



INSTITUTO FORESTAL • CASILLA 385 • VALDIVIA • CHILE

INSTITUTO FORESTAL

Manual de Viverización y Plantación de Especies Nativas

Iván Quiroz M.
Luis Flores M.
Martín Pincheira B.
Arnoldo Villarroel M.

INDICE

1.	INTRODUCCION	3			
2.	PLANTAS Y SEMILLAS	7			
2.1	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS Y CRECIMIENTO	7			
2.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS PLANTAS	9			
2.2.1	TIPO DE PRODUCCIÓN	9			
2.2.2	INDICADORES DE CALIDAD	10			
2.2.2.1	DIÁMETRO DE CUELLO	10			
2.2.2.2	ALTURA	10			
2.2.2.3	RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	10			
2.2.2.4	TALLO/RAÍZ	10			
2.2.2.5	VOLUMEN DE RAÍZ	10			
2.2.3	ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN	10			
2.3	SEMILLA	12			
2.3.1	PROCEDENCIAS	12			
2.3.2	TIPOS DE ÁREAS SEMILLERAS	12			
2.3.2.1	ARBOLES SEMILLEROS	12			
2.3.2.2	ÁREAS PRODUCTORAS DE SEMILLA	12			
2.3.2.3	HUERTOS SEMILLEROS CLONALES	14			
2.3.3	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE SEMILLAS	15			
2.3.4	ÉPOCA DE RECOLECCIÓN	15			
2.3.5	MANEJO DE SEMILLAS	17			
2.3.5.1	PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	17			
2.3.5.2	EXTRACCIÓN Y SECADO	17			
2.3.5.3	LIMPIEZA	18			
2.3.5.4	CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO	18			
2.3.5.5	ANÁLISIS DE LABORATORIO	18			
2.3.5.6	ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA	21			
2.3.6	ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SEMILLAS	22			
2.3.7	TRATAMIENTOS PRERGERMINATIVOS	22			
2.3.7.1	ESTRATIFICACIÓN EN FRÍO	23			
2.3.7.2	REMOJO EN ÁCIDO GIBERÉLICO	23			
2.3.7.3	REMOJO EN AGUA FRÍA	23			
2.3.7.4	GOLPE DE FRÍO	23			
3.	PRODUCCION DE PLANTAS A RAIZ DESNUDA	27			
3.1	ELECCIÓN DEL SITIO	27			
3.1.1	ACCESIBILIDAD	27			
3.1.2	SUMINISTRO DE AGUA	27			
			3.1.2.1	CONTENIDO TOTAL DE SALES SOLUBLES	29
			3.1.2.2	PROPORCIÓN DE SODIO	29
			3.1.3	CLIMA	29
			3.1.4	SUELO	30
			3.1.5	VOLUMENES DE PRODUCCIÓN	31
			3.1.6	MANO DE OBRA	31
		3.2	DISEÑO Y ORDENAMIENTO		31
		3.2.1	PLATABANDAS Y PASILLO		32
		3.2.2	DRENAJE EXTERNO		32
		3.2.3	DRENAJE INTERNO		33
		3.2.4	CAMINOS		33
		3.2.5	CORTINAS CORTAVIENTOS		34
		3.2.6	CONSTRUCCIONES AUXILIARES		34
		3.3	PREPARACIÓN DEL SUELO Y CONFECCIÓN DE PLATABANDA		35
		3.3.1	LIMPIEZA DEL TERRENO		35
		3.3.2	CONTROL DE PLAGA Y ENFERMEDADES		35
		3.3.3	LABRANZA DEL SUELO		36
		3.3.4	CONFECCIÓN DE PLATABANDAS		38
		3.4	SIEMBRA		39
		3.4.1	TIPOS DE SIEMBRA		39
		3.4.2	ÉPOCA DE SIEMBRA		40
		3.4.3	DENSIDAD DE SIEMBRA		40
		3.4.4	MANEJO POST SIEMBRA		42
		3.4.5	MANEJO POST REPIQUE		46
		3.4.5.1	LUMINOSIDAD		46
		3.4.5.2	RIEGO		46
		3.4.5.3	FERTILIZACIÓN		47
		3.4.6	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES		50
		3.4.6.1	MALEZAS		50
		3.4.6.2	HONGOS		53
		3.4.6.3	INSECTOS		54
		3.4.6.4	NEMÁTODOS		56
		3.4.6.5	MANEJO RADICULAR		58
		3.5	COSECHA, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE		58
		3.5.1	INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE PRECOSECHA		59
		3.5.2	EXTRACCIÓN		59
		3.5.3	PODA Y APLICACIÓN RADICULAR		60
		3.5.4	EMBALAJE		61
		3.5.5	DESPACHO DE PLANTAS		62
		3.6	CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES		62

4.	PRODUCCION DE PLANTAS A RAIZ CUBIERTA	67				
4.1	SUSTRATO	67				
4.2	CONTENEDORES	69				
4.2.1	TIPOS DE ENVASES	71				
4.2.2	SELECCIÓN	71				
4.2.3	UBICACIÓN	73				
4.2.4	LLENADO	73				
4.3	SIEMBRA	74				
4.3.1	SIEMBRA MANUAL	74				
4.3.1.1	SIEMBRA DIRECTA	74				
4.3.1.2	SIEMBRA EN ALMACIGUERAS	74				
4.3.2	SIEMBRA MECANIZADA	74				
4.3.3	EPOCA DE SIEMBRA	75				
4.4	REPIQUE	75				
4.5	CONTROL DE VARIABLES AMBIENTALES	75				
4.6	RIEGO	76				
4.6.1	FRECUENCIA Y CANTIDAD DE RIEGO	77				
4.6.2	SISTEMA DE RIEGO	77				
4.7	FERTILIZACIÓN	78				
4.7.1	ESTADO NUTRICIONAL	79				
4.7.2	PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN	79				
4.7.3	MICORRIZACIÓN	81				
4.8	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	83				
4.8.1	HONGOS E INSECTOS	83				
4.8.2	MALEZAS	84				
4.9	ACONDICIONAMIENTO	84				
4.10	COSECHA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	86				
4.11	CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES	86				
5.	PLANTACION EN SUELOS SIN BOSQUES (PRADERAS)	91				
5.1	MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL SUELO	91				
5.1.1	CASILLAS	92				
5.1.2	HOYO CON BARRENO HELICOIDAL	92				
5.1.3	SUBSOLADO	93				
5.1.4	CAMELLÓN	94				
5.1.5	MULLIDO CON RETROEXCAVADORA	95				
5.2	CONTROL DE MALEZAS	96				
5.2.1	HERBICIDAS	97				
5.2.1.1	FACTORES QUE AFECTAN EL CONTROL QUÍMICO DE LAS MALEZAS	99				
			5.2.1.2	OPORTUNIDAD Y DOSIS DE APLICACIÓN ROCE MECÁNICO (DESBROZADORA)	101	
			5.2.2	PLANTACIÓN	106	
			5.3	PLANTACIÓN	106	
			5.3.1	TIPO DE PLANTA	107	
			5.3.1.1	PLANTAS A RAÍZ DESNUDA	108	
			5.3.1.2	PLANTAS EN CONTENEDOR	108	
			5.3.2	MANEJO DE LA PLANTA	109	
			5.3.3	EPOCA DE PLANTACIÓN	110	
			5.3.4	PLANTACIÓN	112	
			5.3.5	FERTILIZACIÓN	112	
			5.3.5.1	NUTRIENTES	113	
			5.3.5.2	DIAGNÓSTICO VISUAL DE LA DEFICIENCIAS	119	
			5.3.5.3	TIPOS DE FERTILIZANTE	120	
			5.3.5.4	DOSIS DE APLICACIÓN	125	
			5.3.5.5	EPOCA DE APLICACIÓN	127	
			5.3.5.6	AREA DE APLICACIÓN	128	
			5.3.6	RIEGO	128	
6.	PLANTACION EN BOSQUES PRIMARIOS INTERVENIDOS	133				
6.1	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	133				
6.1.1	ROCE MANUAL	133				
6.1.2	ROCE MECANIZADO POR TRITURACIÓN (MULCHER)	135				
6.1.3	ROCE Y ORDENAMIENTO MECÁNICO (RETROEXCAVADORA)	137				
6.2	DESBROTE	137				
6.3	PLANTACIÓN	137				
6.3.1	CALIDAD Y TIPO DE PLANTA	137				
6.3.2	SELECCIÓN, EMBALAJE Y MANEJO DE LA PLANTA	139				
6.3.3	EPOCA Y TÉCNICA DE PLANTACIÓN	140				
7.	ANEXOS	143				
7.1	DISTRIBUCIÓN DE COSTOS POR ACTIVIDADES	143				
7.2	GLOSARIO	148				
8.	BIBLIOGRAFIA	153				

PROLOGO

NADIE DISCUTE HOY LA IMPORTANCIA Y RELEVANCIA QUE HA ALCANZADO EL SECTOR FORESTAL PARA LA ECONOMÍA NACIONAL. COMO TAMBIÉN, QUE SE REQUIERE ACCELERAR EL PASAR DE UNA ETAPA FUNDAMENTALMENTE EXPORTADORA DE PRODUCTOS ESCASAMENTE ELABORADOS HACIA BIENES INDUSTRIALES DE MAYOR VALOR AGREGADO, DENTRO DE UN MARCO DE EQUILIBRIO ENTRE DESARROLLO Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, CONSIDERANDO LAS CRECIENTES RESTRICCIONES SANITARIAS Y DE MERCADO QUE IMPONEN LAS GRANDES NACIONES O BLOQUES ECONÓMICOS A LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS FORESTALES.

SIN EMBARGO, SE RECONOCE ASIMISMO QUE PARA QUE EL SECTOR ALCANCE UN DINAMISMO Y GRAVITACIÓN ACORDE CON SU POTENCIAL Y CON LO QUE LA SOCIEDAD DEMANDA O ESPERA DE ÉL, ESTÁ AÚN PENDIENTE LA PROBLEMÁTICA ASOCIADA AL BOSQUE NATIVO. UNA LEY ESPECÍFICA QUE REGLAMENTE, A TRAVÉS DE DISPOSICIONES CLARAS Y FLEXIBLES, SU MANEJO, UTILIZACIÓN Y PROTECCIÓN EN EL LARGO PLAZO, DENTRO DE UN PLANO DE EQUILIBRIO ENTRE CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO ECONÓMICO, ES UN PASO HACIA ESTE OBJETIVO.

NO OBSTANTE, ESTA «ASIGNATURA PENDIENTE» NO DEBE SER OBSTÁCULO PARA QUE LOS PROFESIONALES FORESTALES INVESTIGUEN Y ACUMULEN CONOCIMIENTO ACERCA DE ESTE RECURSO, QUE CLARAMENTE TIENE UN TRASFONDO DISTINTO AL DE LAS PLANTACIONES FORESTALES CON ESPECIES DE RÁPIDO CRECIMIENTO. NO SÓLO LOS BOSQUE NATIVOS SON FUENTE POTENCIAL DE RECURSOS ECONÓMICOS MADEREROS, SINO TAMBIÉN Y PROBABLEMENTE MÁS IMPORTANTE HOY Y LO SERÁ AÚN MÁS EN EL FUTURO, DE RECREACIÓN, BELLEZA ESCÉNICA Y DESARROLLO ESPIRITUAL. EN OTRAS PALABRAS, DE SERVICIOS INTANGIBLES DIFÍCILES, SINO IMPOSIBLES, DE EVALUAR MEDIANTE UN ANÁLISIS ECONÓMICO. LO QUE EN PARTE EXPLICA LA SENSIBILIDAD HACIA LAS DETERMINACIONES O DECISIONES RELATIVAS A SU INCORPORACIÓN COMO UN RECURSO SUSCEPTIBLE DE SER MANEJADO, EN UNA IDEA ESTRECHA DE QUE ELLO SÓLO IMPLICA PRODUCCIÓN DE MADERA.

POR ELLO, CUALQUIER INICIATIVA QUE TIENDA A DILUCIDAR LAS INTERROGANTES SILVICULTURALES ASOCIADAS AL MANEJO DEL BOSQUE NATIVO, SE CONSTITUYE EN UN APORTE SIGNIFICATIVO AL CONOCIMIENTO DE ESTE RECURSO, QUE CONCITARÁ EL RECONOCIMIENTO DE LOS PARES. EN ESTE CONTEXTO, EL MANUAL DE VIVERIZACIÓN Y PLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS PARA LA ZONA CENTRO SUR DE CHILE PRESENTA, EN UN FORMATO ÁGIL Y VISUAL, ANTECEDENTES TÉCNICOS CONCERNIENTES AL CULTIVO DE ALGUNA DE LAS ESPECIES NATIVAS MÁS EMBLEMÁTICAS DE NUESTRA RICA FLORA ARBÓREA, BAJO CONDICIONES DE MANEJO FORESTAL MODERNOS, SIMILARES A LOS PRÁCTICADOS CON PINO RADIATA Y EUCALIPTO. MANUAL QUE INCORPORA INFORMACIÓN ACTUALIZADA QUE SE ESPERA SIRVA DE INCENTIVO Y GUÍA PARA LA FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN CON ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS.

MIGUEL ESPINOSA BANCALARI
INGENIERO FORESTAL, PH.D.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

CONCEPCIÓN, CHILE JULIO DE 2001

AGRADECIMIENTOS

EL PRESENTE DOCUMENTO SE ENCUENTRA ENMARcado DENTRO DEL PROYECTO «TÉCNICAS SILVÍCOLAS Y GENÉTICAS PARA CUATRO ESPECIES NATIVAS DE INTERÉS COMERCIAL», EL CUAL ES EJECUTADO POR EL INSTITUTO FORESTAL CON FINANCIAMIENTO DEL FONDO DE DESARROLLO E INNOVACIÓN (FDI) DE CORFO, DE EMPRESAS ASOCIADAS Y DE APORTES INSTITUCIONALES.

UNO DE LOS PRINCIPALES TEMAS ABORDADOS POR EL PROYECTO ES LA INVESTIGACIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS DE LAS ESPECIES NATIVAS COMERCIALES RAULÍ (*NOTHOFAGUS ALPINA*), ROBLE (*NOTHOFAGUS OBLIQUA*), COIGÜE (*NOTHOFAGUS DOMBEYI*) Y ULMO (*EUCRYPHIA CORDIFOLIA*). EN TORNO A ÉL, EL INSTITUTO FORESTAL Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS CRI QUILAMAPU, SE HAN UNIDO PARA PUBLICAR ESTE MANUAL, QUE RECOGE LAS EXPERIENCIAS RELATIVAS AL TEMA DE AMBAS INSTITUCIONES.

EL INSTITUTO FORESTAL HA DESARROLLADO IMPORTANTES INVESTIGACIONES A TRAVÉS DE PROYECTOS AFINES DESDE EL AÑO 1986, ESPECÍFICAMENTE PARA EL ESTABLECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN A RAÍZ CUBIERTA DE RAULÍ, POR LO QUE EL PRESENTE DOCUMENTO RECOGE ESTAS EXPERIENCIAS Y LAS INCORPORA A LAS RESTANTES ESPECIES EN ESTUDIO. POR SU PARTE, EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS CRI QUILAMAPU, A TRAVÉS DE SU LABOR DE INVESTIGACIÓN, FUNDAMENTALMENTE EN EL ÁREA AGRÍCOLA, HA VENIDO DESARROLLANDO CON MAYOR INTENSIDAD EL TEMA DE OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL SUELO Y MANEJO EFICIENTE DE LOS FACTORES PRODUCTIVOS.

LOS AUTORES DE ESTE DOCUMENTO SON LOS INGENIEROS FORESTALES DEL INSTITUTO FORESTAL SRES. DR. IVÁN QUIROZ M., MARTÍN PINCHEIRA B., Y EL ING. EJECUCIÓN FORESTAL ARNOLDO VILLARROEL Y EL INGENIERO FORESTAL DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS CRI QUILAMAPU, SR. LUIS FLORES M. SU GESTIÓN HA SIDO POSIBLE GRACIAS A LOS APORTES FINANCIEROS DE LOS FONDOS SEÑALADOS.

CABE AGRADECER EL APOYO ENTREGADO POR LAS SIGUIENTES EMPRESAS E INSTITUCIONES: LA CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL; UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN; CEFOR-UACH; FORESTAL DEGENFELD; FORESTAL Y AGRÍCOLA TAQUIHUE, EMASIL; MAGASA; FORESTAL Y AGRÍCOLA MONTE AGUILA S.A., FORESTAL EL ALAMO, VIVERO PROPLANTAS LTDA., Y EL FUNDO LOS CIPRESSES LOS CUALES COLABORARON CON EL DESARROLLO DE ESTE MANUAL.

IVÁN QUIROZ M.
LUIS FLORES M.
MARTÍN PINCHEIRA B.
ARNOLDO VILLARROEL M.

VALDIVIA, 22 DE JULIO DE 2001

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Distribución y requerimientos ecológicos de roble, raulí, coigüe y ulmo (DONOSO <i>et al</i> ; 1991a y b; DONOSO <i>et al</i> ; 1992; DONOSO <i>et al</i> ; 1993, DONOSO,1993; HOFFMANN, 1994; GTZ-CONAF, 1998)	8	Cuadro 13: Dosis de cal requerida para subir el nivel de ph en 0,1 unidades, según tipo de suelo (RODRÍGUEZ, 2000)	37
Cuadro 2: Principales características de los sistemas de producción de plantas a raíz desnuda y a raíz cubierta (ROSE <i>et al</i> ; 1998, adaptado de EVANS, 1992)	9	Cuadro 14: Rangos óptimos de concentración de nutrientes para <i>Nothofagus</i> (Adaptado de ADAMS, 1976; ESCOBAR, 1995; FLORES Y ORTEGA, 1999)	48
Cuadro 3: Diámetro a la altura del cuello, altura total y razón altura-diámetro objetivo para la producción a raíz desnuda y contenedor de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta en un período vegetativo (1:0)(VIVERO LA QUILA, 2000 y VIVERO FORESTAL Y AGRÍCOLA MONTE AGUILA, 2000)	11	Cuadro 15: Extracción estimada de materia seca y nutrientes (kg/ha) en distintos tipos de plantas de roble, raulí y coigüe (DONOSO <i>et al</i> ; 1999)	49
Cuadro 4: Metas de Producción en vivero para especies latifoliadas de la zona templada sur de Chile (ARNOLD, 1996)	11	Cuadro 16: Programa de fertilización de suelo en un vivero productor de plantas de roble, raulí, coigüe y ulmo (VIVERO LA QUILA,2000)	50
Cuadro 5: Areas productoras de semilla de roble, raulí y coigüe (INFOR-UACH, 1998-2000; INFOR, 1999-2001)	14	Cuadro 17: Malezas comunes presentes en los viveros del sur de Chile (MARTÍNEZ, 1992)	51
Cuadro 6: Características reproductivas de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo (HOFFMANN, 1982, DONOSO <i>et al</i> ; 1991a y b; DONOSO <i>et al</i> ; 1992, DONOSO <i>et al</i> , 1993)	16	Cuadro 18: Productos utilizados para el control de malezas, según etapa de manejo de las plantas (Modificado de LAVANDEROS Y DOUGLAS, 1985b)	52
Cuadro 7: Epoca aproximada de recolección de semillas de roble, raulí, coigüe y ulmo entre las regiones VII y X	17	Cuadro 19: Especies de insectos dañinos asociados a plantas de roble, raulí y coigüe (ARNOLD, 1996; DONOSO <i>et al</i> ; 1999)	55
Cuadro 8: Rangos de pureza y capacidad germinativa (LÓPEZ, 1986b)	20	Cuadro 20: Productos químicos utilizados en el control de insectos en vivero para roble, raulí, coigüe y ulmo (DONOSO <i>et al</i> ; 1993; ARNOLD, 1996; DONOSO <i>et al</i> ; 1999)	56
Cuadro 9: Número de semillas por kilogramo y viabilidad, según zona de procedencia (DONOSO <i>et al</i> ; 1991a; DONOSO <i>et al</i> ; 1991b; DONOSO <i>et al</i> ;1992)	20	Cuadro 21: Productos químicos utilizados en el control de nemátodos en plantas de pino y eucalipto (Modificado de LAVANDEROS Y DOUGLAS, 1985b)	57
Cuadro 10: Tratamientos pregerminativos probados para las especies roble, raulí y coigüe (DONOSO <i>et al</i> ; 1999 modificado)	24	Cuadro 22: Cronograma de actividades en un programa de producción de plantas a raíz desnuda 1/0 de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo	63
Cuadro 11: Rangos de conductividad eléctrica (CE) (LAMOND Y WHITNEY, 1992)	29	Cuadro 23: Composición química de corteza compostada de <i>Pinus radiata</i> (INFOR, 1999)	68
Cuadro 12: Cantidades de nutrientes en un suelo fértil (MAY, 1984)	31	Cuadro 24: Principales ventajas e inconvenientes operativos en la producción de plantas en contenedores (NAVARRO Y PEMÁN, 1997)	70
		Cuadro 25: Programa de fertilización en un vivero productor de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta (VIVERO FORESTAL Y AGRÍCOLA MONTE AGUILA; 2000, AFIPA, 2000)	80

Cuadro 26: Nombre de algunas micorrizas asociadas a las especies roble, raulí, coigüe y ulmo (Adaptado de GARRIDO, 1988)	83	Cuadro 37: Clasificación de los tipos de fertilizantes, según solubilidad en agua, aspecto y grado de asimilación (Elaboración en base a: BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; BARA, 1986; MENDOZA, 1987; SCHLATTER <i>et al</i> ; 1993; www.bosque.es/2000)	123
Cuadro 27: Control químico de hongos e insectos en algunos viveros productores de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta (FORESTAL y AGRÍCOLA MONTE AGUILA, 1999; FORESTAL EL ALAMO 1999, INSTITUTO FORESTAL, 2000)	85	Cuadro 38: Resultados de aplicación de fertilizantes en estudios de establecimientos de especies nativas	126
Cuadro 28: Cronograma de actividades en un programa de producción de plantas a raíz cubierta de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo	87	Cuadro 39: Rendimiento del triturador o Mulcher (hr/ha), según tipo de vegetación (PÜRSTINGER y LUDWIG, 2000)	136
Cuadro 29: Clasificación de los herbicidas, según su uso y forma de accionar en las plantas (KOGAN, 1992 y AHUMADA, 1999)	98	Cuadro 40: Características de plantas de roble, raulí, coigüe y ulmo deseables para la plantación	138
Cuadro 30: Características fenológicas de algunas malezas más comunes en el sur de Chile (RÍOS, 1991, ESPINOSA, 1996)	100	INDICE DE FIGURAS	
Cuadro 31: Tipo de vegetación y dosis de Glifosato (KOGAN, 1999; DOW AGRO SCIENCES, 2000)	102	Figura 1: Tamaño de platabanda para producir 70 plantas en un metro lineal con un marco de siembra de 12,5 x 10 cm	32
Cuadro 32: Dosis y tipo de herbicidas preplantación y postplantación, según tipo de malezas (Modificado de AHUMADA, 1999)	105	Figura 2: Canales de desagüe a ambos lados del camino	33
Cuadro 33: Epoca de plantación de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo (DONOSO <i>et al</i> ; 1991a, b; 1992; 1993)	111	Figura 3: Se observa el amplio sistema radicular de las malezas más comunes de los suelos de praderas de la zona centro sur del país. Sistema radicular de <i>Agrostis stolonífera</i> o chépica (POLOMSKY y KUHN, 1998)	96
Cuadro 34: Macroelementos y sus principales funciones en la planta, síntomas por deficiencias y condiciones críticas (BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; MENDOZA, 1987; SCHLATTER <i>et al</i> ; 1993; TORO, 1999)	116		
Cuadro 35: Microelementos y sus principales funciones en la planta, síntomas por deficiencias y condiciones críticas (BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; MENDOZA, 1987; SCHLATTER <i>et al</i> ; 1993; TORO, 1999)	118		
Cuadro 36: Constitución nutricional de fertilizantes disponibles en el mercado nacional (Elaboración en base a: BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; BARA, 1986; MENDOZA, 1987; SCHLATTER <i>et al</i> ; 1993; www.bosque.es/2000)	122		

**Diseño y Diagramación**

Juan Carlos Barria M.

