1998. Regiones de procedencia de especies forestales españolas: Descripción y principales características Géneros *Abies*, *Fagus*, *Pinus* y *Quercus*. Dpto. de Mejora y Biotecnología CIFOR-INIA. Unidad de Anatomía, fisiología y Genética ETSI de Montes. UPM. España. 22 p + anexos.

Menzies, M. I.; Holden, D. and Klomp, B., 2001. Recent trends in nursery practice in new Zealand. New Forests 22 3-7 p.

Mesén, F., 1994a. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. En: Memorias I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y manejo de Fuentes semilleras. PROSEFOR-ONS-MIRENEM, 11-13 de mayo, 1994. San Carlos, Costa Rica. Pp: 45-49.

Mesén, F., 1994b. Establecimiento y Manejo de Rodales Semilleros. En: Memorias I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y manejo de Fuentes semilleras. PROSEFOR-ONS-MIRENEM, 11-13 de mayo, 1994. San Carlos, Costa Rica. Pp: 33-44.

Mexal, J. and Landis, T., 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: ROSE, R; et al., (eds.). Target seedling symposium: Proceedings, combined meeting of the western forest nursery associations. Roseburg, OR. GTR: RM-200. USDA Forest Service pp: 17-34.

Mexal, J.; Newmann, R.; Fisher, J.; Phillips, R.; Sammis, T. y Landis, T., 1994. Viveros y Reforestación en México. Curso Internacional de entrenamiento 4-22 Julio. Centro para la forestación de las Américas y Universidad Estatal de Nuevo México. 135p.

Montoya, J. M. y Cámara, M. A., 1996. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 127 p.

Navarro, R.; del Campo, A. y Cortina, J., 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. Cap. 2. In Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Cortina, J., Peñuelas, J.; Puértolas, J.; Vilagrosa, A.; and Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

OECD, 1974. OECD Scheme for the control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade. Paris, France.

Oliet, J.; Valdecantos, A.; Puértolas, J. y Trubat, R. 2007. Influencia del estado nutricional y el contenido en carbohidratos en el establecimiento de las plantaciones, capítulo 5. En: Cortina J., Peñuelas J., Puértolas J., Savé R. y Vilagrosa A. (Coord.). Calidad de la planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos.

Pastorino, M. y Gallo, L., 2009. Definición de regiones de procedencia para las especies nativas de mayor potencial de domesticación: Resultados preliminares en ciprés de la cordillera. En: XII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. 18-23 de octubre de 2009. 7 p.

Peñuelas, R. y Ocaña, B., 2000. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi-prensa. Madrid, España. 190 p. Segunda Edición.

Pons, J., 2001. El marco conceptual de la certificación. Ecocert . Francia. 4 p.

Ramírez A. y Rodríguez D. 2004: Efectos de calidad de plantas, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del medio ambiente, año/vol. 10, número 2001. Universidad Autónoma de Chapingo pp 5-11.

Ritchie, G., 1985. Root growth potential: principles, procedures and predictive ability. En: M.L. Duryea editor. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests, Páginas 93-104. Oregon State University, Corvallis.

Ritchie, G. y Dunlap, J., 1980. Root growth potencial: its development and expression in forest tree seedlings. New Zealand Journal of Forestry Science 10: 218-248.

Ritchie, G. y Tanaka, Y., 1990. Root Growth Potential and the Target Seedling. In: Rose, R.; Campbell, S.J.; Landis, T. D., eds. Proceedings, Western Forest Nursery Association; 1990 August 13-17; Roseburg, OR. General Technical Report RM-200. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 37-51. Root growth potential and the target seedling. Available at: <http://www.fcanet.org/proceedings/1990/ritchie.pdf>.

Rodríguez, D. 2008. Indicadores de Calidad de Planta Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 157 p.

Rose, R.; Birchler, T.; Pardos M. y Royo A. 1998. La plántula ideal: producción de Plántulas de calidad para mejorar el comportamiento de las plantaciones. Versión 28 de Marzo 2008., p 44.

Ruano, J., 2008. Viveros forestales. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa 2º edición- 285 p.

Rutz, H., 1999. Sorten- und Saatgut Recht. das gesamte Bundesrecht über Pflanzensorten und Saatgut mit Ausnahme der Bestimmungen über forstliches Saat - gut Pflanzen/ Hans-Walter Rutz (hersg) 8ª Auflage. 356 p.

Schlatter, J.; Gerding, V. y Adriazola, J., 1994. Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a las Regiones VII, VIII y IX. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 114 p.

Schlatter, J.; Gerding, V. y Huber, H., 1995. Sistema de ordenamiento de la tierra. Herramienta para la planificación forestal aplicada a la X Región. Serie Técnica, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 93 p.

South, D., 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. Forestry and Wildlife Research Series Nº 1. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. 12 p.

South, D. y Mexal, J.G. 1984. Growing the 'best' seedling for reforestation success. Auburn, AL: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Forestry Department, Ser. 12. 11 pp.

Stewart, J. y Bernier, P., 1995. Gas exchange and water relations of three sizes of containerized *Picea mariana* seedlings subjected to atmospheric and edaphic water stress undercontrolled conditions. *Annales des Sciences Forestières* 52: 1-9.

Taiz, L. y Zeiger, E., 2010. Plant Physiology. Fifth Edition 782 p.

Thompson, B., 1985. Seedling morphological evaluation - what you can tell by looking. Pp. 5971 In: Duryea, M., Ed. Proceedings: Evaluating seedling quality: principle, procedure and predictive abilities of major test. Oregon State University. Corvallis, Oregon. U.S.A. 143 p.

Van den Driessche, R. 1992. Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen, and potassium. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 740-749.

Vergara, R.; Ipinza, R.; Donoso, C. y Grosse, H., 1998. Definición de zonas de procedencias de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y raulí (*Nothofagus alpina* (Poep. et Endl.) Oerst.). Estado de avance. En: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, "El manejo Sustentable de los Recursos Forestales, Desafío del Siglo XXI". Valdivia, 22 al 28 de noviembre de 1998.

Villar-Salvador, P., 2003. Importancia de la calidad de la planta en los proyectos de revegetación. En: Rey-Benayas, JM; Espigares Pinilla, T; Nicolau Ibarra, JM (Eds.), Restauración de Ecosistemas en Ambientes Mediterráneos., Universidad de Alcalá /Asociación Española de Ecología Terrestre, pp : 65-86.

Villar-Salvador, P.; Domínguez Lerena, S.; Peñuelas Rubira, J.L.; Carrasco, I.; Herrero Sierra, N.; Nicolás Peragón, J.L. y Ocaña Bueno, L., 2000. Plantas grandes y mejor nutridas de *Pinus pinea* L. tienen mejor desarrollo en campo. En 1er Simposio del pino piñonero (*Pinus pinea* L.), Volumen 1, Páginas 219-227. Junta de Castilla y León, Valladolid.

Zobel, B. y Talbert, J., 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Editorial Limusa S.A. de C.V. México. 545 p.



INFOR
Instituto Forestal

www.infor.cl