Scanner y Pre-prensa Digital

Cristian Javier Fica C.

Ilustraciones e Infografías

Juan Carlos Barria M.

Edición

Margot Parra M.

Claudia Vargas G.

Impreso

en Talleres Imprenta Wesaldi

Valdivia agosto 2001

VALDIVIA - CHILE



CAPITULO 1

Introducción

1. INTRODUCCION

La actividad forestal en sus inicios estaba orientada a la explotación o cosecha de los bosques, hecho que condujo inevitablemente a la escasez del recurso y posterior reforestación. Sin embargo, esta actividad no estuvo exenta de errores. Práctica corriente era coleccionar semillas de cualquier árbol, normalmente bajos y ramificados, sin tener consideración sobre la preparación del suelo, el control de malezas y la fertilización. A ello se sumaron otros elementos que influyeron en el éxito o fracaso de una plantación como plantas fisiológicamente inadecuadas, la existencia de factores microclimáticos específicos del lugar y potencialmente perjudiciales para la plántula, los daños producidos por animales y finalmente el uso de procedimientos de plantación incorrectos (ROSE, 1999).

Durante las últimas décadas, el esfuerzo por desarrollar técnicas de producción de plantas en nuestro país estuvo centrado en especies exóticas de rápido crecimiento. Los primeros protocolos de viverización consideraron el método a raíz desnuda, el cual consiste en el desarrollo de las plantas en viveros abiertos, sobre platabandas, seguido por las operaciones de extracción, embalaje, almacenaje y transporte hasta el sitio de plantación (SÁNCHEZ, 1987). La producción tradicional de especies nativas se basó también en este sistema porque se estimó adecuado para el desarrollo de las plantas, especialmente de las especies

que crecen en la zona sur de nuestro país.

Las experiencias a la fecha han revelado que para producciones masivas de plantas a raíz desnuda pueden existir inconvenientes, tales como la limitación de espacios para la viverización, la capacidad de manipulación y la obtención de buenos resultados en términos de sobrevivencia y crecimiento en especies exóticas. El método de producción a raíz cubierta, por su parte, permite obtener la planta en un menor tiempo y con buenos resultados, al desarrollarse en un ambiente controlado, en el interior de un invernadero y/o en el exterior con un sistema de protección alternativo. Con este sistema, las plantas son producidas individualmente en recipientes, lográndose allí, su desarrollo hasta el momento de ser llevada al lugar de plantación con el sustrato cubriendo las raíces (BARROS, 1989).

Cualquiera sea la alternativa de producción de plantas seleccionadas, ésta debe ser el resultado de un análisis biológico, técnico y económico, de tal manera que se asegure la cantidad y calidad de las plantas esperadas, producidas al más bajo costo posible y que una vez establecidas en terreno, se logren las mejores tasas de sobrevivencia y crecimiento inicial.

Independiente del sistema de producción, la plantación es una

herramienta silvícola que ofrece ventajas, con respecto a la regeneración natural, ya que conduce a ahorro de tiempo, ocupación más rápida y regular del terreno, una gran facilidad en la mezcla de especies y menores costos en los cuidados culturales. No obstante, se reconocen ciertas desventajas como la difícil aplicación en algunas especies, mayor costo inicial y disposición de una mayor mano de obra capacitada. En la actualidad es aceptada silviculturalmente la importancia de preparar el suelo para lograr una buena sobrevivencia y crecimiento inicial. Igualmente se ha demostrado que la calidad de las plantas y la época de plantación repercuten en este buen desarrollo (LADRACH, 1999, ROSE, 1999).

El conocimiento técnico logrado en las especies exóticas ha evolucionado aceleradamente en las dos últimas décadas. Muestra de ello es la proliferación de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptos sp.* Pero frente a este notable desarrollo se aprecia todavía un estado incipiente en cuanto al conocimiento técnico de viverización y plantación de las especies nativas. Reconociendo la necesidad de información sobre estos temas, este documento tiene por objetivo proporcionar una pauta técnica que contribuya exitosamente a la viverización y plantación de las especies nativas de roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*) y ulmo (*Eucryphia cordifolia*).

The background of the slide is a lush green forest with tall trees and dense foliage. In the upper right corner, there is a large, stylized yellow shape that contains an oval inset. Inside this oval, a person wearing a red shirt and dark pants is seen climbing a tree trunk. The overall theme is nature and botany.

CAPITULO 2

Plantas y Semillas

2. CLASIFICACION DE PLANTAS Y SEMILLAS

2.1 Requerimientos Ecológicos y Crecimientos

El desarrollo de la especie roble, raulí, coigüe y ulmo se concentran tanto en superficie como en crecimiento, en la IX y X regiones del país entre ambas Cordilleras (Cuadro 1). Para raulí es posible distinguir su óptimo de crecimiento, según observaciones de terreno y experiencias asociadas en la zona de Melipeuco (sur IX Región) y Neltume (norte X Región), mientras que roble es posible identificarlo en el valle central al norte de la X región. El coigüe en general, exhibe buenos crecimientos en suelos profundos de la provincia de Valdivia, sin embargo, no existen superficies extensas de renovales puros de esta especie. (ROCUANT, 1969, 1974; VITA, 1974; ESPINOSA *et al*, 1974, 1988; PUENTE y HERRERA, 1978; PUENTE *et al.*, 1979, 1980; DE LA MAZA y GILCHRIST, 1980; PEÑALOZA y NUÑEZ, 1984; GROSSE *et al.*, 1991, 1993, 1994).

En términos globales, los *Nothofagus*, han demostrado buena capacidad para desarrollarse en sectores abiertos de la X región, no siendo un problema para su crecimiento la luminosidad. No obstante, para el desarrollo del ro-ra-co se han observado mayores limitantes en el efecto de las malezas, la calidad y tipo de planta, preparación del suelo y la técnica de plantación. Los crecimientos observados para estas especies son similares, tanto en altura y diámetro, sin embargo, están condicionadas por el sitio y variaciones de tipo latitudinal y altitudinal. De los informes disponibles (ROCUANT, 1969, 1974; VITA, 1974; ESPINOSA *et al.*, 1974,

1988; PUENTE y HERRERA, 1978; PUENTE *et al.*, 1979, 1980; DE LA MAZA y GILCHRIST, 1980; PEÑALOZA y NUÑEZ, 1984; GROSSE *et al.*, 1990, 1991, 1993), se concluye que el roble, raulí y coigüe crecen a una tasa que fluctúa entre 6 y 18 m/ha año.

Son escasos los antecedentes disponibles acerca del crecimiento de la especie ulmo, aunque su mayor participación se encuentra en la Costa de la X Región. Referirse a las limitantes del crecimiento del ulmo es un tanto aventurado, ya que existen antecedentes que indican que esta especie requiere luminosidad para su desarrollo en el estado juvenil. Los crecimientos observados en plantaciones entre Los Lagos y el lago Riñihue, bajo protección, demuestran que esta especie, transcurrido dos períodos vegetativos después la plantación, puede obtener incrementos en altura promedio de 5 a 6 cm por temporada, con una supervivencia estimada de un 80 por ciento. En tanto, en sectores costeros de Osorno (Hacienda Trinidad) luego de un año de su establecimiento se pueden lograr crecimientos de 5 cm promedio en altura y una sobrevivencia de un 84 por ciento (QUIROZ *et al.*, 2000)¹.

¹ En la Precordillera de los Andes de la X región, en las cercanías del lago Ranco sector Riñinahue, transcurridos 30 años de su origen presenta: 1.200 árb/ha; un dap y altura promedio de 13,4 cm y 13,5 m respectivamente y un área basal de 16,8 m²/ha.

Cuadro 1: Distribución y requerimientos ecológicos de roble, raulí, coigüe y ulmo
(DONOSO *et al.*, 1991 a y b; DONOSO *et al.*, 1992; DONOSO *et al.*, 1993; DONOSO, 1993; HOFFMANN, 1994; GTZ-CONAF, 1998)

ESPECIE	DISTRIBUCIÓN NATURAL	REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS
Roble (<i>Nothofagus obliqua</i>)	Desde Colchagua hasta Puerto Montt por la Cordillera de los Andes y desde el sur del río Aconcagua hasta Puerto Montt por la Costa.	Clima: Templado húmedo mediterráneo, con verano seco (500 a 1.000 mm anuales), en su distribución septentrional. Templado húmedo lluvioso (3.000 a 4.000 mm anuales) en su área austral. Temperaturas cálidas a muy bajas. Suelo: generalmente crece en suelos profundos (0,9 a 2,0 m), de buen drenaje y disponibilidad de nutrientes, sobre trumaos que cubren antiguas rocas volcánicas en la cordillera o sedimentos en el llano central. En algunos puntos suele crecer en suelos más delgados y menos fértiles desarrollados sobre materiales como micaesquistos o granitos.
Raulí (<i>Nothofagus alpina</i>)	Por la Cordillera de los Andes, desde el sur del río Teno a más de 500 msnm; y en la Costa desde río Itata. Su límite boreal es la zona de la Unión	Clima: Templado húmedo mediterráneo, con verano seco (1.000 a 1.500 mm anuales), en su distribución septentrional. Templado húmedo lluvioso (4.000 a 5.000 mm anuales) en su área austral. Temperaturas moderadas a ligeramente bajas y, excepcionalmente, en zonas de muy baja temperaturas Suelo: Suelos profundos (0,9 a 2,0 m), de buen drenaje y disponibilidad de nutrientes, generalmente sobre trumaos que cubren antiguas rocas volcánicas en la región central y sobre un sustrato pumicítico, arenas y escorias volcánicas, en el tramo austral.
Coigüe (<i>Nothofagus donbeiy</i>)	Presenta una amplia distribución que se extiende en la Cordillera de los Andes desde los Alpes (VI) hasta el Lago Cayetúe (X). En la Costa desde el río mataquito hasta la desembocadura del río Maulin (X)	Clima: Templado húmedo mediterráneo, con verano seco (1.000 a 1.500 mm anuales), en su distribución septentrional. Templado húmedo lluvioso (4.000 a más de 5.000 mm anuales) en su área austral. Temperaturas moderadas a bajas. También crece en zonas de muy baja temperatura, como las partes altas de la Cordillera de los Andes (hasta 2.500 msnm, en la región mediterránea y 1.000 a 1.200 msnm, en la región sur y austral) Suelo: Crece en suelos de diferentes profundidades, con drenaje también variable y buena disponibilidad de humedad. También es posible encontrarlo en suelos de mal drenaje y en ñadis. Generalmente crece sobre trumaos que cubren rocas volcánicas en las áreas bajas y sobre el sustrato pumicítico, arenas y escorias volcánicas, en las tierras altas del tramo austral de los Andes. En la región mediterránea se encuentra sobre suelos pedregosos en quebradas y sobre rocas metamórficas.
Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)	Desde Concepción hasta Chiloé, desde el nivel del mar hasta los 700 m de altitud, por ambas cordillera, pero de preferencia en la Cordillera de la Costa	Clima: Templado lluvioso (1.500 a 4.000 mm anuales) con algún grado de influencia mediterránea en la parte norte de su distribución. Temperaturas moderadas, generalmente desde tierras bajas a altitudes medias. Suelo: Mejor desarrollo en suelos profundos y con buen drenaje, sin embargo, ha desarrollado habilidad para establecerse en áreas muy húmedas invadidas por otras especies, como mirtáceas y en ñadis.

2.2 Caracterización de las Plantas

2.2.1 Tipo de producción

El objetivo general de todo programa de producción silvícola es generar plantas de alta calidad, al menor costo posible (Rose *et al.*, 1998). Lo anterior implica producir en el vivero, en la forma más eficiente, plántulas que posean las mayores tasas de supervivencia y de crecimiento inicial para un sitio determinado (Duryea, 1985 cit. por Escobar, 1990).

El cultivo de la planta en vivero se puede realizar tanto a raíz desnuda, en platabandas sobre el suelo; como también a raíz

cubierta (contenedores), en envases plásticos o de polietileno expandido sobre mesones o sobre el suelo. Cada uno de estos sistemas presenta ventajas e inconvenientes, los que se resumen en el Cuadro 2.

La producción de especies nativas se ha realizado tradicionalmente a raíz desnuda, lo que involucra, por lo general, producir plantas de dos años. La primera fase anual en almácigo y la segunda en platabanda (plantas 1:1). No obstante, actualmente, se han producido masivamente en vivero plantas en contenedores durante un período vegetacional (1:0), con excelentes resultados.

Cuadro 2: Principales características de los sistemas de producción de plantas a raíz desnuda y a raíz cubierta (Rose *et al.*, 1998, adaptado de Evans,1992

CARACTERÍSTICA	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	
	RAÍZ DESNUDA	RAÍZ CUBIERTA
Material	Existencia de vivero con un suelo adecuado.	Necesita tantos envases como número de plántulas y un continuo suministro de sustrato.
Labor-Actividad	Adecuada para la mecanización.	Intensa, difícil de mecanizar.
Protección	Posibilidad de presencia de patógenos en el suelo del vivero.	Suelo nuevo en cada envase.
Cultivo	El espaciamiento es función de la precisión en la siembra. Una alta supervivencia depende de la cuidadosa determinación del momento de arranque y plantación.	Dificultad de siembra directa manual. Alta supervivencia en campo, si no se produce crecimiento en exceso o existen limitaciones por tamaño inadecuado del envase.
Costos	\$ US 40-30 por cada 1.000 plantas, dependiendo de la especie.	\$US 50-500 por cada 1.000 plantas, dependiendo de la especie.
Utilización	Producción grande de un número relativamente pequeño de especies, dependientes del clima.	Viveros pequeños con muchas especies no dependientes del clima.

2.2.2 Indicadores de calidad

La experiencia señala que las plantas con distintos atributos morfológicos y fisiológicos tienen diferentes comportamientos según los factores limitantes que el sitio presente (ESCOBAR, 1990). Normalmente se correlaciona la morfología de la planta con la supervivencia y crecimiento de ésta en terreno, detectándose que mientras más grande es la planta, mayor es su potencialidad de supervivencia (AGUIAR y MELLO, 1974). Al respecto, entre los rasgos físicos que mejor caracterizan la calidad de la planta se encuentran:

2.2.2.1 Diámetro de cuello (DAC)

El diámetro a la altura de cuello es un 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.

2.2.2.2 Altura

La variable altura se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración. Las plantas mas altas pueden competir mejor con la vegetación competitiva, aunque esto implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado.

2.2.2.3 Razón altura/diámetro (A/D)

Corresponde a la razón entre la altura (mm) de la planta y su diámetro (mm), en la misma unidad. Los valores pueden variar en un rango de 25 a 90, con una mejor calidad de planta asociada a los valores más bajos.

2.2.2.4 Razón tallo/raíz (T/R)

Se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie absorbente de la planta. En general se exige que, lavada la planta y secada al aire, el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz (MONTROYA y CÁMARA, 1996). Generalmente, mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos.

2.2.2.5 Volumen de raíz

El volumen de raíz esta dado fundamentalmente por el número de raíces laterales, la fibrosidad y la longitud del sistema radicular. Un mayor número de raíces laterales y una mayor longitud de estas y de la raíz principal puede significar un aumento en la estabilidad de la planta y una mejor capacidad exploratoria de la parte superior e inferior del suelo para mantener el estado hídrico. Por su parte, una mayor fibrosidad conduce a una mayor capacidad de absorción y a un mayor contacto suelo-raíz.

2.2.3 Estándares de producción

En Chile no existen estándares oficiales para la planta tipo de una especie forestal determinada. El Cuadro 3 presenta algunas características consideradas apropiadas para la producción en una temporada de plantas de buena calidad de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo bajo dos sistemas de producción.

Cuadro 3: Diámetro a la altura de cuello, altura total y razón altura-diámetro objetivo para la producción a raíz desnuda y contenedor de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta en un período vegetativo (1:0) (Vivero La Quila, 2000 y Vivero Forestal y Agrícola Monte Aguila, 2000)

PRODUCCIÓN RAÍZ DESNUDA				PRODUCCIÓN EN CONTENEDOR			
ESPECIE	DAC (mm)	ALTURA (mm)	A/DAC*	ESPECIE	DAC (mm)	ALTURA (mm)	A/DAC*
Roble	8-15	550-800	53-69	Roble	3-5	200-400	67-80
Raulí	8-15	400-1000	50-67	Raulí	4-6	250-450	63-75
Coigüe	10-20	700-1200	60-70	Coigüe	3-4	200-350	67-88
Ulmo	6-12	400-600	50-67	Ulmo	3-5	250-300	60-83

* A = Altura DAC = Diámetro a la altura de cuello

Otra clasificación es la entregada por Arnold (1996). Este autor establece como indicadores de calidad de una planta la altura, el diámetro de cuello y el peso fresco de la planta. Según él, mientras mayor es el diámetro y el peso fresco,

mejor sería la calidad de la planta. El mismo autor recomienda considerar algunas metas de producción para viveros de especies nativas latifoliadas de la zona templada del sur de Chile (cuadro 4).

Cuadro 4: Metas de producción en vivero para especies latifoliadas de la zona templada sur de Chile (Arnold, 1996)

DIÁMETRO DE CUELLO MÍNIMO(mm)	ALTURA(cm)
6,0	250 – 500
8,5	500 – 800
12,0	800 – 1200

2.3 Semillas

La semilla de una especie constituye el material inicial que será transformado en el árbol que se desea reproducir. Por tal razón, es de gran importancia disponer desde un comienzo de semillas de buena calidad o con algún grado de mejoramiento, la cual contribuya finalmente a generar árboles con características deseables de forma (fenotipo) y, al mismo tiempo, que éstas sean heredables a través del tiempo (genotipo).

Para obtener un buen material es necesario considerar aspectos tales como procedencias, tipos de zonas semilleras, métodos y época de recolección.

2.3.1 Procedencias

Las especies de *Nothofagus* chilenas tienen una amplia presencia a lo largo y ancho del país (DONOSO, 1981; 1993; GAJARDO, 1993;). Dentro de esta distribución, existen rodales con marcadas adaptaciones a las condiciones del sitio en que se encuentran, siendo sus capacidades heredables a su descendencia. Esta característica debe orientar al productor de plantas en la búsqueda de semillas provenientes de sitios con rasgos similares a aquellos que se desea forestar.

La producción de semillas de un árbol individual depende de los atributos de la planta y de los factores medioambientales (DONOSO, 1993). Los primeros corresponden a la edad, el desarrollo y vigor de las copas, lo que se relaciona con su posición en el dosel y con su estado sanitario. Por su parte, los factores medioambientales son principalmente la luz, la temperatura, la humedad, las precipitaciones y los vientos, así como, la fertilidad natural del suelo y la presencia o no de insectos polinizadores. Dichos condicionantes generan individuos y años específicos de buena y mala producción (DONOSO, 1993).

2.3.2 Tipo de áreas semilleras

De acuerdo a la condición actual de abastecimiento de semillas de las especies nativas de nuestro país es posible identificar tres tipos de áreas o fuentes de semillas:

2.3.2.1 Árboles semilleros

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

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

2.3.2.2 Áreas productoras de semilla

En la actualidad, también es posible obtener semilla de raulí, roble y coigüe en áreas productoras de semilla (APS). Estas constituyen una zona del bosque que contiene un grupo de árboles que se han identificado como superiores al resto, los cuales se conservan, al eliminar los individuos de inferior calidad. Ello despeja las copas de los árboles seleccionados, estimulando el proceso de fructificación (DONOSO, 1993).



Área productora de semillas de roble (Fundo Arquihue, X Región)

Por lo general, permanecen finalmente alrededor de 120 árboles por hectárea, dependiendo de las características del rodal en cuanto a calidad y estabilidad frente al viento.

El Cuadro 5 presenta algunas áreas productoras de semilla de roble, raulí y coigüe establecidas por la UNIVERSIDAD AUSTRAL DE

CHILE (UACH) y el INSTITUTO FORESTAL (INFOR) durante los últimos años. Para el caso del ulmo, no existen áreas productoras de semilla, sin embargo se puede indicar que en la X Región en la cercanías de Futrono Riñinahue, se encuentra una formación secundaria de ulmo, que puede dar origen a una formación de una APS.

Cuadro 5: Áreas Productoras de Semilla de roble, raulí y coigüe (INFOR-UACH, 1998-2000; INFOR, 1999-2001)

APS ESPECIE	UBICACIÓN	SUPERFICIE (ha)	PROPIETARIO
Roble	• Fundo Arquihue, Comuna Futrono, X Región	5,0	Agrícola y Forestal Taquihue S.A. Sucesión Zúñiga
	• Parcela 7, Comuna Villarrica, IX Región	4,0	Forestal Cabildo S.A.
	• Hacienda Rupanco, X Región	2,0	Rupanco
	• Pumillahue, X Región	4,5	CONAF
	• Puerto Fuy, Neltume, X Región	3,5	Neltume Carranco S.A
Raulí	• Fundo Manzanar, Comuna Curacautín, IX Región	8,0	Sucesión Alejo Tascón
	• Reserva Nacional Malleco, Comuna Collipulli, IX Región	3,5	CONAF
	• Predio Remeco, Neltume, X Región	7,0	Forestal Neltume Carranco S.A.
	• El Manzano, Melipeuco, IX Región	4,0	MAGASA
	• El Morro, Mulchén, VIII Región	3,0	JCE Chile S.A.
	• Reserva Forestal Malacahuello, IX Región	2,5	CONAF
Coigüe	• Reserva Nacional Malleco, Comuna Collipulli, IX Región	2,1	CONAF

2.3.2.3 Huertos semilleros clonales

Los huertos semilleros clonales constituyen unidades productoras de semilla con mejoramiento genético. Esta constituido por familias de árboles superiores claramente identificados, los cuales han sido propagados en forma clonal a través de injertos y su semilla se ha obtenido de una polinización controlada o abierta.

LA CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL dispone de un huerto semillero clonal de raulí en producción, (Huerto Huellilemu), el que se encuentra ubicado en la comuna de San José de la Mariquina, X Región. Recientemente, el INSTITUTO FORESTAL en conjunto con el CENTRO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD AUSTRAL, ha instalado un nuevo huerto semillero de raulí, en la comuna de Panguipulli

(Neltume), X Región, unidad que estará operativa a partir del año 2008.

2.3.3 Métodos de recolección de semillas

Generalmente, los *Nothofagus* presentan sus frutos en la parte superior de las copas lo que dificulta su recolección. Para ello existen básicamente dos métodos. El primero y más utilizado consiste en trepar los árboles, cosechando el material directamente de los árboles en pie. Con el segundo método la cosecha se realiza en árboles volteados.

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

- Despeje y limpieza del suelo circundante al fuste.
- Colocación de carpas de plástico o arpilleras en el área despejada.
- Escalamiento del fuste por el trepador.
- El trepador corta las ramillas provistas de frutos o las golpea con una varilla, dejándolas caer a la carpa plástica o arpillera.
- Colocación de las ramillas con los frutos en sacos de arpillera de malla ancha para facilitar su respiración.
- Identificación de cada lote de semilla (especie, ubicación geográfica, altitud, edad estimada del árbol, fecha de recolección, etc.).

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

2.3.4 Época de recolección

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

En general, no es posible establecer con precisión el momento de recolección de las semillas. DONOSO *et al.* (1999) señalan que los frutos y las semillas deben recolectarse antes de que se dispersen, por lo tanto, es primordial conocer cómo y cuándo esto ocurre (Cuadro 6). Estos autores establecen que la caída o diseminación masiva de semilla de buena calidad ocurre en un período de 2 a 3 semanas, por lo que es necesario apoyarse en indicadores de madurez del fruto, tales como tamaño, forma, color, inicio de apertura de la nuez e inicio de su caída.



Escalamiento de árbol de raulí (Fundo El Manzano, Curacautín, IX Región)

Cuadro 6: Características reproductivas de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo (HOFFMANN, 1982; DONOSO *et al.*, 1991 a y b; DONOSO *et al.*, 1992; DONOSO *et al.*, 1993)

ESPECIE	CICLO DE VIDA	CARACTERÍSTICAS DE LA FLOR Y DEL FRUTO
Roble	Floración y polinización entre septiembre y octubre. Formación y maduración del fruto entre octubre y enero. Diseminación de semillas por el viento entre enero y marzo.	Especie monoica. Las flores masculinas son solitarias, pedunculadas y constan de 30 a 40 estambres. Las flores femeninas están reunidas en grupos de a 3, con pedúnculos muy cortos. El fruto es una cúpula de 4 partes con 3 nueces o semillas aladas en su interior.
Raulí	Floración y polinización entre agosto y septiembre. Formación y maduración del fruto entre septiembre y febrero. Diseminación de semillas por el viento entre los meses de marzo y abril.	Especie monoica. Las flores masculinas se presentan en grupos de 2 ó 3, provistas de numerosos estambres. Las femeninas (cúpulas) tienen 4 valvas cubiertas de pelos gruesos. Los frutos contienen 3 nueces (semillas) de color marrón oscuro con alas blanquecinas.
Coigüe	Floración y polinización entre agosto y septiembre. Formación y maduración del fruto entre septiembre y enero. Diseminación de semillas por el viento entre los meses de enero y febrero.	Especie monoica. Las flores masculinas se encuentran reunidas en inflorescencias cortamente pedunculadas y contienen 10 estambres. Las flores femeninas se hallan en grupos de 3, dentro de una envoltura común. Las semillas son 3 nueces rodeadas por una cúpula de 4 valvas resinosas.
Ulmo	Floración y polinización entre fines de febrero a marzo. Formación y maduración del fruto desde marzo a marzo del año siguiente. Diseminación de semillas por el viento entre los meses de marzo y mayo.	Flores hermafroditas, solitarias, blancas y ricas en néctar que nacen de las axilas de las hojas. El cáliz tiene 4 sépalos ovalados y la corola 4 pétalos aovado-oblongos. El fruto es una cápsula aovada con varios lóculos (depósitos donde van las semillas, las cuales son aladas para su dispersión por viento).

La época de colecta puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales y dentro de la procedencia o distribución geográfica de una especie. Normalmente la época de colecta se debe adelantar cuando existe una temporada primaveral de altas temperaturas y de muy bajas precipitaciones. DONOSO (1993) y CABELLO (1986) señalan que dentro de los factores

que controlan la maduración y caída de semillas se encuentran la latitud y altitud de la procedencia elegida. Bajas altitudes y latitudes producen la maduración más temprana de los frutos. También puede ocurrir un adelantamiento de la colecta en las exposiciones norte y oeste, con respecto a las exposiciones sur y este.

Cuadro 7: Época aproximada de recolección de semillas de roble, raulí, coigüe y ulmo entre las Regiones VII y X

ESPECIE	VII REGIÓN		VIII REGIÓN		IX REGIÓN		X REGIÓN	
	Andes		Andes	Costa	Andes	Costa	Andes	Costa
Roble	E-F		F	E-F	F-M	F	F-M	F-M
Raulí	F		F-M	F	F-M	F-M	F-A	F-M
Coigüe	F-M		M	M	M-A	M	M-A	F-A
Ulmo	-		-	-	M	-	M-A	M-A

Nota: E= enero, F= febrero, M= marzo, A= abril

En el caso de los *Nothofagus* se ha comprobado que poseen ciclos alternados de producción de semillas (Donoso, 1991 a y b y 1992). El roble y raulí tienen ciclos anuales, con un año de alta producción seguido por otro de baja producción. El coigüe, por su parte, presenta ciclos bianuales, con dos años de alta producción seguidos por otros dos de baja producción. El ulmo, en general, presenta buena semillación todos los años.

2.3.5 Manejo de semillas

El manejo de las semillas considera todas aquellas actividades que deben realizarse desde que éstas han sido colectadas hasta que se encuentran aptas para la siembra. Las principales actividades durante este período se describen a continuación.

2.3.5.1 Procesamiento de semillas

Esta fase involucra básicamente la extracción de la semilla, el secado, la limpieza de impurezas y el etiquetado, con el fin de preparar el material para su almacenamiento, debido a que generalmente transcurre un lapso de varios meses antes de la siembra (LÓPEZ, 1986 a). Durante este período se realizan también algunas determinaciones prospectivas como número de semillas/kg, viabilidad, porcentaje de pureza y contenido de humedad, entre otras (DONOSO *et al.*, 1999).

2.3.5.2 Extracción y secado

El material obtenido en la colecta debe mantenerse en buenas condiciones, evitando su deterioro por ataque de hongos, o consumo de insectos o roedores. Esto requiere un breve período de tiempo que va desde la recolección hasta el inicio del procesamiento, no sobrepasando idealmente en ello una semana. De no ser posible, es recomendable su almacenamiento provisorio en un lugar seco y con ventilación. Las especies roble, raulí, coigüe y ulmo presentan frutos secos dehiscentes, lo que permite un procesamiento relativamente fácil. Las semillas generalmente se extraen de los frutos al desecarlos, ya sea con calor natural o artificial. Si en el lugar de procesamiento, el clima es cálido y seco, como normalmente ocurre, los frutos pueden ser secados al aire libre, al ser esparcidos sobre lonas o bandejas. Si el clima es desfavorable, el secado puede realizarse en galpones u otros recintos calefaccionados o en hornos secadores (CABELLO, 1986).

Una vez abiertos los frutos se procede a extraer sus semillas. La extracción se hace normalmente a mano, o colocando una cantidad de frutos en un recipiente y golpeándolos unos con otros mediante agitación.

2.3.5.3 Limpieza

La limpieza de la semilla consiste en eliminar todas las impurezas acumuladas durante el proceso de recolección, tales como hojas, restos de ramas y semillas en mal estado. La actividad se puede realizar en forma manual o mecánica a través de harneros de diferentes diámetros hasta lograr semillas totalmente libres de impurezas.

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

En raulí es frecuente que las semillas y frutos sean atacados por insectos perforadores del género *Perzelia* (CERDA *et al.*, 1981 cit. por WERNER, 1987; DONOSO *et al.*, 1991 a y b; DONOSO, 1992; DONOSO *et al.*, 1999). Esto debilita la semilla y la hace más vulnerable al ataque de hongos.

Debido a que la calidad de las semillas de *Nothofagus* se recomienda también, separar las semillas vanas de las viables, a través de máquinas venteadoras o someterlas a prueba de flotación en agua durante 24 horas, con el objetivo de separar las semillas viables (hundidas) de las no viables (flotantes) y a así, evitar almacenar material vano (DONOSO *et al.*, 1999).

2.3.5.4 Clasificación y etiquetado

El separar las semillas por calibre o tamaño puede ser conveniente, dada la influencia que ha sido encontrada en el

mayor crecimiento y calidad en plantas provenientes de calibres mayores, aunque sin afectar la capacidad germinativa (ALBORNOZ y FISCHER, 1981).

Se recomienda seleccionar las semillas de acuerdo a su diámetro con lo cual se logra una germinación y crecimiento más uniforme, pudiéndose además, aminorar el período en que las plántulas son más susceptibles al complejo fungoso *Damping-off* (ORDÓÑEZ, 1987). RODRÍGUEZ (1990) confirma esto al señalar que para la siembra de semillas de especies del género *Nothofagus* es necesario realizar previamente una selección por tamaño o calibre. Según él, al sembrar este material por separado y a una profundidad adecuada, se obtienen germinaciones homogéneas.

Una vez que las semillas han sido procesadas y se han efectuado los análisis de laboratorio correspondientes, el material debe ser guardado en bolsas o envases plásticos correctamente etiquetados.

2.3.5.5 Análisis de laboratorio

Dentro de los análisis de las semillas en laboratorio para determinar su calidad, los más frecuentes son: pureza, viabilidad inicial, capacidad germinativa y número de semillas por kilogramo. El procedimiento para su determinación es el siguiente:

Pureza: se obtiene una muestra de semilla de 50 gramos (g) y se somete a un proceso de tamizado en una criba, lo que permite eliminar las impurezas con menos de un 50 por ciento de su peso.

$$P = (\text{Psi}/\text{Pci}) / 100$$

Donde:

- P = Pureza, Porcentaje
- Psi = Peso de semilla sin impurezas, gramos
- Pci = Peso de semilla con impurezas, gramos

Viabilidad: la viabilidad determina la capacidad de germinación de las semillas al momento de la siembra. Si éstas presentan una alta viabilidad, pueden ser almacenadas y ser mantenidas como reserva. Si por el contrario, su viabilidad es baja, deben ser destinadas inmediatamente a la producción de plantas.

Dentro de los test de viabilidad más conocidos se encuentran las pruebas de flotación, de corte y de tetrazolio.

- Test de flotación: consiste en someter una muestra de semillas (por lo menos 50 unidades) a remojo en agua fría por 24 horas. Luego de este período las semillas viables se irán al fondo del recipiente, mientras que las vanas flotarán.
- Test de corte: consiste en partir con un bisturí cada semilla de una muestra determinada (por lo menos 50 unidades). En el caso de semillas duras, éstas se podrán abrir o aplastar con algún sistema de presión, cuidando de no destruir el endosperma. Un endosperma de color blanco es un indicador de viabilidad en la semilla.
- Test de tetrazolio: consiste en humedecer un grupo de semillas con Cloruro Trifenil Tetrazolium. Este producto, cuando el embrión de la semilla esta vivo, se transforma por reducción en Formazan, el cual es de un color rojo insoluble (KRÜSMANN, 1981).

Capacidad Germinativa: la viabilidad no asegura, necesariamente, la germinación de las semillas, por lo cual se requiere realizar ensayos de germinación que determinan dicha capacidad. Esta representa el porcentaje de semillas germinadas con respecto al total sembradas (CZABATOR, 1962; HARTMANN y KESTER, 1977 citados por ORDOÑEZ, 1987). Para la prueba normalmente se utilizan cámaras especiales, cuidando de mantener condiciones adecuadas de humedad (30 a 70 por ciento) y de temperatura (21 a 25 C). Dentro de ella, se puede dividir 4 lotes de 100 semillas cada uno, en los cuales se registra diariamente el número de semillas que van germinando hasta que las semillas dejen de germinar. Si el coeficiente de variación del peso de las réplicas es mayor que 4, el test debería ser repetido.



Peso de 1000 semillas = Sumatoria del peso de las 8 réplicas individuales x 1,25

Cuadro 8: Rangos de pureza y capacidad germinativa (LÓPEZ, 1986b)

ESPECIE	PUREZA (%)	CAPACIDAD GERMINATIVA (%)
Roble	88-96	20-40
Raúlí	94-98	51-83
Coigüe	79-93	18-24
Ulmo	75-93	60-80

Cuadro 9: Número de semillas por kilogramo y viabilidad, según zona de procedencia (DONOSO *et al.*,1991a; DONOSO *et al.*,1991b; DONOSO *et al.*, 1992)

ZONA DE PROCEDENCIA	ROBLE		RAULI		COIGÜE	
	Semillas (Nº/kg)	Viabil. (%)	Semillas (Nº/kg)	Viabil. (%)	Semillas (Nº/kg)	Viabil. (%)
Santiago	50.000	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Curicó	69.444	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Talca	72.993	s.i.	75.658	60,0	s.i.	s.i.
Linares	120.482	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Chillán	100.000	s.i.	s.i.	s.i.	283.680	59,1
Chillán	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	229.884	34,9
Los Angeles	s.i.	s.i.	92.030	63,7	s.i.	s.i.
Malleco	128.205	s.i.	121.360	76,7	s.i.	s.i.
Temuco	142.857	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Gorbea	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	482.804	4,2
Loncoche	s.i.	s.i.	132.732	25,0	s.i.	s.i.
Panguipulli	165.599	11,0	s.i.	s.i.	482.273	5,1
Valdivia	s.i.	s.i.	134.459	34,0	548.317	53,0
Valdivia	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	691.314	12,9
Las Trancas	123.457	32,7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Llancacura	135.823	23,7	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Río Bueno	s.i.	s.i.	144.376	27,0	s.i.	s.i.
La Unión	s.i.	s.i.	149.011	19,0	s.i.	s.i.
Osorno	142.857	s.i.	s.i.	s.i.	497.310	10,8

s.i.=sin información

El cuadro 9 presenta antecedentes de número de semillas por kilogramo y viabilidad para las especies en estudio, según zona de procedencia

Para el ulmo sólo se tienen antecedentes generales de las semillas recolectadas dentro de la X Región. El número de éstas por kilogramo fluctúa entre 500.000 y 890.000, con una viabilidad entre 54 por ciento y 79,5 por ciento (LÓPEZ, 1986b; DONOSO *et al.*, 1986; DONOSO *et al.*, 1993; ARNOLD, 1999).

2.3.5.6 Almacenamiento de las semillas

Debido a que la producción anual de semillas es muy variable en cantidad y calidad, y que al mismo tiempo, el proceso de colecta puede ocurrir 4 ó 5 meses antes que la fecha de siembra, es necesario someter a la semilla a un periodo de almacenamiento que no disminuya su viabilidad y que asegure los volúmenes necesarios para una producción programada. Para que esto se efectúe en forma segura y eficiente, deben controlarse factores tales como la humedad de la semilla, temperatura, tiempo de almacenamiento y espacio físico requerido (MAY, 1984).

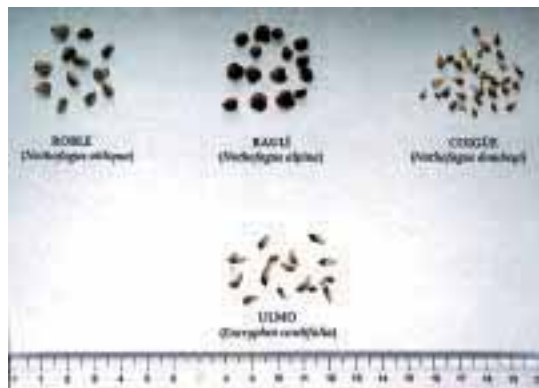
Con la semilla procesada y con antecedentes sobre su viabilidad inicial es posible determinar su conservación. Si éstas presentan una alta viabilidad, pueden ser almacenadas y mantenidas como reserva. Si por el contrario, su viabilidad es baja, deben ser destinadas inmediatamente a la producción de plantas (CABELLO, 1986). De acuerdo a lo anterior, se recomienda sembrar la semilla de coigüe durante los dos primeros años de almacenamiento.

Este proceso tiene dos objetivos principales. El primero es mantener suficiente abastecimiento de semilla viable hasta que se necesite y, el segundo, es conservar su calidad (LÓPEZ, 1986). A pesar de esto, se ha demostrado que las semillas almacenadas por varios años van perdiendo su calidad.

Con respecto a esto, ARNOLD (1999) señala que se debe distinguir entre el almacenamiento durante un tiempo menor a un año y el que se realiza dentro de un año ó más. Según el autor, almacenamientos cortos en espera de los tratamientos pregerminativos requerirán de un lugar fresco y oscuro a temperatura baja y constante que evite la pérdida de humedad de las semillas, mientras que almacenamientos largos

necesitarán de una reducción de la humedad de un 6 a 8 por ciento, para luego ser almacenadas a una temperatura de 2 a 5 C. Por su parte, Cabello (1986) clasifica a las semillas de *Nothofagus* como de vida media, cuya viabilidad puede ser mantenida con leves disminuciones, entre tres a quince años. Respecto al ulmo no se tienen antecedentes pero se estima que podría clasificar también dentro de esta categoría.

En general se puede afirmar que el período de almacenamiento depende de la especie (viabilidad) y de las condiciones en que éste se realiza. Un buen lugar de almacenaje de la semilla procesada debe poseer un ambiente seco, frío y con



Semillas procesadas de raulí, roble, coigüe y ulmo

características controladas, tales como bajo contenido de humedad (6 a 12 por ciento), baja temperatura (3 a 5 C) y baja humedad relativa (40 a 45 por ciento). Esto normalmente se logra en salas o en refrigeradores especialmente acondicionados. Dentro de ellos se recomienda agrupar cada envase de semillas en forma separada, ya sea en estantes de madera o en sectores específicos, lo que facilitará el muestreo anual, con el objetivo de comprobar la calidad de ésta.

2.3.6 Estimación de requerimientos de semilla

La cantidad necesaria para una producción proyectada de plantas es posible estimarla de acuerdo a la calidad de la semilla, al porcentaje de germinación efectiva y a las pérdidas durante la viverización. ARNOLD (1999), estima la cantidad de semillas requeridas para la producción final en base a la siguiente fórmula:

$$S = [(Np) / (Ns \times fv \times fge \times fp)]$$



Refrigerador para almacenamiento de semillas
(Vivero Monte Aguila)

Donde:

- S = Cantidad de semillas, en kilos, necesarias para cubrir la producción de plantas del vivero
 Np = Número de plantas a producir
 Ns = Número de semillas por kg
 fv = Factor de viabilidad
 fge = Factor de germinación efectiva
 fp = Factor de pérdida durante la viverización

Ejemplo:

Número requerido de plantas (Np)	:	250.000
Número de semillas por kg (Ns)	:	125.000
Factor de viabilidad (fv)	:	0,55 (55%)
Factor de germinación efectiva (fge)	:	0,35 (35%)
Factor de pérdida en viverización (fp)	:	0,65 (35% pérdida durante viverización)

Cantidad de semillas requeridas (S) : 15,984 kg

2.3.7 Tratamientos pregerminativos

Las semillas sanas de muchas especies forestales normalmente no germinan después de ser procesadas, aun cuando se coloquen en condiciones adecuadas. Ello se debería a que las semillas están en un estado de latencia (LÓPEZ, 1979).

Las especies roble, raulí, coigüe, al igual que ulmo presentan, en mayor o menor grado, la denominada "latencia fisiológica", gracias a la presencia de ácido absísico que actúa como un inhibidor de la germinación (ARNOLD, 1999). Esto quiere decir que la latencia está relacionada con las condiciones fisiológicas de la semilla anatómicamente madura, la cual no puede crecer hasta que no se

producen ciertos cambios fisiológicos después de su cosecha o dispersión. Existe también otro tipo de latencia denominado “latencia morfológica”, en la cual la semilla posee una cubierta impermeable al agua o al oxígeno o demasiado dura para permitir el crecimiento del embrión y la emergencia de la radícula y el tallo.

La latencia puede ser eliminada total o parcialmente bajo condiciones naturales. Como la semilla normalmente se colecta con el fruto antes de su maduración, una vez recogida y procesada se puede acelerar la remoción de las barreras que impiden la germinación, aplicando ciertos tratamientos pregerminativos.

En general, dicho estado varía dentro de un género e incluso dentro de una misma especie, según sea su procedencia (DONOSO *et al.*, 1999). Lo anterior indica que no existe un único procedimiento para romper la latencia de un lote de semillas de una especie determinada.

Los tratamientos pregerminativos son todos aquellos tratamientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (DONOSO, 1993; ARNOLD, 1999). Los métodos pregerminativos más comunes para las especies nativas en estudio son los siguientes:

2.3.7.1 Estratificación en frío

Se colocan las semillas entre estratos de arena húmeda y se mantienen en una cámara de frío o un refrigerador a temperaturas entre 1 y 5 C durante un período que varía entre 30 y 120 días (KRUGMAN *et al.*, 1974; HARTMANN y KESTER, 1975, cit. por DONOSO, 1993).

2.3.7.2 Remojo en ácido giberélico

Consiste en sumergir las semillas en una disolución de giberelinas

en agua destilada por un tiempo de hasta 48 horas (BALLESTER-OLMOS, 1995).

2.3.7.3 Remojo en agua fría

Las semillas son colocadas en remojo en agua fría entre 24 y 72 horas. Al igual que el test de flotación para determinar la viabilidad, el material a sembrar será el que se sumerja.

2.3.7.4 Golpe de frío

Considera la exposición de las semillas a 2 C durante 120 minutos (Cáceres, 1984 cit. por ORDOÑEZ 1987).

En la mayoría de los casos, los mejores resultados en los *Nothofagus* estudiados se han obtenido con pretratamientos de estratificación en arena húmeda con temperaturas de 3 a 5 C, durante períodos que fluctúan entre 30 y 60 días para el roble y raulí, y entre 45 a 90 días para el coigüe, dependiendo principalmente de su procedencia (DONOSO, 1986; WERNER, 1987; ORDOÑEZ, 1987; RODRÍGUEZ, 1990; DONOSO *et al.*, 1999; DONOSO, 1975 cit. por DONOSO *et al.*, 1999). Para ello es conveniente airear la semilla revolviendo permanentemente la arena con el fin de que el material no pierda su viabilidad a causa de la falta de oxígeno. Además es necesario procurar mantener la temperatura a no más de 8 C para evitar el desarrollo de hongos (ARNOLD, 1999). El Cuadro 10 presenta un resumen de los tratamientos pregerminativos aplicados para las especies en estudio.

Para el ulmo se dispone de escasos antecedentes sobre el tratamiento de la semilla. DONOSO *et al.* (1993) recomiendan remojarlas en agua fría por 24 horas y posteriormente estratificar, las semillas viables durante 45 días a 4 C. López (1986) en cambio, aconseja el almacenamiento de ésta durante 6 a 12 meses a 4 C y luego sumergirlas en agua fría por 72 horas.

Cuadro 10 : Tratamientos pregerminativos probados para las especies roble, raulí y coigüe (Donoso *et al.*, 1999 modificado)

ESPECIE	PROCEDENCIA	TRATAMIENTO PREGERMINATIVO	CAP. GERMINATIVA LABORATORIO (%)
Roble	Bullileo	Estratificación 60 días	59
	Malleco	Estratificación 35 días	35
	Parral	Estratificación 45 días	47
	Melipeuco	Estratificación 20 días	29,3
	Melipeuco	Golpe de frío	34,7
	Melipeuco	Remojo y golpe de frío	48
	Melipeuco	Tiourea 4 días	48
	Sta. Bárbara	Acido giberélico 3 días 200 ppm/24 hr a 20° C	14
Raulí	Bullileo	Estratificación 60 días	95,6
	Atacalco	Estratificación 38 días	61,3
	Atacalco	Remojo 7 días	42,6
	Atacalco	Tiourea	71,6
	Vilches	Estratificación 60 días	80
	Ralco	Estratificación 60 días	62
	R. F. Malleco	Estratificación 45 días	52
	Malalcahuello	Remojo agua 72 horas	64,5
	Liquiñe	Acido giberélico 3 días	81
		200 ppm/24 hr a 20° C	
Coigüe	Atacalco	Estratificación 60 días	44,5
	Atacalco	Estratificación 90 días	61,8
	Atacalco	Remojo y golpe de frío	30,3
	Valdivia	Estratificación 90 días	58
	Valdivia		10
	Llancacura		10
	Llancacura		26,8
	Rucatayo		40



CAPITULO 3

Producción de Plantas a Raíz Desnuda



3. PRODUCCION DE PLANTAS A RAIZ DESNUDA

3.1 Elección del Sitio de Ubicación del Vivero

Una importante decisión para el productor es la selección del lugar de instalación del vivero. Un mal sitio puede ocasionar producciones de calidad y cantidad insatisfactorias, e incluso causar mayores costos, debido a la necesidad de modificar la condición indeseable del sitio, mediante el uso de enmiendas de fertilizantes, equipos de riego de mayor envergadura, obras de drenaje, cortinas cortaviento u otras.

Según MAY (1984) y ARNOLD (1996) algunos factores que pueden ser de utilidad para determinar la mejor ubicación de un vivero son: accesibilidad, suministro de agua, clima, suelo, volumen de producción y disponibilidad de mano de obra.

3.1.1 Accesibilidad

La ubicación del vivero debe ser aquella que permita ofrecer un servicio de despacho sin demoras hacia el sitio de plantación y que minimice los costos de transporte. En su interior deberá poseer caminos en buen estado y de acceso transitables todo el año y en buen estado para permitir el tránsito de los vehículos de transporte de plantas y suministros.

3.1.2 Suministro de agua

La producción de plantas es fuertemente dependiente del agua, más aún considerando la estacionalidad de las lluvias que se concentran en los meses de invierno, decreciendo en forma importante durante el verano.





Equipo de riego por aspersión en un vivero a raíz desnuda (Vivero Proplantas, 2000)

La mayor fuente de agua en los viveros son los pozos profundos, canales de riego superficial, estanques artificiales o una combinación de ellos. Generalmente existe también una fuente secundaria de agua que asiste a la principal cuando esta falla o es insuficiente, tales como estanques de reserva o riachuelos cercanos. La aplicación del riego puede ser por aspersión o canalización superficial entre platabandas.

El agua no sólo debe existir en la cantidad necesaria, sino que también debe cumplir con requisitos de calidad de los que depende la producción de plantas. La calidad del agua

es un factor importante al momento de evaluar la factibilidad de usarla como riego suplementario en el vivero. Esta consideración debe ser evaluada antes de seleccionar el sitio de ubicación de la estructura. Factores como la concentración de sales solubles, la acidez y la conductividad eléctrica son algunos indicadores que sirven para determinar la calidad del agua. FOLLET y SOLTANPOUR (1999) identificaron dos criterios para medir la calidad del agua de riego:

1. Contenido total de sales solubles y
2. Proporción de sodio respecto de otros cationes.

3.1.2.1 Contenido total de sales solubles

El exceso de sales provoca un incremento de la presión osmótica de la solución de suelo lo cual genera una condición de sequía fisiológica, aun cuando en el suelo exista humedad suficiente, ya que la planta no es capaz de absorber el agua disponible.

Las sales solubles en el agua de riego pueden ser medidas utilizando la conductividad eléctrica (CE) como un indicador de su concentración. Según CARDON y MORTVEDT (1994), valores de CE menores a 2 ds/m no afectan el crecimiento de la mayoría de los cultivos y árboles. Entre 2 y 4 ds/m ya se evidencian restricciones, siendo los valores mayores a 8 ds/m los que restringen severamente la viabilidad de las plantas. LAMOND y WHITNEY (1992) clasificaron los valores de CE en 5 rangos como se observa en el Cuadro 11.

Cuadro 11: Rangos de conductividad eléctrica (CE) (LAMOND y WHITNEY, 1992)

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (DS /M)	RANGO
0 - 2	Bajo
2 - 4	Moderado
4 - 8	Alto
8 - 16	Excesivo
16 +	Muy excesivo

A modo de ejemplo algunas especies frutales como vides y nectarines, poseen umbrales de daño en el rango de 1,5–1,7 ds/m, mientras algunas especies forestales del género *Pinus* poseen un umbral entre 6–8 ds/m (FRANCOIS y MAAS, 199?).

3.1.2.2 Proporción de sodio

La concentración de sodio en la solución se expresa usualmente como la Relación de Adsorción de Sodio (RAS).

RAS=

Na

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

2

Donde:

RAS= relación de adsorción de sodio

Na= Concentración de sodio

Ca⁺⁺= Concentración de calcio

Mg⁺⁺= Concentración de magnesio

Valores mayores a 10 deben ser evitados (MAY, 1984; FOLLET y SOULTANPOUR, 1999). La importancia del sodio radica no sólo en la toxicidad que altas concentraciones del elemento puedan causar a las plantas, sino que también en el efecto negativo que este elemento causa a la estructura del suelo.

3.1.3 Clima

Las variaciones locales del clima, pueden provocar diversas dificultades en las operaciones de un vivero. Tanto la siembra

como la cosecha de plantas pueden ser impedidas ya sea por heladas o por altas temperaturas, las cuales no permiten extraer la raíz del suelo o causan la muerte de plántulas, respectivamente. Por ello antes de iniciar la instalación de un vivero se deben tener en consideración los siguientes indicadores climáticos:

1. La longitud del período de crecimiento
2. La fecha de la primera y última helada del período
3. La precipitación media anual
4. Las temperaturas extremas

En aquellas áreas donde exista mayor incidencia de heladas, se debe evitar ubicar el vivero en zonas bajas, prefiriendo aquellas con pendientes leves que permitan la circulación rápida del aire frío. Así mismo, exposiciones este o sur presentarán mayor peligro de sufrir daño por heladas, por lo cual deberían ser evitadas (ARNOLD, 1996).

La información meteorológica será de gran utilidad al momento de programar las siembras en platabandas y trasplantes o repiques, debiéndose escoger aquellos períodos de menor incidencia de heladas, escasas precipitaciones y temperaturas medias.

3.1.4 Suelo

La calidad de un suelo se puede definir en función de parámetros como la textura, profundidad, drenaje y fertilidad. En general, los viveros existentes se encuentran sobre una amplia gama de condiciones de suelo. Las texturas más comunes y que proporcionan los mejores resultados de calidad de plantas son las livianas a medias como las arenosas, franco arenosa y franco limosa (MAY, 1984; ARNOLD, 1996).

Un aspecto importante es considerar la textura del suelo que permite utilizar sin restricciones equipos mecanizados como tractores, equipos para implantes y cosechadoras, los cuales requieren de texturas gruesas o moderadamente gruesas (suelos arenosos y franco arenosos). A su vez, texturas finas (suelos arcillosos) se congelan más rápidamente, poseen baja permeabilidad y demoran más tiempo en drenar y secarse.

Suelos arenosos y areno-francos son preferibles para la producción de plantas a raíz desnuda. Cualquier otra combinación que considere un porcentaje de arcilla superior a 15 por ciento presentará problemas de drenaje y dificultad para utilizar la maquinaria.

Suelos con porcentajes de arcilla menores a 15 por ciento no son deseables para viveros, a menos que se requieran bajos niveles de producción. Estos, sin embargo, podrían ser mejorados mediante el manejo del riego y del drenaje.

La profundidad de los suelos debe ser media a profunda (50-100 cm), con el fin de ofrecer suficiente espacio para el s que posean una estrata impermeable o compactada dentro de los primeros 80 cm de suelo para evitar problemas de drenaje (MAY, 1984).

La fertilidad del suelo está controlada por el contenido de elementos nutricionales y por la reacción del suelo (pH). La reacción debe ser moderadamente ácida entre 5,1-6,5 (MAY, 1984; ARNOLD, 1996;). Altos niveles de pH (sobre 7) pueden promover el daño por hongos del complejo *dumping-off*. Los valores de fertilidad pueden ser variables, dependiendo del uso anterior del suelo o historia de manejo del vivero. MAY (1984) señala que la fertilidad del suelo puede ser mantenida con

cantidades específicas de nutrientes (Cuadro 12). Una recomendación general es extraer muestras de suelo a varias profundidades para determinar limitantes físicas y químicas que controlen el establecimiento y desarrollo de las plantas en el vivero.

Cuadro 12: Cantidades de nutrientes en un suelo fértil

ELEMENTO	KG/HA
Fósforo (P)	22 - 90
Potasio (K)	112 - 224
Calcio (Ca)	336 - 1300
Magnesio (Mg)	56 - 112

3.1.5 Volúmenes de producción

El tamaño del vivero variará en función del volumen de plantas a producir. La superficie debe reflejar el espacio suficiente para entregar los volúmenes solicitados por los clientes. Debe considerar, además, futuros aumentos de producción dentro de ciertos márgenes.

La cantidad de plantas por m² varía según la especie y el manejo. Generalmente se producen entre 50 a 80 plantas por m². Ello significa entre 500.000 a 800.000 plantas por hectárea, además se debe agregar un 40 por ciento más de superficie por concepto de pasillos entre platabandas, resultando un área de 1,4 hectáreas para producir esa cantidad de plantas.



Platabanda de raulí con una densidad de 70 plantas/m²

3.1.6 Mano de obra

Si bien algunos viveros se han convertido en verdaderas industrias con alta mecanización y bajo número de trabajos manuales, en la producción de plantas de especies nativas aún existe una alta dependencia de mano de obra. Por esto, la ubicación debe considerar la existencia de poblaciones de trabajadores disponibles a su alrededor, las cuales estarán tan lejos como el costo de transportarlos pase a ser una limitante

Entre las labores manuales más comunes se encuentran: limpieza del terreno o desbroce, manejo del equipo de riego, el trasplante o repique sobre platabandas y la cosecha de plantas.

3.2 Diseño y Ordenamiento del Vivero

Los elementos que deben considerarse al momento de instalar un vivero son múltiples. Entre estos se encuentran: el tamaño y forma,

la cantidad de suelo a limpiar y/o nivelar, el diseño de obras de drenaje y redes de caminos, la planificación del sistema de riego, el trazado de los cercos, construcción y ubicación de edificios de oficina, bodegas y naves de producción. La planificación y diseño correcto de estas obras al momento de la instalación, evita la ejecución de cambios posteriores no previstos, que pudieran resultar altamente costosos.

3.2.1 Platabandas y pasillos

El área de producción de un vivero está constituida por dos componentes principales: las platabandas y los pasillos. Generalmente, el pasillo corresponde a un 40 por ciento del ancho de la platabanda y tiene como objetivo servir de ruta para el rodado de las maquinarias y como vía de evacuación superficial de aguas.

El número total de plantas que se pueden producir en una hectárea dependerá de la densidad de plantas en la platabanda y del ancho de los pasillos. La densidad de plantas en la platabanda dependerá del número de hileras y el espaciamiento de las plantas en ellas. El número de hileras más frecuente es de 7 con espaciamentos de 12,5 ó 15 cm entre hileras y 7 ó 10 cm en la hilera, lo que significa entre 50 y 70 plantas por m^2 (Figura 1). Variaciones en los espaciamentos provocarán diferentes producciones por m^2 , lo cual se reflejará además en distintos tamaños de plantas. Por lo general, el ancho de los pasillos no supera los 40 cm, por lo cual, la producción de una hectárea varía entre 420 mil y 680 mil plantas.

Es deseable que las platabandas sean lo más largas posible para permitir la ejecución eficiente de trabajos mecanizados, por lo cual idealmente se espera disponer del vivero en una forma alargada en vez de cuadrada. El largo de las platabandas debe considerar la topografía, el drenaje interno y externo y las posibilidades del equipo de riego (MAY, 1984). La longitud de las platabandas tendrá que

considerar el largo máximo de las líneas de riego y el radio de los aspersores. MAY (1984) recomienda largos que van desde 60 hasta 240 m. Igualmente, la dirección de las platabandas debe obedecer, cuando la topografía y el drenaje lo permitan, a la dirección de los vientos predominantes durante el período de germinación y de mayor calor en el área, con el fin de evitar pérdidas de agua en los extremos de las platabandas.

3.4.2 Drenaje externo

El agua que escurrirá por los pasillos debe llegar a un canal receptor, el cual generalmente corresponde a la cuneta que se forma en la intersección de las platabandas con el camino de acceso, esta debe poseer un perfil convexo (Figura 2). El canal o cuneta debe a su vez poseer la pendiente longitudinal necesaria para drenar el agua mediante escurrimiento, cuidando que este no provoque daños por erosión.

Figura 1: Tamaño de platabanda para producir 70 plantas en un metro lineal con un marco de siembra de 12,5 x 10 cm

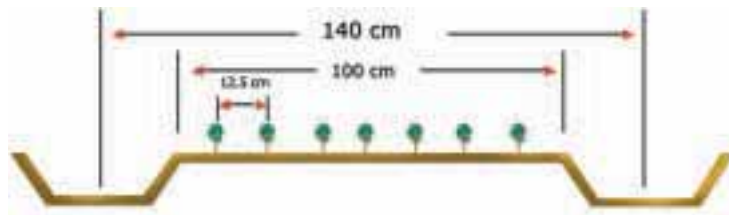


Figura 2: Canales de desagüe a ambos lados del camino



La pendiente longitudinal de la platavanda debe ser superior a 0,5 por ciento para permitir el movimiento superficial del agua y evitar el anegamiento. Los diseños deben considerar una pendiente longitudinal uniforme, variando sólo la pendiente transversal, en la medida que el drenaje pueda ser manejado eficientemente.

3.2.3 Drenaje interno

Como se mencionó en el punto sobre el sitio, se debe evitar instalar un vivero en suelos pesados o incluso en suelos francos ó arenosos de fase delgada, ya que esto limita fuertemente el drenaje interno del agua en el perfil del suelo. En algunos casos, en que se producen encharcamientos menores de agua en los pasillos por desniveles atribuibles al microrelieve en suelos francoarenosos, es posible inducir la percolación del agua mediante el paso de cinceles sobre los pasillos entre platavandas. Claro está que la situación ideal es eliminar dicho problema mediante una nivelación adecuada efectuada en la presiembra.

3.2.4 Caminos

Las operaciones de un vivero requieren de un sistema de caminos y drenaje cuidadosamente diseñado y adecuadamente mantenido. Cualquiera sea el clima, el acceso desde una carretera hasta el vivero debe ser permanente e idealmente pavimentado de modo que no existan impedimentos para el despacho de camiones con plantas o para el ingreso de los suministros.

Los caminos interiores no requieren mayor estabilización, siempre y cuando existan las obras de drenaje necesarias para evacuar el agua proveniente de los pasillos y del propio camino. Estos caminos deben ser de tránsito permanente y servir para el ingreso de la maquinaria al área de producción, por lo cual su ancho debe considerar el radio de giro de un tractor incluido su implemento (sembradora, pulverizadora, podadora, etc.), de tal forma que se eviten posibles daños en los extremos de las platavandas.



Camino no estabilizado en suelo arcilloso

3.2.5 Cortinas cortaviento

En zonas expuestas a vientos fuertes, con riesgos de erosión eólica (suelos arenosos) es recomendable utilizar cortinas cortaviento. Para esto se puede aprovechar la vegetación arbórea y arbustiva existente en el perímetro o plantar árboles en aquellos sectores de mayor incidencia alrededor del vivero. Si aún fuese necesario instalar cortinas cortavientos en el interior del área de producción, éstas deberán ubicarse en forma paralela a la dirección de las platabandas y en la posición de barlovento. El ancho de la cortina debe ser de 2 a 3 hileras de árboles dispuestos alternadamente. Su función consiste en prevenir la contaminación del área de producción con plántulas “voluntarias” indeseables y favorecer el crecimiento

de follaje desde el suelo, con el fin de impedir el paso del viento a la altura de las platabandas. Así mismo, un cuidadoso control del crecimiento radicular de los árboles que forman la cortina debe programarse para no generar competencia con las plantas del área de producción. Para ello, se pueden construir zanjas entre la cortina y las platabandas de modo de evitar que los árboles de la cortina exploren el espacio radicular de las platabandas.

Las cortinas deben sólo reducir el paso del viento hasta que no existan daños por erosión eólica del suelo o dificultad para la pulverización de agroquímicos, es decir, debe proveerse de una mínima ventilación, por lo cual el follaje no debe ser demasiado denso. El efecto protector de una cortina es equivalente a aproximadamente 10 ó 15 veces su altura media (BENEDETTI y PERRET, 1995).

3.2.6 Construcciones auxiliares

Claramente, un vivero necesita de un número y tamaño determinado de edificios como oficinas de administración, duchas y sanitarios, comedores, bodegas de insumos y maquinarias, sala de bombas y/o de estanques de fertirrigación y una sala de almacenaje de plantas en frío. Adicionalmente, se podrá disponer de áreas de recreación y una sala de primeros auxilios.

3.3 Preparación de Suelo y Confección de Platabandas

La producción de un vivero está influenciada por la calidad de la preparación del suelo. Una correcta labranza, nivelación y desinfección de suelo son el inicio de una preparación adecuada del terreno donde se ubicarán las platabandas. Las actividades de preparación de suelo variarán en función de la condición del terreno y de su uso previo. Las principales actividades son:

3.3.1 Limpieza del terreno

El área de producción debe estar libre de árboles o arbustos que impidan la confección de las platabandas o que puedan competir con las plantas del vivero. Los residuos extraídos no tienen que ser quemados dentro del área donde se ubican las platabandas debido al efecto negativo que el calor produce en las propiedades físicas y químicas del suelo (cambio de estructura, volatilización del nitrógeno, etc.).

3.3.2 Control de plagas y enfermedades

Previo a la labranza de suelo, a fines de invierno, es conveniente aplicar herbicidas con el objetivo de controlar malezas de diferente tipo en crecimiento activo o potencial. Dentro de los productos normalmente utilizados se pueden recomendar Gramoxone o Roundup en dosis de 2-4 l/ha o Dacthal en dosis de 8-12 kg/ha (LAVANDEROS y DOUGLAS, 1985 b). Su mayor o menor concentración dependerá de la agresividad de las malezas.

Controles adicionales pueden realizarse mediante aplicación de fumigantes de suelo, los cuales actúan como biocidas totales que ayudarán a controlar otras plagas como hongos, bacterias y nemátodos. Estos productos deben moverse a través del suelo en forma de vapor o gas, por lo que el suelo debe cubrirse, lo que evitará pérdidas hacia la atmósfera con una lámina de polietileno. La temperatura del suelo para una aplicación exitosa



Sala de mezclas para fertirriego (Vivero Tres Marías)

de fumigantes debe ser superior a 10 C y preferiblemente superior a 21 C. La humedad del suelo debe estar entre 5 y 30 por ciento (MAY, 1984).

Luego de la aplicación de estos productos, el suelo debe descubrirse y ser aireado para eliminar residuos gaseosos que pudieran afectar a las plantas del vivero. Su efecto normalmente tiende a esterilizar el suelo eliminando la mayoría de los hongos y nemátodos presentes, lo cual deja también al suelo en inmejorables condiciones para ser infestado por otras plagas del suelo, así como nuevas malezas y pastos. La reaparición de organismos patógenos puede ser controlada con el uso de funguicidas y/o nematicidas.



Pulverizador para aplicación de pesticidas (Vivero Proplantas, 2000)

Dentro de los fungicidas interesa principalmente en esta etapa prevenir el efecto del complejo fungoso damping-off (caída de plantas), para lo cual se puede utilizar Captan en dosis de 2-3 kg/ha, Bayer 5072 en dosis de 7-10 kg/ha o Brassicol en dosis de 10-20 kg/ha (LAVANDEROS y DOUGLAS, 1985 b). Para la viverización de especies nativas, DONOSO *et al.* (1999) recomiendan dosis de 5 kg/ha de Captan más 5 kg/ha de Monceren incorporados en el último rastraje en el suelo de las platabandas. ARNOLD (1996), según experiencias en el vivero Pillingue (X Región), recomienda que antes del repique, el suelo de la platabanda sea asperjado con una mezcla de Moceren 250 FS y Pomarsol Forte 80 por ciento, en dosis de 5 y 10 l/ha, respectivamente.

Para el control de nemátodos se puede aplicar productos como Telone en dosis de 0,12-4 l/ha, Fumigante DD en dosis de 0,45-0,56 l/ha y Nemacur en dosis de 30-40 l/ha (LAVANDEROS y DOUGLAS, 1985 b).

DONOSO *et al.* (1999) indican que, además de las medidas de control químico, son necesarias prácticas culturales como la siembra oportuna para favorecer una germinación y emergencia rápidas que impidan o limiten la oportunidad de ocurrencia de enfermedades fungosas. En aplicaciones de preemergencia recomiendan Captan y Monceren en dosis de 5 kg/ha.

3.3.3 Labranza del suelo

Para siembras de primavera, la aradura debe ser hecha a fines de invierno o a principios de primavera. Esta consiste en el movimiento del terreno con un arado de cincel, a una profundidad mínima de 25 cm, para evitar compactación en el espacio de crecimiento radicular. Suelos pesados podrían requerir equipos de arado con discos o vertederas para romper dicho volumen de suelo.



Rastra múltiple Kognskilde (Vivero Proplantas, 2000)



Arado Cíncel de 7 puntas (arriba). Suelo franco arenoso cíncelado a 25 cm (abajo) (Vivero Proplantas, 2000)

Posteriormente, el suelo debe ser rastreado varias veces, utilizando para ello una rastra de discos con la cual se rompe y dispersan los bloques o terrones de suelo e incorporan los residuos verdes presentes en el mismo.

Las labores de preparación del suelo continúan con la nivelación del terreno, para lo cual se utiliza un equipo nivelador para “tiro de tractor”, el cual permite eliminar en gran medida las diferencias del microrelieve del suelo y uniformar la pendiente longitudinal requerida para las platabandas.

Finalmente, el suelo debe quedar mullido y suficientemente aireado para permitir una buena exploración radicular e

infiltración de agua en el perfil. Para ello se utiliza un rastra de cíncel o rotocultivador (Kongskilde) el cual deja el suelo en condiciones de confeccionar las platabandas.

Cuadro 13: Dosis de cal requerida para subir el nivel de pH en 0,1 unidades, según tipo de suelo (RODRÍGUEZ, 2000)

TIPO DE SUELO	KG/HA	
	CaCO ₃	CaO
Granítico	454	254
Aluvial grueso	385	215
Rojo arcilloso	526	294
Trumao valle central	769	430
Trumao precordillera	833	465
Terrazas recientes	400	223



Hechura de platabandas en suelo franco arenoso (arriba) y platabandera de tiro de tractor (abajo) (Vivero Proplantas, 2000)

Cuando los valores de fósforo del suelo son inferiores a 20 ppm (P Olsen). La fertilización fosfatada también es requerida. Aplicaciones de fósforo en suelos con valores superiores a 24 ppm no producen respuesta en las plantas. Para el caso de aplicaciones en presiembra de fósforo, se establece que para subir 1 ppm de P Olsen en el suelo, se requieren 100 kg/ha de P_2O_5 (ORTEGA y DÍAZ, 2000).

3.3.4 Confección de platabandas

Esta labor consiste en la formación de la cama de siembra, la cual se perfila con la ayuda de una máquina de tiro de tractor (platabandera) que da forma a una platabanda, quedando definidos los pasillos, generalmente a 7 ó 15 cm a desnivel respecto de la cama.

(platabandera) que da forma a una platabanda, quedando definidos los pasillos, generalmente a 7 ó 15 cm a desnivel respecto de la cama.

Este tipo de cama de siembra presenta ventajas importantes al compararse con la producción a nivel de suelo, ya que aumenta la profundidad efectiva del suelo mejorando el espacio radicular, facilita el drenaje evitando el peligro de inundaciones, mejora la circulación de aire inhibiendo el desarrollo de hongos, y facilita las labores manuales y mecánicas propias del manejo y cosecha de plantas (ARNOLD, 1996).

En suelos arenosos fácilmente erosionables y secos, se recomienda mantener la cama de siembra a nivel de los pasillos; en cambio, en suelos pesados con mal drenaje subsuperficial y aquellos muy nivelados con mal drenaje superficial, es recomendable levantar el nivel de la cama de siembra por sobre los pasillos. Esto último con el objeto de prevenir la inundación de las platabandas y permitir el escurrimiento por los pasillos sin que ello signifique erosionar las platabandas.

Para la formación de las platabandas, el suelo debe encontrarse en estado friable, esto es, conteniendo entre un 5 y un 30 por ciento de humedad (MAY, 1984). Si el suelo está demasiado húmedo se producirán zonas de barro desniveladas, compactadas e improductivas. Si por el contrario, estuviera demasiado seco, aumentará la dificultad para romper el suelo hasta la profundidad deseada.

Eventualmente, es posible adicionar a la estructura de la máquina platabandera un rodillo que realiza un preformado de los hoyos donde se transplantaran las plántulas, asegurando con ello su correcto espaciamiento.



Como almaciguera se pueden emplear simples estructuras de madera

3.4 Siembra

Cada especie posee sus propios y estrictos requerimientos para su germinación y establecimiento de plántulas. Una exitosa producción será el resultado del control de aquellos factores incidentes, como la composición del sustrato de germinación, la temperatura del sustrato, la densidad de siembra y la época de repique.

3.4.1 Tipos de siembra

Se reconocen dos tipos de siembra. Uno de ellos es la siembra directa, que considera siembra y germinación sobre la platabanda; y el otro, es la siembra en almácigos, que involucra siembra y germinación en bandejas, para luego repicar plántulas en la platabanda. Para el caso de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo se recomienda la siembra en almácigo.



Almaciguera tipo speedling de 104 casillas (arriba) y plántulas de coigüe producidas en almacigo de cajón

El uso de almácigos presenta ventajas respecto de la siembra directa ya que permite optimizar la selección de plántulas e incrementar la germinación (aumento de la capacidad y energía germinativa). Esto debido al control de la temperatura que puede lograrse dentro de un invernadero, lo cual es especialmente importante para semillas de baja viabilidad, escasas y/o de alto costo, y se logra la densidad final requerida con plantas de tamaño más homogéneo (DONOSO *et al.*, 1999).

ARNOLD (1996) señala que una desventaja de la siembra en almácigos es el estrés que se produce en las plántulas al momento del repique, el cual no es resistido por todas las plantas de igual forma. Según sus experiencias en el vivero Pullingüe, X Región, las especies que mejor resisten este tipo de estrés son raulí, roble y ulmo. El coigüe, en cambio, presenta dificultades sobre todo si es repicado tardíamente (diciembre).

El sustrato para la germinación en almáciguera debe ser liviano y no necesariamente nutritivo, por lo cual la arena presenta buenas características, aún cuando se han reportado menores crecimientos radiculares en ella debido a la compactación que ocurre luego de riegos sucesivos (ARNOLD, 1999). Mezclas con aserrín y tierra orgánica, pudieran mejorar este aspecto, aún cuando existe el riesgo de infestar el sustrato con hongos y bacterias dañinas para las raíces de la plántula.

La aplicación de fungicidas al sustrato reducirá el riesgo de daño provocado principalmente por el complejo de hongos causantes de la caída de plantas ó Dumping-off. En sustrato de aserrín con tierra orgánica se recomienda la aplicación de una mezcla de fungicidas como Pomarsol Forte (0,5-1 g/m²) y Monceren (0,5-1 cc/m²). También se obtienen buenos resultados con aplicaciones de Bayer 5072 en dosis de 0,5-1,5 g/m². Luego de la aplicación, el producto debe explorar el sustrato, para lo cual se recomienda regar las bandejas. Estos productos deberán ser aplicados aproximadamente en una relación de 1,6 l de mezcla/m². Por ejemplo, si la superficie de almácigos es de 10 m², entonces se debe aplicar entre 5 y 15 g de Bayer 5072 diluidos en 16 cc de agua.

Una buena alternativa a estos sustratos por sus excelentes resultados y alta disponibilidad es la corteza de pino insignie (QUEZADA, 2000). Su preparación adecuada considera un completo proceso de compostación, el cual se detalla en el capítulo 4.1.

3.4.2 Época de siembra

La determinación de la oportunidad de siembra es parte importante de las técnicas de producción de plantas (DONOSO *et al.*, 1999; MAY, 1984). Siembras tempranas provocan una lenta germinación debido a las bajas temperaturas, lo que incide en plantas desuniformes y bajo rendimiento de plantas plantables.

Por el contrario, siembras tardías serán afectadas por altas temperaturas y por el desarrollo de organismos patógenos en el suelo, lo que resultará en rendimientos inciertos (MAY, 1984).

Así mismo, primaveras húmedas o primaveras secas provocan bajos rendimientos debido al exceso y falta de humedad, respectivamente. Igualmente, si la fumigación del suelo fuera necesaria, una temperatura de suelo de 16 C es requerida, por lo que la aplicación debe esperar hasta que el suelo logre dicha temperatura, luego de lo cual se necesitan al menos tres semanas de aireación antes de la siembra (MAY, 1984).

En el caso de siembras en almácigos, la época de siembra es durante el invierno, bajo condiciones de invernadero. ARNOLD (1996) recomienda que la temperatura durante el período de germinación debe mantenerse entre 20 y 25 C.

En general para roble, raulí y coigüe se recomiendan siembras tempranas, desde fines de invierno hasta la segunda quincena de primavera, siendo la mejor época mediados de septiembre. Para Ulmo sería aconsejable sembrar en septiembre, durante la segunda semana al sur de Temuco y entre la primera y segunda semana al norte de esta ciudad. Una siembra oportuna es de importancia en el tamaño de la planta al final del período de crecimiento (DONOSO *et al.*, 1993; DONOSO *et al.*, 1999).

3.4.3 Densidad de siembra

ARNOLD (1996) recomienda que la densidad de siembra en almácigos de madera sea de 5000 plantulas/m². Esto significa que la siembra debe considerar suficiente semilla para descontar las pérdidas por viabilidad y capacidad germinativa, de tal forma que se asegure la densidad final deseada.

Para el caso de los almácigos en bandejas tipo speedling, diversos tamaños de casilla y número de casillas por bandeja están disponibles en el mercado. Casillas pequeñas son recomendables por no más de 6 semanas para no impedir el crecimiento continuo del sistema radicular. En estas 3 a 4 semillas por casilla son suficientes, estimando que la germinación efectiva, corregida por pureza, viabilidad y capacidad germinativa, varía entre un 30 y un 40 por ciento.

Una fórmula para el cálculo de los requerimientos de semilla, para una densidad final en el almácigo de 5000 plántulas/m² :

Primero se obtiene el factor de corrección:

$$F_c = (V \times CG \times P)$$

Luego se calcula el número de semillas por m² corregido:

$$N^{\circ} SM^2_c = 5000 \times (1 + F_c)$$

Finalmente se determina los gramos de semilla por m²:

$$GSM^2 = N^{\circ} SM^2_c / N^{\circ} SKG) \times 1000$$

Debido a que la semilla, previo a la siembra es sometida a estratificación húmeda y remojo en agua, posee un contenido de humedad superior a aquel con el cual fue evaluada luego el valor obtenido con esta formula debe ser corregido como sigue:

$$GSM^2_c = GSM^2 \times (1 + H)$$



Invernadero con almácigos de raulí (Vivero Proplantas, 2000)

Donde:

F_c	= Factor de corrección
V	= Viabilidad (0/1)
CG	= Capacidad germinativa (0/1)
P	= Pureza (0/1)
$N^{\circ} SM^2_c$	= Número de semillas por m ² corregido
GSM^2	= Gramos de semilla por m ²
$N^{\circ} Skg$	= Número de semillas por kilo
GSM^2_c	= Gramos de semilla por m ² corregido
H	= Humedad (0/1)



Equipo de calefacción a gas para el control de la temperatura en el interior del invernadero (Vivero Proplantas, 2000)

Las limitaciones en el número de semillas por m² (o plántulas por m²) están dadas por la susceptibilidad al ataque de hongos en el almácigo, la cual aumenta con altas densidades. Por lo anterior se recomienda densidades no mayor a 5000 plántulas deseadas por m² (ARNOLD, 1996).

Almacigueras de 104 casillas con volúmenes para el sustrato de 64 cm³ son recomendables para producir plántulas con un volumen de raíces adecuado antes del repique. Este tipo de bandeja permite repicar las plántulas sin exponer su sistema radicular excesivamente, ya que va protegido por el sustrato, el cual acompaña a la raíz hasta la platabanda.

Una correcta y uniforme profundidad de siembra está ligada a una alta y temprana germinación, a la vez que produce una

más uniforme calidad morfológica de las plántulas. Siembras superficiales, que expongan la semilla, así como siembras muy profundas que impidan la emergencia, deben ser evitadas.

La mejor profundidad es aquella que previene la exposición o la remoción de la semilla por algún agente (DONOSO *et al.*, 1999). Generalmente se acepta que la semilla quede cubierta por una capa de sustrato cuyo espesor sea igual al doble de su diámetro (DANIELS y SIMPSON, 1990 cit. por DONOSO *et al.*, 1999). DONOSO *et al.* (1999) y ARNOLD (1996) coinciden en recomendar una profundidad de 1,5 a 2 cm para roble y raulí, y de 0,7 a 0,8 cm para coigüe, dependiendo del calibre de la semilla. Para ulmo, DONOSO *et al.* (1993) recomiendan 1 cm.

3.4.4 Manejo de postsiembra

La temperatura al interior del invernadero debe mantenerse entre los 20 y 30 °C y el sustrato no debe perder su humedad, con el fin de mantener hidratada la semilla (ARNOLD, 1996). El ambiente del invernadero debe ser frecuentemente ventilado para renovar el aire e impedir alzas térmicas importantes (sobre 35 °C). Para calefaccionar el ambiente dentro del invernadero se utilizan normalmente equipos a gas o eléctricos; en tanto que para bajar la temperatura, se emplean ventiladores eléctricos complementados con aberturas de puertas y ventanas laterales.

En condiciones de invernadero, tanto la temperatura como el riego pueden ser controlados en forma más efectiva, mediante la ventilación y el riego de corta duración con alta frecuencia (QUEZADA, 2000)

Los cuidados de postemergencia se focalizan principalmente en el control de la temperatura y humedad del aire y del sustrato,

con el fin de facilitar el crecimiento de la raíz y evitar el daño provocado por los hongos causantes de la caída de plántulas o *Dumping-off*.

La prevención de enfermedades fungosas se realiza con aplicaciones frecuentes de fungicidas disueltos en agua, los cuales deben ser aplicados tanto al suelo como a las hojas y tallo, complementando así la desinfección inicial de sustrato. ARNOLD (1996) recomienda aplicar 1 g de Bayer 5072 por litro de agua (solución en dosis de 1,6 l/m²). Estas aplicaciones son convenientes de realizar cada semana hasta que las plántulas alcancen un tamaño y firmeza adecuados.

Luego de germinadas las semillas y habiendo formado las plántulas su primer par de hojas verdaderas, son seleccionadas y repicadas a una platabanda. Esto ocurre luego de 5 a 6 semanas después de la siembra, teniendo las plántulas una altura de 4 a 5 cm o más.

En este momento la plántula posee una raíz abundante capaz de sostener el volumen de sustrato de su casilla cuando es levantada. De ser producida de esta forma, en la misma bandeja y puede ser llevada a la platabanda definitiva para ser repicada. Si es producida en almácigos de madera implica extraer la plántula con su raíz desnuda para ser trasladada al lugar de repique.



Aireación lateral del invernadero (Vivero Proplantas, 2000)



Plántula de raulí
producida en
almaciguera de
madera (arriba) y
speedling (abajo) lista
para ser repicada.



Al ser transportadas hacia el sitio de viverización, se recomienda embalarlas en frío y aplicarles una solución de gel para evitar la deshidratación durante el período de traslado. El sustrato de las raíces debe ser removido cuidadosamente para no dañarlas mientras se extrae la plántula. Al mismo tiempo, el transporte de las plántulas, desde el almácigo hasta la platabanda, se puede realizar en una bandeja, cubriendo sus raíces con aserrín húmedo para que no pierdan humedad.

Al momento del repique, la platabanda debe ser preparada para que el suelo se encuentre liviano y mullido. Por ello, luego de su confección, se deben repasar los sectores de suelo irregular y regar suave y abundantemente, cuidando de no producir deformaciones.

Dentro de las platabandas se deben trazar las hileras de plántulas, para lo cual se recurre a lienzas separadas en función de la densidad deseada, también es posible utilizar un rodillo marcador para facilitar la labor de repique.

GROSSE y BOURKE (1988) indican que el espaciamiento en la platabanda que produce mejores condiciones de crecimiento para raulí es el de 300 cm² por planta. Esto involucra producir alrededor de 70 plantas/m², es decir 7 hileras de 10 plantas por metro lineal. Por su parte, DONOSO *et al.* (1999) recomiendan espaciamientos en la hilera de 8 a 10 cm para roble y raulí, y de 8 a 12 cm para coigüe, es decir entre 70 a 100 plantas por m². Para el ulmo, DONOSO *et al.* (1993) aconsejan distanciamientos de 15 cm en la hilera y de 20 cm entre hileras, lo que significa 40 a 42 plantas por m² de platabanda.



Rodillo marcador para el repique de plántulas en la platabanda (Vivero Proplantas, 2000)

Durante el período de repique, el riego debe ser constante con el fin de mantener el suelo a capacidad de campo y mantener húmedo el follaje. De esta forma se controla la evapotranspiración diaria, que en esta etapa puede ser muy alta. Asimismo resulta beneficioso realizar riegos cortos y frecuentes durante la primera semana, los que posteriormente pueden ser más largos y espaciados (QUEZADA, 2000). En pequeñas superficies, los equipos de riego con microjet producen una nube de agua con alta uniformidad de aplicación y mínima alteración de suelo por golpes de gota.

Si la procedencia y/o año de cosecha no son cuidadosamente seleccionados, o si el lote de semillas utilizado posee unidades

de distinto tamaño o no hay una estricta selección antes del repique, las plantas presentan distintos tamaños en diámetro y altura en la platabanda. Estas diferencias generalmente se mantienen hasta la cosecha y determinan la sobrevivencia y establecimiento de la planta en el sitio de plantación. Por lo anterior, se recomienda realizar una meticulosa selección de las plántulas al momento de repicar, utilizando como criterios el tamaño (diámetro y altura) y el color del follaje. Si la plántula permanece en el almácigo por un tiempo excesivo sin ser repicada (repique tardío), presenta signos de decoloración del follaje y estancamiento del crecimiento. Ello debido a la falta de nutrientes del sustrato original.

3.4.5 Manejo postrepique

Una vez que las plántulas son repicadas en las platabandas pasan a estar sometidas a condiciones edáficas y atmosféricas muy distintas de las que tienen en el interior del invernadero. Temperaturas extremas, diferente luminosidad, humedad y requerimientos nutricionales son algunos de los elementos que se deben controlar para que la planta crezca y alcance los estándares de tamaño y calidad requeridos.

3.4.5.1 Luminosidad

Las plántulas de distintas especies poseen diferentes requerimientos de luminosidad. DONOSO (1981, 1993) clasifica las especies forestales nativas de acuerdo a su grado de tolerancia a la sombra o capacidad para regenerar y desarrollarse según el nivel de luz recibida. Según este autor, el raulí presenta tolerancia intermedia, muchas veces es colonizador de áreas desnudas y tolera mejor la sombra en comparación al roble y coigüe.

El ulmo, por su parte, es una especie semitolerante, por lo que requiere niveles intermedios de luminosidad. Algunos especialistas

indican que más que un cierto nivel de luz, las plantas se afectan al cambiar bruscamente la luminosidad controlada que tienen durante el período de almácigo (ARNOLD, 1996).

GROSSE y BOURKE (1988) determinan que distintos niveles de luz para el raulí en vivero, generan distintas respuestas de crecimiento en altura, peso de la parte aérea y de las raíces y, de la superficie foliar. Los resultados de sus estudios revelan que un 60 por ciento de luminosidad produce los mejores crecimientos durante los meses de noviembre y marzo. Para estos fines, es posible utilizar malla Raschel la cual sólo se retira a mediados de marzo. ARNOLD (1996) establece que un período prolongado de sombra reduce el crecimiento de las raíces y la formación de yemas, además de inducir el ataque de hongos debido a la menor ventilación que provoca. Esta situación se agrava en condiciones de alta humedad de suelo y elevadas temperaturas.

3.4.5.2 Riego

La disponibilidad de agua en el suelo es vital para evitar el estrés hídrico en las plantas, como medio para disolver e infiltrar nutrientes y pesticidas, y para sostener el desarrollo de las plantas durante el período de crecimiento. Con el objetivo de satisfacer los requerimientos de agua, ésta debe ser aplicada en el momento adecuado, tasa y cantidad suficiente, y distribuir lo más uniformemente posible sobre las platabandas (DONOSO *et al.*, 1999).

Es bueno que durante las primeras semanas después del repique, el suelo permanezca húmedo, al menos, hasta una profundidad igual al largo de las raíces. Idealmente, el riego se debe efectuar mediante un equipo de aspersión, fijo o móvil. Este último, a diferencia de los fijos, permite realizar varias instalaciones con un mismo equipamiento. Para ello se utilizan tuberías de acople

rápido y varias salidas de agua distribuidos en distintos puntos del vivero. Las tuberías se arman en los pasillos del vivero y se trasladan, una vez cumplido el tiempo de riego, hacia otro sector del vivero. El riego se debe realizar temprano en la mañana o al atardecer cuando la temperatura es baja, para optimizar el aprovechamiento del agua

En un estudio realizado en el marco del proyecto “Técnica silvícolas y genéticas para cuatro especies nativas de interés económico” se determina que las necesidades de riego en plántulas de raulí 1-0, los mejores resultados de crecimiento se obtuvieron, reponiendo tan sólo el 70 por ciento del agua evaporada. Reposiciones menores provocaron bajos crecimientos. Entre 70 por ciento y 105 por ciento no existieron diferencias en el crecimiento. Reposiciones mayores a 105 por ciento causaron igualmente bajos crecimientos, mayor gasto de agua y de energía y genera una mayor susceptibilidad al ataque de hongos. La evaporación diaria es un indicador útil para determinar el requerimiento de riego de las plantas, no puede ser el único, ya que la plántula crece permanentemente y, por lo tanto, sus necesidades hídricas se incrementan proporcionalmente.

3.4.5.3 Fertilización

Durante el período de germinación en las almacigueras, las plántulas sostienen sus demandas mediante el consumo de las reservas que ellas mismas poseen, por lo cual, los sustratos de germinación no requieren, necesariamente, de la aplicación de soluciones nutritivas adicionales (ARNOLD, 1996). Una vez que la planta es repicada en la platabanda, se inicia el período de máximo crecimiento vegetativo, lo que demanda altos consumos de nutrientes. Estos deben ser suministrados a través del suelo, mediante fertilización mineral.

Diversas estrategias de fertilización pueden ser utilizadas para inducir ciertas características morfológicas y fisiológicas en las plantas, de modo que éstas respondan haciéndose más resistentes o aumentando su potencial de crecimiento. La tendencia es estimular que la planta crezca rápido en el inicio para luego apoyar el endurecimiento de la planta de tal forma que resista el estrés de la cosecha y el establecimiento. Igualmente, un adecuado manejo de la fertilidad del suelo y nutrición de las plántulas permite inducir cierta resistencia a factores atmosféricos negativos como las heladas, todo lo cual es complementado con manejos radiculares (ver punto 3.4.6.5).

Los requerimientos nutricionales están en directa relación con el estado de desarrollo de la planta. Cuando ésta es repicada a la platabanda necesita asentar sus raíces al nuevo sustrato rápidamente, por lo que cantidades suficientes de fertilizantes deben ser aplicadas al suelo para satisfacer su demanda estacional. Altas tasas de fertilización, superiores a las demandas, ocasionan pérdidas por lixiviación y volatilización, a la vez que contribuyen al desarrollo de enfermedades y vegetación competidora. Tasas de aplicación menores a las requeridas provocan tamaños más pequeños, menores resistencias a factores atmosféricos, plagas y enfermedades, a su vez, tasas más bajas de sobrevivencia en plantación.

Un indicador de suficiencia para el contenido de fertilizantes en el suelo puede ser la concentración foliar de los nutrientes. Bajos niveles foliares de algún elemento pueden indicar bajo contenido de ellos en el suelo, siempre y cuando otros factores como el riego y el pH no sean limitantes. De esta forma mediciones periódicas de nutrientes foliares pueden llegar a ser un indicador tanto de las necesidades de fertilización como sobre la oportunidad en que ésta debe efectuarse.

Existe un valor de concentración de nutrientes en el tejido de las plantas más allá del cual no hay respuesta en crecimiento. Este valor corresponde al "Punto Crítico», y a partir de él se establece lo que se denomina "Rango Óptimo de Concentración" (ESCOBAR, 1995). Concentraciones mayores indican que la planta se encuentra en un estado de consumo de lujo que puede llevar a generar síntomas de toxicidad indeseados. De ahí la importancia de ser eficientes en la aplicación de fertilizantes en el suelo. Algunos valores de concentración foliar de nutrientes en su rango óptimo se entregan en el Cuadro 14.

Cuadro 14: Rangos óptimos de concentración de nutrientes para *Nothofagus* (Adaptado de ADAMS, 1976; ESCOBAR,1995; FLORES y ORTEGA,1999)

NUTRIENTE	RANGO ÓPTIMO DE CONCENTRACIÓN
N (%)	1,8 – 2,4
P (%)	0,15 – 0,24
K (%)	1,10 – 1,70
Ca (%)	0,60 – 0,90
Mg (%)	0,15 – 0,20
B (ppm)	15 – 20

DONOSO *et al.* (1999) señalan que una buena guía para determinar las necesidades de fertilización es la cantidad de nutrientes removidos por las plantas desde el suelo (Cuadro 15). Agregan, sin embargo, que este indicador no debe ser tomado estrictamente al momento de suplir fertilizantes al suelo, debido a que existen además, pérdidas por lixiviación, descomposición o fijación en el suelo.

Las bajas tasas de extracción de fósforo que presentan los *Nothofagus* son explicadas por DONOSO *et al.* (1999) como una adaptación al medio natural de crecimiento, donde la disponibilidad de fósforo es muy baja debido a que los suelos volcánicos se consideran suelos fijadores de este elemento.

Adicionalmente, frecuentes monitoreos de las propiedades químicas del suelo permiten determinar la existencia de desequilibrios nutricionales que afectan la absorción y, por lo tanto, ayudan a programar las aplicaciones de enmiendas y fertilizantes.

Indicadores visuales de deficiencia como la decoloración de las hojas y un aspecto débil, pueden también ser utilizados para determinar la falta de nutrientes. Debe ponerse atención cuando la deficiencia no es detectable en forma visual, estado que se denomina "Hambre Oculta" y que se manifiesta con menor crecimiento (ESCOBAR, 1995).

Por lo general, aquellos suelos que poseen valores de fósforo Olsen mayores a 24 ppm y/o valores de potasio mayores a 150 ppm no requieren aplicaciones suplementarias de esos elementos. Por su parte, el nitrógeno, debido a su carácter altamente dinámico en el suelo, requiere de aplicaciones suplementarias durante todo el período de crecimiento de las plantas. Su aplicación debe realizarse en parcialidades durante este período.

Una recomendación válida es distribuir en al menos tres oportunidades, la dosis total de nitrógeno, que oscila entre los 100 y 250 kg/ha, pudiendo ser aplicados en forma de urea (QUEZADA, 2000). Las parcializaciones de fertilizantes resultan ventajosas al reducir las pérdidas por lixiviación y

Cuadro 15 : Extracción estimada de materia seca y nutrientes (kg/ha) en distintos tipos de plantas de roble, raulí y coigüe (Donoso *et al.*,1999)

ESPECIE	MATERIA SECA (kg/ha)	NUTRIENTES ((kg/ha))				
		N	P	K	Ca	Mg
Roble 2/0 Hojas	3.402	68,7	12,2	31	32	7,1
Raulí 1/0 Hoja	505	14,5	0,6	4,2	3,1	0,7
Tallo	778	7,5	0,5	4,0	2,1	0,5
Raíz	1.015	9,8	0,7	4,9	0,3	0,5
Total	2.298	31,8	1,8	13,1	5,5	1,7
Coigüe 2/0 Hojas	3.150	57	8,5	22,4	15,8	3,5

al impedir que los excesos sean aprovechados por la vegetación competidora. Un método práctico de aplicación consiste en emplear un trompo abonador de tiro de tractor, con el cual se

distribuye el fertilizante al voleo. El Cuadro 16 presenta un esquema de fertilización general en un vivero productor de plantas de roble, raulí , coigüe y ulmo de la X Región.

Cuadro 16: Programa de fertilización de suelo en un vivero productor de plantas de roble, raulí, coigüe y ulmo (Vivero La Quila,2000)

ETAPA	NOMBRE PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS (KG/HA)	FRECUENCIA APLICACION	SISTEMA APLICACION
Previo siembra (Septiembre)	Salitre Potásico Superfosfato Triple Roca Fosfórica Sulpomago	S, P F F S, Mg	80 240 160 80	En ese momento	Fertirriego con tractor agrícola
Inicio crecimiento óptimo (Enero)	Salitre Potásico Superfosfato Triple Sulpomago	S, P F S, Mg	80 160 80	En ese momento	Fertirriego con tractor agrícola
Inicio crecimiento óptimo (Marzo)	Salitre Potásico Sulpomago	S, P S, Mg	80 80	En ese momento	Fertirriego con tractor agrícola

3.4.6 Control de plagas y enfermedades

3.4.6.1 Malezas

Las malezas representan una amenaza para el buen desarrollo y crecimiento de las plantas, toda vez que éstas compiten por el agua, la luz y la fertilización que reciben durante su manejo. DONOSO *et al.* (1999) señalan que las malezas varían en su habilidad competitiva, pero de manera característica presentan un sistema radicular de rápido crecimiento que les da una ventaja inicial en la competencia.

Las malezas comúnmente se clasifican de acuerdo a su período de vida en anuales, bianuales y perennes. Las anuales son generalmente las más fáciles de controlar, no obstante, su control también es el más caro debido a su abundancia y rápido crecimiento. Las más difíciles de manejar son las perennes, ya que pueden vivir indefinidamente y se reproducen tanto vegetativamente como por medio de semillas. El Cuadro 17 presenta un listado de las malezas mas frecuentes de encontrar en los viveros de la zona sur del país.

Cuadro 17 : Malezas comunes presentes en los viveros del sur de Chile (MARTÍNEZ, 1992)

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CICLO DE VIDA	TIPO DE PRODUCCIÓN
<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Perenne	Semillas y rizomas
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	Anual	Semillas
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	Perenne	Semillas y estolones
<i>Lotus oliginosus</i>	Alfalfa chilota	Perenne	Semillas y rizomas
<i>Taraxacum officinalis</i>	Diente de león	Perenne	Raíz gruesa y profunda
<i>Spergula arvensis</i>	Pasto pinito	Anual	Semillas
<i>Oxalis corniculata</i>	Vinagrillo rastrero	Perenne	Semillas y rizomas
<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	Perenne	Semillas
<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto ovillo	Perenne	Semillas
<i>Holcus lanatus</i>	Pasto dulce	Anual	Semillas
<i>Agrostis capillaris</i>	Chépica	Perenne	Semillas y rizomas

La preparación de suelos es importante para un adecuado control de malezas. Una buena labor en este sentido ahorra muchos problemas técnicos y económicos, pues se reducen la intensidad y frecuencia de lo desmalezado por otros procedimientos (manual, biológico, mecánico o químico). LAVANDEROS y DOUGLAS (1985 b) explican que en sitios sin cultivo, es necesario arar y rastrillar en el verano precedente a la primavera que será

sembrado, evitando así, gran parte de las malezas.

Aun efectuando una buena labor de suelos es conveniente complementarla con un control químico de malezas. LAVANDEROS y DOUGLAS (1985 b), trabajando con especies exóticas, recomiendan varios productos químicos, según etapa de desarrollo de las plantas (Cuadro 18).

Cuadro 18: Productos utilizados para el control de malezas, según etapa de manejo de las plantas (modificado de LAVANDEROS y DOUGLAS, 1985 b)

CONTROL DE MALEZAS				
PRODUCTO (NOMBRE COMERCIAL)	INGREDIENTE ACTIVO (%)	DOSIS (PRODUCTO/HA)	TIPO DE MALEZA	APLICACIÓN *
Gramoxone	20	2-4 l	Todas	I, III*
Roundup	48	2-4 l	Gramíneas	I, III
Gesamil	50	2-6 kg	Hoja ancha y pasto de semilla	II, IV, V
Gesatop	50	2-6 kg	Hoja ancha y pasto de semilla	II, IV
Gesagard	50	1,0-1,6 kg	Hoja ancha y pasto de semilla	II, V
Goal 2 EC	25	2-4 l	Hoja ancha y gramíneas	II, III, IV, V
Dacthal	--	8-12 kg	Todas	I, II, III
Alloxol	75	1,5-2 kg	Gramíneas	IV, V
Chlorthal	--	9-12 kg	Todas	II

* I= Presiembra, II= Postsiembra o Preemergencia temprana,
III= Preemergencia tardía, IV= Postemergencia, V= Desarrollo

Para el caso específico de las especies nativas no existen muchos antecedentes. ARNOLD (1996) define que durante la primera temporada, o luego del repique, se realicen controles manuales en la platabanda. Posteriormente aplicar algún herbicida de postemergencia que contenga como ingrediente activo Simazina. El producto utilizado en sus experiencias es el Simasex 50 SC en dosis de 20-30 cm³/10 cc de agua para una superficie de 100 m².

DONOSO *et al.* (1999) y QUEZADA (2000) reportan también experiencias con Hache 1 para el control de malezas de hoja angosta en dosis de 2 l/ha, así como también, una mezcla de Goal 2EC y Simazina en dosis de 1 l/ha. Estos compuestos producen un buen control de la malezas aplicados en postemergencia, en esta misma época (dos a tres pares de hojas verdaderas) las plántulas de roble, raulí y coigüe exhiben una adecuada tolerancia a dichos productos (fines de diciembre).

3.4.6.2 Hongos

Una de las principales enfermedades en el vivero es el *damping-off* o “caída de plantas”. Afecta las plantas de preferencia cuando estas aún no poseen tejido secundario desarrollado, es decir, en sus primeras semanas de vida (DONOSO *et al.*, 1999).

Los hongos causantes de la caída pertenecen a los géneros *Rhizoctonia*, *Phytium*, *Fusarium* y eventualmente hongos como *Phytophthora*, *Macrophomina*, *Alternaria*, *Cylindrocarpon* y más (GONZÁLEZ, 1993). A diferencia de otros daños que ocurren en la misma zona (cuello) y que son atribuibles a altas temperaturas, el síntoma causado por los hongos de caída es una lesión húmeda en el eje raíz-cotiledón a nivel del suelo, que generalmente asciende desde la parte superior de la raíz hacia los cotiledones. El nivel de daño puede ser tan bajo como un 10 por ciento y llegar a valores de 30 por ciento o más, cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables (GONZÁLEZ, 1993).

Las desinfecciones de suelo a través de fumigantes, antes de la siembra o el repique, disminuyen el riesgo de ataque de los hongos de la caída. Cuando sus efectos se manifiestan en las plántulas de la platabanda se necesitan controles periódicos permanentes o de acuerdo al momento de ocurrencia y según sea su ataque. En postemergencia, DONOSO *et al.* (1999) recomiendan aplicaciones preventivas de Captan en dosis de 2,5 kg/ha más Benlate o Benex en dosis de 0,5 kg/ha en 100 l/ha de agua, o Bayleton 25 WP en dosis de 25 g/100 l de agua. Este esquema es deseable mantenerlo, durante el primer mes del repique o siembra, cada 10 ó 15 días. De continuar los síntomas de ataque se debe evaluar su repetición en función del nivel de daño que se presenta. ARNOLD (1996) señala que es aconsejable empezar con aplicaciones preventivamente luego de la emergen-



Control manual de malezas luego de las primeras semanas del repique (arriba).
Control químico de malezas (abajo) (RIQUELME, INIA-Chile)

cia, o a más tardar cuando aparecen los primeros síntomas, debido a que cuando se propaga la enfermedad es muy difícil de controlar, aunque este último es de carácter generalizado y el moho gris se presenta en su primera etapa en forma aislada o manchones. Para su control LAVANDEROS y DOUGLAS (1985 b), en viveros de pino y eucalipto, establecen que cuando se detecta algún foco infeccioso se suspenda inmediatamente el riego y se proceda al control químico del área afectada, eliminando también las plantas atacadas, pues constituyen una fuente de inóculo. Dentro de los productos a utilizar consideran recomendable Benlate en dosis de 2 a 3 kg/ha, mezcla de Benlate-Captan en dosis de 0,5 a 1,5 kg/ha y Manzate 200 en dosis de 1,5 a 2,5 kg/ha.



Equipo aplicador de fungicida por platabanda (Foto: Auburn University, Forest Nursery Management Class)

Si persisten los hongos en el suelo para nuevas producciones, el control debe considerar labores culturales como la rotación de cultivos, cuya efectividad es variable y depende de la capacidad de los hongos de convertirse en saprófitos durante la rotación y de la cantidad de años que esta considere.

A su vez, las dosis de agua aplicadas en el riego deben ajustarse a los requerimientos reales de las plantas en cada estado de desarrollo, pues los excesos favorecen la multiplicación y crecimiento de los hongos.

Por otro lado, el control de la vegetación competitiva

(malezas) favorece el crecimiento de las plantas y, por lo tanto, acelera la formación de tejido secundario. DONOSO *et al.* (1999) apuntan a que una adecuada aireación del suelo, superior en suelos arenosos e inferior en suelos arcillosos, así como la fecha de siembra y la densidad del cultivo, son factores culturales necesarios de controlar. En el caso de siembras directas, la profundidad en que es depositada la semilla en el suelo no debe ser excesiva puesto que ello la hace más susceptible al ataque. Otra estrategia es programar la fecha de siembra para cuando la temperatura del suelo hace posible la germinación, sin ser óptima para el desarrollo de los hongos (GONZÁLEZ, 1993).

3.4.6.3 Insectos

Al menos dos grandes grupos de insectos se identifican como agentes de daño en viveros. Uno de ellos es el de los insectos defoliadores, cuyo ataque se concentra en el follaje y/o tallo de la planta, por lo cual es de más fácil detección y control. El otro grupo es el de los insectos de suelo, que atacan ya sea a nivel de suelo, en el cuello de las plantas, como en las raíces, bajo el suelo. DONOSO *et al.* (1999) señalan que este último grupo es el más difícil de detectar y controlar, puesto que normalmente la infestación no es percibida hasta que el abastecimiento de agua y nutrientes minerales al tallo de las plantas es reducido, lo que trae consigo un cambio de coloraciones a nivel foliar (clorosis).

Dentro de los principales insectos que atacan a las especies nativas estudiadas se encuentran los de las órdenes Coleóptera, Hymenóptera y Lepidóptera. El Cuadro 19 presenta un listado de las especies de insectos más importantes asociadas a roble, raulí y coigüe. Para el caso del ulmo sólo se reportan daños por *Hylamorpha elegans*

en las raíces y el cuello de las plántulas, que provoca pérdida de crecimiento y mortalidad (DONOSO *et al.*, 1993).

Como medida de prevención inicial contra los insectos se

puede considerar una rotación racional de terreno y barbecho, y la eliminación de malezas, pues sirven como alimento a las larvas y dificultan la llegada hacia el suelo de los productos químicos (LAVANDEROS y DOUGLAS, 1985 b).

Cuadro 19: Especies de insectos dañinos asociados a plantas de roble, raulí y coigüe (ARNOLD, 1996; DONOSO *et al.*,1999)

ESPECIE	HOSPEDANTE	TIPO DE DAÑO
<i>Phytolaema hermanni</i>	Roble	Larvas subterráneas que destruyen raíces o cortan tejido del cuello bajo la superficie, ocasionando la muerte de la planta.
<i>Perzelia arda</i>	Roble	Larvas que unen o encarrujan hojas para defoliarlas, esquelitizándolas.
<i>Doina clarkei</i>	Roble	Larvas defoliadoras tipo esquelitizadoras.
<i>Neuquenaphis sensoriata</i>	Roble	Adultos succionadores.
<i>Hylamorpha elegans</i>	Roble, raulí	Larvas subterráneas dañan raíces. Adulto se comporta como defoliador tipo masticador, dejando sólo nervios principales.
<i>Omaguaca longibursae</i>	Roble, raulí	Larvas defoliadoras tipo masticador que consumen toda la hoja.
<i>Sercoides germaine</i>	Roble, raulí	Larvas subterráneas dañan raíces. Adulto se comporta como defoliador tipo masticador, dejando sólo nervios principales.
<i>Hornius grandis</i>	Roble, raulí y coigüe ocasionalmente	Larvas defoliadoras de tipo masticador en primavera. Adultos consumidores de corteza de ramillas y dañadores de brotes y yemas. Daño recuperable, sólo pérdida de crecimiento.
<i>Gramophorus niger</i>	Raulí, coigüe	Larvas dañadoras de raíces y corteza de plantas.
<i>Aegorhidus sp,</i>	Coigüe	Larvas que dañan severamente el cuello y raíces gruesas. En estado adulto dañan brotes. El ataque causa comúnmente la muerte de las plantas.

ESPECIE	PRODUCTO	DOSIS (L/HA)	APLICACIÓN*
Roble	Volaton 500 o Lorsban	4	I
	Lorsban **	1,5-2	II
	Karate **	0,15-0,2	II
	Magnum **	0,6	II
	Tamaron 600	0,75-1	II
Raulí y Coigüe	Volaton 500 o Lorsban	4	I
	Lorsban **	1,5-2	III
	Karate **	0,15-0,2	III
	Magnum **	0,6	III
	Tamaron 600	0,75-1	III
Ulmo	Volaton 500	5	I
	Tamaron 600 o Furadan 4 F	1	III

I= Presiembra (septiembre), II= Postsiembra (septiembre)

III= Postemergencia (principios de diciembre)

** Productos alternativos

Los métodos de control más comunes, una vez que se ha detectado presencia de insectos, son los biológicos y los químicos. Para el caso de protección a las especies nativas en estudio sólo se tienen algunos antecedentes sobre controles químicos (Cuadro 20). Al respecto MELLA (1989) citado por DONOSO *et al.* (1999) señala que la aplicación de pesticidas en forma racional debe necesariamente considerar el ciclo biológico de los agentes dañinos a controlar. Para ello sugiere aplicar pesticidas en dos oportunidades basado en los estados larvarios de la mayoría de los insectos. La primera aplicación es en preemergencia (septiembre), de manera de controlar los estados larvales de los insectos que dañan las raíces. La segunda aplicación sugiere realizarla en postemergencia (principios de diciembre) debido a que en esta época se encuentra la mayor parte de los estados larvales de los defoliadores. Señala además, que después

Cuadro 20: Productos químicos utilizados en el control de insectos en vivero para roble, raulí, coigüe y ulmo (DONOSO *et al.*, 1993; ARNOLD, 1996; DONOSO *et al.*, 1999)

de cada aplicación debe realizarse un riego que permita incorporar de buena forma el producto al suelo.

3.4.6.4 Nemátodos

Los nemátodos son organismos de tamaño pequeño (0,4 a 0,7 mm) y de forma alargada que habitan en suelos que generalmente provienen de rotaciones con hortalizas como tomates, ají u otras (ESCOBAR, 1995). Causan lesiones en el sistema radicular de las plantas impidiendo su crecimiento. En viveros forestales no presentan daños importantes reportados. Las restricciones son impuestas por el SAG (SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO) debido a la prohibición de transportar plantas con suelo contaminado hacia lugares no infestados.

Las posibilidades de control son mediante la aplicación de nemáticas de aspersión incorporados durante la preparación de suelo (Bromuro de metilo, Dazomet) o de prerepique que no requieran incorporación (ESCOBAR, 1995). Eventualmente, y para cumplir con las exigencias del SAG, se puede aplicar un baño a las raíces con una solución nemática de Nemacur por 30 minutos en dosis de 100 cc/100 l de agua (ESCOBAR, 1995; AFIPA, 1998).

LAVANDEROS y DOUGLAS (1985 b) como forma de asegurar la no infestación con nemátodos y otros organismos asociados a ellos, entregan una serie de productos que pueden ser aplicados en las primeras etapas de desarrollo de plantas de pino y eucalipto (Cuadro 21). Con especies nativas no es un hecho comprobado, por lo que deben utilizarse precavidamente.

Cuadro 21: Productos químicos utilizados en el control de nemátodos en plantas de pino y eucalipto (modificado de LAVANDEROS y DOUGLAS,1985 b)

PRODUCTO	INGREDIENTE	DOSIS (CANTIDAD/HA)	ESPECTRO	APLICACIÓN *
Telone	45	0,12-4 l	Nemátodos, hongos, insectos	I
Fumigante DD	100	0,45-0,56 l	Nemátodos	I
Temick	--	0,5-12 kg**	Nemátodos, insectos	III, IV
Furadan o Curaterr	--	0,5-12 kg**	Nemátodos, insectos	III
Nemacur	40	30-40 l	Nemátodos, insectos	I,III

I= Presiembra, II= Postsiembra o Preemergencia temprana, III= Preemergencia tardía,
IV= Postemergencia
**= Dosis corresponde a ingrediente activo/ha

3.4.6.5 Manejo radicular

La poda radicular y el descalce de las plantas en vivero es una técnica exitosamente utilizada con el fin de obtener modificaciones en los atributos morfológicos y fisiológicos de las plantas, de modo de incrementar la supervivencia y el crecimiento de las plantas en el sitio de establecimiento (GONZÁLEZ *et al.*, 1996). Numerosas evidencias muestran que el manejo radicular mejora la resistencia y la capacidad de las plantas para soportar el estrés causado por la cosecha, el transporte y el establecimiento en el sitio de plantación.

La poda involucra el corte de la raíz pivotante, la cual puede venir acompañada de un descalce, que levanta la planta y el suelo de la platabanda, rompiendo su estructura y permitiendo con ello, una mayor aireación y soltura del suelo (DONOSO *et al.*, 1999). Otro tipo de poda utilizado es la lateral que corta las raíces verticalmente entre las hileras de plantas. DONOSO *et al.* (1999) y GONZÁLEZ *et al.* (1996) indican que las plantas sometidas a manejo radicular presentan raíces más compactas, densas y fibrosas, a la vez que detiene el crecimiento excesivo en altura, produciendo un material más uniforme y equilibrado, mayor lignificación y endurecimiento de tallo y follaje, y un aumento de la relación raíz/tallo, todo lo cual es un indicador de una mayor resistencia a condiciones adversas en el establecimiento.

La oportunidad de aplicación de la primera poda radicular puede ser a mediados de febrero y hasta principios de marzo, cuando la planta alcanza 20 a 25 cm de altura de tallo (GONZÁLEZ *et al.*, 1996). La profundidad de la poda no debe exceder los 8 a 10 cm en plantas 1/0 (DONOSO *et al.*, 1999).

GONZÁLEZ *et al.* (1996) entregan el siguiente esquema de manejo radicular para plantas de raulí 1/0:

1ª poda	: Mediados de febrero
1 ^{er} descalce	: 14 días después 1ª poda
2 ^{da} poda	: 18 días después 1ª poda
2 ^{do} descalce	: 20 días después 1ª poda
3 ^{er} descalce	: 33 días después 1ª poda
4 ^{to} descalce	: 42 días después 1ª poda

El vivero La Quila, del Centro Experimental Forestal (CEFOR), utiliza un solo esquema de manejo radicular para plantas de roble, raulí, coigüe o ulmo 1/0 (LÓPEZ, 1999).

1ª poda (lateral)	: 1ª semana de febrero
2ª poda (basal)	: 3ª semana de febrero
1º descalce	: última semana de febrero
2º descalce	: 1ª semana de marzo

3.5 Cosecha, Almacenamiento y Transporte

El período de cosecha es uno de los de mayor actividad en el vivero. Dentro de las principales actividades se destacan podas radiculares, descalces, extracción, clasificación, empaque, almacenamiento y despacho de plantas, las cuales ocupan gran cantidad de mano de obra. Todas estas labores deben estar estrictamente coordinadas para satisfacer las necesidades de despacho de plantas sin demoras, sin pérdidas y cuidando de seleccionar sólo aquellas con la calidad requerida.

Las plantas que poseen óptimas características morfológicas y fisiológicas en el vivero, pueden sufrir diversos daños durante su extracción, manipulación, empaque o incluso

almacenaje y despacho. Todo ello incide finalmente en la supervivencia en el sitio de plantación.

3.5.1 Inspección y certificación de precosecha

Las platabandas deben ser debidamente evaluadas con el fin de conocer las características de tamaño de la parte aérea y radicular, así como también, el estado sanitario actual. De esta forma es posible cuantificar la cantidad de plantas que reúnen las condiciones que demandan los clientes. Igualmente, acciones correctivas pueden emprenderse con el objeto de mejorar el estatus nutricional o eliminar plagas y enfermedades presentes.

3.5.2 Extracción

La elección del momento de extracción debe considerar no sólo las exigencias de los clientes (momento de mayor demanda), sino también la fase de desarrollo en que se encuentra la planta (MAY, 1984). Idealmente, la extracción debe ocurrir cuando ésta entra en el período de receso vegetativo, momento en el que detiene su elongación y los brotes se encuentran aún cerrados o no formados.

May (1984) indica que la extracción no debe iniciarse sino hasta que la acumulación de carbohidratos de reserva se hayan acumulado en las raíces, pues existe una alta relación entre las reservas y la supervivencia en el primer año de plantación. Este proceso generalmente culmina a fines de otoño o a inicios de invierno. Igualmente, la sobrevivencia y crecimiento se verán disminuidos si la extracción se retrasa hasta un período de brotación avanzado, cuando éstos comienzan a elongar.

Algunos aspectos prácticos al momento de extracción de las



Extracción manual de plantas

plantas son:

- Retener el mayor número de raíces fibrosas y micorrizas en el volumen extraído
- Evitar daños en la raíz y ápice de la planta
- Prevenir la deshidratación y sobre exposición al calor, tanto de la raíz como del ápice de la planta.

Invariablemente, el proceso de extracción causa algún daño al sistema radicular de la planta, cuya intensidad depende de los siguientes aspectos:

- Textura del suelo
- Humedad del suelo
- Método de cosecha



Poda radicular con tijera

Suelos de texturas finas complican más la extracción que suelos de texturas gruesas, debido a la mayor cohesión de sus partículas. Por otro lado, suelos húmedos en estado friable facilitan la extracción y son preferibles a suelos secos o inundados.

Con respecto al método de cosecha, la poda de las raíces laterales y de la raíz pivotante, antes de iniciar la extracción de las plantas, mejora el rendimiento de la labor de extracción y disminuye el riesgo de daño a la raíz cuando ésta es levantada del suelo. Igualmente, el uso de una barra

de corte que atraviesa el fondo de la platabanda, descalzando las plantas, facilita su extracción, ya que al romperse el suelo, el sistema radicular queda suelto, haciendo posible levantar la planta manualmente. Posteriormente ésta se agita para remover el exceso de suelo en su sistema radicular y finalmente se agrupa con otras para proceder a la poda, selección, aplicación de gel radicular y empaque en cajas de plantación.

JEFFRIES (1982) señala que las condiciones ambientales normales deseables para el proceso de cosecha son:

- Temperatura de 2 a 4 C
- Humedad relativa de 50 por ciento o más
- Humedad del suelo no menor al 75 por ciento de la capacidad de campo

3.5.3 Poda y aplicación de gel radicular

Luego de que las plantas son agrupadas, deben ser podadas para uniformar el tamaño de las raíces, dejándolas aproximadamente de 10 a 12 cm de largo.

Posteriormente, se recomienda que sean sometidas a un baño con una solución de gel para proteger el sistema radicular de la deshidratación que pudiera sufrir durante la manipulación en el vivero y en el transporte.

En general las dosis de utilización de gel es más o menos constante, y varían a razón de 3 a 5 gramos por litro de agua. La viscosidad de esta preparación depende de las características (dureza) del agua y puede ajustarse con la cantidad de gel a disolver.

Cuando la consistencia es óptima, al remojar las raíces el producto debe formar una película uniforme.

TAUERN S.A. (2000) agrega que las principales ventajas al utilizar gel son:

- Disminuir pérdidas de plantas durante el transplante y eliminar (a lo menos lo reduce significativamente) el estrés hídrico de la planta durante el transporte.
- Mejorar y acelerar la adaptación al nuevo terreno y el crecimiento durante los primeros años.
- Aumentar la masa radicular fina, mejorando así, su adaptabilidad al nuevo terreno.

3.5.4 Embalaje

Luego de aplicarles gel, las plantas agrupadas en paquetes son embaladas en cajas, para luego ser transportadas al sitio de plantación. Es recomendable que no pasen más de cinco minutos entre la extracción y el embalaje para evitar deshidratar la raíz por efecto del viento o de las elevadas temperaturas (JEFFRIES, 1982).

La disposición de los paquetes en la caja debe considerar que exista suficiente aireación alrededor de las plantas para mantenerlas frescas. Aun cuando se almacenen a baja temperatura, si las plantas se encuentran demasiado apretadas generan alzas en la temperatura del receptáculo, reduciendo la sobrevivencia (JEFFRIES, 1982). Para evitar esto, se recomienda aplicar una nueva dosis de la solución de gel radicular dentro de la caja, específicamente sobre el sector en que se agrupan las raíces para protegerlas mejor de la deshidratación.



Inmersión del sistema radicular en una solución de gel

Una vez en la caja, se puede realizar un nuevo control del tamaño de las plantas para respaldar su calidad en el momento de la cosecha.



Caja con plantas de raulí listas para ser plantadas



Camión de transporte de plantas

3.5.5 Despacho de plantas

En el momento del despacho y carga del camión es posible realizar un control final de la calidad de la planta que es enviada al sitio de plantación, mediante la medición de tamaño y observación de su estado sanitario.

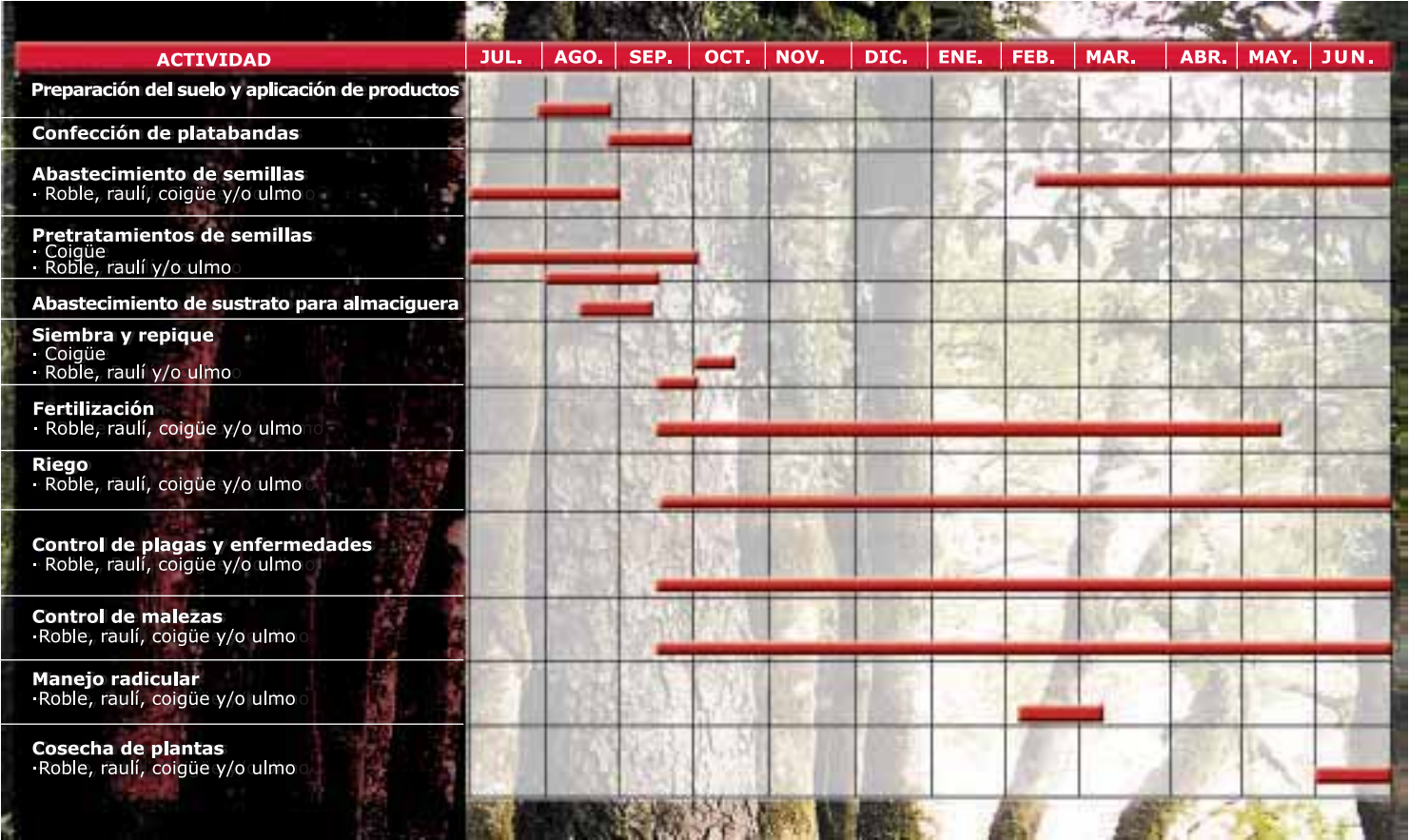
Esta evaluación debe coincidir aproximadamente con la fiscalización hecha en el embalaje, con un margen de error de un 10 por ciento. El transporte de las plantas hacia los sitios de establecimiento debe realizarse durante el mismo día de la cosecha, para evitar someter a la planta a situaciones de estrés que deshidraten las raíces y los

brotes. Los camiones de transporte de plantas deben protegerlas del viento y de la temperatura, para lo cual utilizan generalmente carpas térmicas con las que resguardan la carga durante todo el trayecto.

3.6 Cronograma de Actividades

Un proceso exitoso de producción de plantas a raíz desnuda debe contemplar una planificación adecuada de los períodos de tiempo involucrados en cada una de las actividades requeridas. El Cuadro 22 presenta un cronograma de actividades para la producción de plantas a raíz desnuda de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo.

Cuadro 22: Cronograma de actividades en un programa de producción de plantas a raíz desnuda 1/0 de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo





CAPITULO 4



Producción de Plantas a Raíz Cubierta

4. PRODUCCION DE PLANTAS A RAIZ CUBIERTA

4.1 Sustrato

Existen diversos tipos de sustratos para la producción de plantas a raíz cubierta, los que se utilizan de acuerdo a la disponibilidad y las exigencias del productor. Entre los tipos más conocidos se encuentran la corteza de pino insigne comportada y la turba. Estos pueden ser mezclados con algún otro material como perlita, arena y piedra volcánica, para mejorar su intercambio gaseoso.

La corteza de pino compostada es el sustrato comercial más usado en Chile, debido a su disponibilidad y a sus buenos resultados en el desarrollo de las plantas. Por medio de la técnica de compostación aeróbica se transforma la corteza en un medio de cultivo el que se caracteriza por ser aséptico, inerte, de bajo peso, de alta porosidad y de buena retención de humedad (CABRERA, 1995). A través de este proceso se pretende, entre otras cosas, llegar a eliminar las sustancias orgánicas que actúan como inhibidoras del crecimiento (Zöttl, 1977 citado por Huss, 1998). Requiere de cuatro elementos básicos para poder realizarse: material orgánico, microorganismos, humedad y oxígeno (CSIRO, 1978 cit. por CABRERA, 1995).

El material orgánico es aportado por la corteza y basa su calidad en variables como el tamaño de las partículas y la razón carbono-nitrógeno (C/N), siendo esta última la más importante. En general se recomienda un tamaño de partículas de la corteza menor a 1 cm y una razón C/N superior a 35:1.

Los microorganismos son principalmente bacterias, hongos y actinomicetes (microflora), los cuales liberan dióxido de carbono, agua y energía, se reproducen y finalmente mueren.

El contenido de humedad en la pila de compostaje es muy importante. Si su valor es bajo (menor de 30 ó 40 por ciento base húmeda), implica una lenta descomposición. Si por el contrario es muy alto (sobre el 70 ó 80 por ciento base húmeda) se impide la entrada de oxígeno, produciendo pérdidas de nitrógeno por lixiviación. El contenido óptimo de humedad se encuentra entre 55 y 60 por ciento base húmeda (DALZELL *et al.*, 1991; Csiro, 1978 cit. por CABRERA, 1995).

El abastecimiento adecuado de aire a todas partes de la pila en compostaje permite el abastecimiento de oxígeno a los organismos y sirve para eliminar el dióxido de carbono producido en el proceso (DALZELL *et al.*, 1991). Los niveles óptimos de oxígeno varían entre 5 y 12 por ciento (HOINTINK Y POOLE, 1980 cit. por CABRERA, 1995). La aireación se logra por el movimiento natural del aire hacia el interior de la pila, mediante el volteo periódico del material, manual o mecánicamente, o bien, insuflando aire al interior de la pila por medio de un ventilador.

Además de estos elementos, normalmente se requiere la incorporación de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, entre otros, para tener tasas altas de descomposición, aumento de temperatura (llegando hasta 70 °C) y mejoramiento en la calidad microbiana. Para este efecto se recomienda la incorporación de Urea en dosis de 3 kg por m³ de corteza, o de Osmocote en dosis de 5 kg por m³ de corteza.

Cuadro 23: Composición química de corteza compostada de *Pinus radiata* (INFOR, 1999)

NUTRIENTES	CATEGORIA	UNIDAD	CANTIDAD
Nitrógeno (KCL 2M)	Disponible	ppm	86,0
Fósforo (Olsen)	Disponible	ppm	36,7
Potasio (Ácido Amonio 7*5)	Disponible	ppm	1002,7
Materia Orgánica (Wasley-Black)	Disponible	(%)	63,2
Ph (agua 1:2,5)	Disponible		5,0
Carbono orgánico (difusión)	Disponible	(%)	34,3
Nitrógeno total-KJ	Disponible	(%)	0,7
Relación C/N	Disponible	(%)	51,0
Calcio (Acido. Amonio pH 7)	De intercambio	cmol (+) /kg	12,00
Magnesio (Ácido Amonio pH 7)	De intercambio	cmol (+) /kg	14,22
Sodio (Ácido Amonio pH 7)	De intercambio	cmol (+) /kg	0,95
Potasio (Ácido Amonio pH 7)	De intercambio	cmol (+) /kg	4,03
Aluminio (KCL)	De intercambio	cmol (+) /kg	1,62
CICE	De intercambio	cmol (+) /kg	32,82
Satur. De Aluminio	De intercambio	(%)	4,96
Zinc (DTPA-2 hr)	De intercambio	cmol (+) /kg	21,20
Hierro (DTPA-2 hr)	De intercambio	cmol (+) /kg	1076,00
Cobre (DTPA-2 hr)	De intercambio	cmol (+) /kg	3,90
Manganeso (DTPA-2 hr)	De intercambio	cmol (+) /kg	175,67

El Cuadro 23 presenta el análisis químico de una corteza de pino insigne debidamente compostada.

Dentro del marco del proyecto en el cual se inserta esta publicación, el Instituto Forestal durante las temporadas 1999 y 2000, realiza ensayos de sustrato para las especies en estudio. Los tratamientos probados son tres: combinación de corteza compostada de pino insigne y perlita en una relación 1:1, combinación de corteza compostada de pino insigne y perlita en una relación 2:1, y corteza compostada sola (testigo). Luego de un período de producción en contenedores de 100 cm³ (tubetes) las principales resultados son los siguientes:

Roble: la sobrevivencia de las plántulas fluctuó entre 59% y 91%, siendo significativamente mayor al utilizar la corteza sola. Sin embargo, los mayores desarrollos en altura y diámetro de cuello se obtienen en los tratamientos que combinan la corteza con perlita, no diferenciándose significativamente entre ellos. En cuanto a la calidad, las plántulas de mejor forma y vigor se logran al ser producidas con corteza y perlita 2:1.

Raúlí: hay una muy baja sobrevivencia en todos los tratamientos (21%-24%), lo que es atribuible a la mala calidad de la semilla. Los sustratos de corteza y perlita permiten los mayores crecimientos en altura y diámetro de cuello de las plántulas sobrevivientes.

Coigüe: la supervivencia de las plántulas fluctúa entre 90 y 92 por ciento. El desarrollo en altura y diámetro de cuello no es influido significativamente por los tratamientos. Esto también ocurre con las plantas de mejor forma y vigorosidad.

Ulmo: la supervivencia oscila entre 90 y 100 por ciento, siendo mayor en la corteza sola. Los tratamientos no inciden mayormente en el desarrollo en altura, aunque sí en el diámetro de cuello. Los mayores crecimientos son observados en los tratamientos corteza-perlita 1:1 y testigo.



Corteza de pino insigne en proceso de compostación (Planta DITECO, 2000)

4.2 Contenedores

Los contenedores son los envases donde crecen las plantas hasta el momento de ser llevadas a la plantación. Su principal función es sostener el sustrato, el cual aporta a las raíces agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico (Peñuelas, 1995; Dumroese *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista operativo, existen algunas ventajas e inconvenientes en el uso de contenedores que se presentan en el Cuadro 24.

Cuadro 24 : Principales ventajas e inconvenientes operativos en la producción de plantas en contenedores (NAVARRO y PEMÁN, 1997)

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Instalación del vivero · Necesidad de menor superficie y menos requerimientos para su instalación.	· Costo de las infraestructuras, sobre todo si la producción se realiza en invernadero. · Requiere un mejor diseño y una definición adecuada de los flujos de producción.
Cultivo de planta · Mejor control de las variables de cultivo, lo que permite adaptarlas a la planta tipo que se quiere obtener. · Producción de planta de características más uniformes. · Aplicación más regulada y precisa del riego y la fertilización. · Permite una mayor mecanización y reduce la mano de obra. · Mejor control de las variables de calidad de planta. · Único sistema de producción para especies que no toleran el repique convencional.	· Sistema radical completo, pero controlado en su crecimiento, lo que puede producir algunos problemas en la planta. · Dificultad para la producción de especies que necesitan volúmenes grandes de la raíz. · Mayor costo de producción, para una misma especie y edad.
Alzado y transporte · Reduce los problemas de desecación y daños durante el transporte. · Facilita la mecanización del proceso.	· Posibles problemas en la recuperación de los envases. · Peso y volumen de los envases, lo que puede incrementar el costo de la operación.
Plantación y arraigo · Mayor resistencia de la planta al estrés de plantación, en particular en condiciones adversas. · Facilita el proceso de plantación. · Mayor posibilidad de arraigo al no tener mutilaciones el sistema radical. · Permite alargar las campañas de plantación en climas con inviernos fríos.	· Problemas de reacción de la planta para crecer fuera del cepellón.

4.2.1 Tipos de envases

En la actualidad existen diversos tipos de envases, los que como principio general deben permitir un buen desarrollo de las raíces y evitar su espiralamiento (MONTROYA y CÁMARA, 1996; LAMPRECHT, 1990; DUMROESE *et al.*, 1998).

Para la producción de plantas nativas a raíz cubierta se utilizan básicamente tres tipos de contenedores, según material y forma, los que se implementan, buscando un adecuado desarrollo radicular y mayores posibilidades de mecanizar su manejo.

Bolsas de polietileno: bolsas individuales de polietileno de sección circular ortogonal. Las más utilizadas son de color negro y tienen dimensiones, en largo y ancho, de 10 cm x 20 cm y de 8 cm x 15 cm, lo que representa volúmenes para el sustrato de 600 y 300 cm³, respectivamente. En general, su uso ha disminuído debido al elevado costo de producción, al emplear altos volúmenes de sustrato y un lento reordenamiento de las plantas; y a que las raíces tienden a formar un espiral, lo que en algunos casos produce el secamiento de la planta, una vez que ésta se establece en terreno.

Tubetes insertados en bandejas: corresponden a envases plásticos individuales de sección cuadrada cónica, los cuales se insertan en bandejas o mallas de alambre. Los volúmenes mas utilizados fluctúan entre 80 y 300 cm³. Presentan facilidades para el reordenamiento de las plantas y son reutilizables.

Bandejas de poliestireno expandido (Styrobloks): son



Tubetes insertados en bandejas y bandejas de poliestireno expandido

macetas colectivas de poliestireno expandido en forma de pirámide invertida, no separables ni biodegradables. Los volúmenes de las cavidades más utilizadas en las bandejas oscilan entre 50 y 75 cm³. A nivel operacional son los contenedores más utilizados por sus facilidades de almacenaje, limpieza, llenado y transporte. Son también reutilizables.

4.2.2 Selección de envases

No hay un contenedor ideal, sin embargo su selección puede estar determinada por la producción y la condición particular de plantación (TINUS y McDONALD, 1979; PEÑUELAS, 1995. Generalmente

la elección del tipo y tamaño se define por los costos operacionales en la producción de plantas y por los resultados de sobrevivencia y crecimiento de la plantación (TINUS y McDONALD, 1979).

Según PEÑUELAS (1995), las consideraciones más importantes desde el punto de vista operativo deben ser el costo del envase y disponibilidad, duración y reutilización, capacidad para examinar el medio de cultivo y el crecimiento de las raíces, capacidad de intercambiar y rellenar envase, manejo, transporte y almacenamiento. Con respecto al manejo, dependiendo del tipo y volumen del contenedor, se pueden considerar aspectos tales como: frecuencia de riego, fertilización y control de sustrato, lo que influirá finalmente en las características de las plantas en cuanto a dimensiones y calidad.

Existe una relación directa entre el volumen del sustrato y el desarrollo inicial de las plántulas. Por lo general, envases con volúmenes mayores tienden a producir plantas más desarrolladas (PEÑUELAS y OCAÑA, 1994). En esto puede influir que los contenedores más pequeños tienen una proporción más grande de su volumen en condiciones saturadas, por lo que normalmente requieren un sustrato con una mayor porosidad que los envases más grandes. A pesar de esto, experiencias en Brasil, con *Eucalyptus grandis*, y en Chile, con raulí, demuestran que las plantas una vez establecidas en terreno tienden a uniformar sus dimensiones, independiente de su tamaño inicial (BARROS *et al.*, 1978; GROSSE y PINCHEIRA, 1998). Esto se da sólo si no se sobreponen otros factores como falta de agua y excesiva competencia, lo que perjudica mayormente a las plantas con menor desarrollo.

La tendencia hoy en día es emplear contenedores de dimensiones pequeñas a medianas, de materiales livianos y forma cuadrada

cónica, lo cual disminuye los costos de reposición, permite una mayor producción, facilita el transporte y evita deformaciones en las raíces de las plantas. Con respecto a esto último, PEÑUELAS (1995) y Dumroese *et al.* (1998) señalan que las paredes verticales en los contenedores tienden a evitar el espiralamiento de las raíces, lo que es un problema normalmente detectado en la producción con bolsas de polietileno. Envases de bandejas de poliestireno expandido (Styrobloks) ofrecen estas características, por tal razón son utilizados mayoritariamente por los viveros comerciales que producen plantas nativas bajo este sistema².

Como parte del proyecto, en el cual se inserta esta publicación, el Instituto Forestal, durante las temporadas 1999 y 2000, realiza ensayos de contenedores para las especies en estudio. Los tratamientos probados son: tubetes de sección cuadrada cónica de 100 cm³ y contenedores de sección estrellada ortogonal de 300 cm³. No se prueban tamaños menores o superiores a éstos, debido a que en un estudio anterior con la especie raulí se observa un desarrollo de las plantas significativamente mayor una vez que éstas se establecen en terreno (GROSSE y PINCHEIRA, 1998). Luego de un período de producción los resultados son:

Roble, raulí y ulmo: la supervivencia de las plántulas para ambos tratamientos son similares, fluctuando entre 96 y 100 por ciento. Sin embargo, los desarrollos en altura y diámetro de cuello son significativamente mayores en los contenedores de 300 cm². En cuanto a la calidad, solo el roble presenta una mayor

² Durante la temporada 1999/2000 Forestal Monte Aguila produjo con este sistema 500.000 plantas de roble, raulí y coigüe, en tanto que Forestal El Alamo produjo 220.000 plantas de Raulí. Estos viveros utilizan contenedores de 82 cm³ y 92 cm³ de volumen de sustrato, en bandejas de poliestireno expandido de 104 y 84 cavidades, respectivamente.

proporción de plantas de mejor forma y vigor. Lo anterior no es un indicador de que esta tendencia continúa una vez que las plantas se establecen en terreno, probablemente sus tamaños y calidades son nivelados al transcurrir 2 ó 3 períodos vegetativos. Lo que si puede indicar es una mayor sobrevivencia durante la primera temporada en las plantas de 300 cm³, debido a que poseen raíces mas desarrolladas y tejidos un poco más lignificados.

Coigüe: La supervivencia fluctúa entre 88 y 100 por ciento, siendo mayor en los contenedores de 300 cm³. Al igual que las especies anteriores, los desarrollos en altura y diámetro de cuello son significativamente mayores en los contenedores de 300 cm³. Lo mismo ocurre con las plantas de mejor calidad.

4.2.3 Ubicación

Los contenedores con las plántulas en desarrollo deben ser ubicados en un lugar que permita facilitar su manipulación y acondicionamiento a través de las labores culturales, como riego, fertilización y, eventualmente, control de maleza. Para ello se pueden ubicar en el interior de un invernadero o a la intemperie, con un sistema de cobertura variable, sobre mesones especiales. Estos últimos son contruidos con una malla metálica rígida que actúa como plataforma donde van colocadas las bandejas. El alto de los mesones es de aproximadamente 1 m y su largo es variable.

4.2.4 Llenado

Una vez seleccionados los contenedores deben ser llenados con el sustrato especialmente preparado. Esta actividad puede realizarse manualmente hasta el borde superior del envase,



Ubicación de las bandejas en los mesones del invernadero (INFOR, 2000)

cuidando de no compactarlo (DUMROESE *et al.*, 1998).

Previo al llenado, se deben lavar los contenedores con agua, idealmente con algún sistema de presión que facilite la remoción del sustrato anterior adherido entre las paredes. Se recomienda además, bañarlos con una mezcla de látex y oxiclورو de cobre (100 litros de látex y 60 kg de oxiclورو de cobre en 700 litros de agua), lo que permite fijar el sustrato en el envase y actúa, al mismo tiempo, como podador químico de las raíces.



Máquina sembradora en húmedo de origen neocelandés (Vivero Forestal Monte Aguila, 2000)

4.3 Siembra

La siembra se lleva a cabo inmediatamente después del tratamiento pregerminativo (ver punto 2.3.7) de las semillas y puede ser en forma manual o mecanizada.

4.3.1 Siembra manual

La siembra manual se puede efectuar en dos modalidades, siembra directa al contenedor y siembra en almácigo. Esta situación depende básicamente del tamaño de la semilla, de su facilidad de manipulación y de su calidad (NAVARRO y PEMÁN, 1997).

4.3.1.1 Siembra directa

La siembra manual directa consiste en colocar las semillas

directamente en el contenedor con sustrato. Dependiendo de la viabilidad de la semilla, varía el número a depositar por envase, normalmente al menos dos. Previo a la siembra, se riegan las bandejas hasta que se comprueba el humedecimiento completo del sustrato. Como principio general se considera una profundidad de siembra igual al doble del diámetro de la semilla.

El orificio donde ésta se ubica se puede realizar con un objeto pequeño como un lápiz, o bien, presionando levemente con el dedo anular. Posteriormente, se tapa completamente el orificio con el mismo sustrato y se identifica la bandeja con antecedentes tales como la especie, procedencia y fecha de ejecución. El rendimiento de la siembra manual en contenedores puede alcanzar un promedio de 2.000 a 2.500 plantas/jornada hombre.

4.3.1.2 Siembra en almaciguera

La siembra en almácigo es recomendable cuando la germinación es menor a un 40 por ciento, lo que ocurre comúnmente con semillas de muy pequeño tamaño y con calidad deficiente. Consiste en depositar una fina capa de semillas homogéneamente distribuidas en un recipiente con sustrato (NAVARRO y PEMÁN, 1997), el cual puede ser el mismo preparado para los contenedores. Luego, las semillas son cubiertas con una capa de sustrato fino, como aserrín de pino hervido en agua, dándole una profundidad similar a una siembra directa normal. Finalmente la almaciguera se riega e identifica con los antecedentes ya señalados.

4.3.2 Siembra mecanizada

La siembra mecanizada mantiene los mismos principios que la siembra manual, sólo que se realiza con una máquina eléctrica programada que va llenando y regando en forma sistemática las bandejas con los contenedores. Basa su funcionamiento en una bomba al vacío, que succiona una o dos semillas con agujas

verticales paralelas. El número de agujas depende de la cantidad de envases que avanzan en sentido contrario y en forma perpendicular a través de una correa transportadora. El vivero de Forestal Monte Aguila posee una de estas máquinas, obteniendo un rendimiento de siembra que fluctúa entre 33.600 y 41.600 plantas por jornada de 8 horas.

4.3.3 Época de siembra

A diferencia del sistema de producción a raíz desnuda, la época de siembra en los contenedores corresponde a un período de tiempo más flexible, debido a que las condiciones ambientales pueden ser manejadas en el lugar donde se producen (DUMROESE *et al.*, 1998).

Es necesario tener un programa establecido para obtener la planta en un lapso de tiempo determinado, cuyo fin coincida con la época de plantación (por ejemplo en la zona central de nuestro país para junio o julio; más al sur puede ser hasta septiembre).

Con el sistema de producción en contenedores, bajo condiciones controladas en invernadero, es perfectamente posible producir plantas de roble, raulí, coigüe y ulmo en un ciclo de producción (de 9 a 10 meses y menos). Para lograrlo se recomienda realizar la siembra entre los meses de agosto y septiembre, con lo cual se asegura que las plantas están preparadas para su plantación en el mes de junio del año siguiente.

4.4 Repique

El repique consiste en transplantar las plántulas emergidas desde la almaciguera a los contenedores. Normalmente se realiza luego de que las plántulas forman completamente sus dos primeros pares de hojas verdaderas, lo que ocurre entre 3 y 4 semanas

para el roble, raulí y coigüe, y entre 2 y 3 semanas para el ulmo. Por lo delicado de esta actividad, MORALES *et al.* (1998), aconsejan tener las siguientes consideraciones:

- Se debe realizar en un lugar protegido de condiciones ambientales extremas, especialmente del viento y altas temperaturas.
- Como instrumento de ayuda se deben utilizar pinzas metálicas o plásticas, con las cuales se extrae la plántula de la almaciguera y se introduce la raíz en el sustrato del contenedor. La manipulación directa puede provocar quemaduras o deshidratación de las raíces.
- Una vez repicadas las plántulas deben ser regadas inmediatamente.

4.5 Control de Variables Ambientales

Para lograr un buen desarrollo, tanto morfológico como fisiológico, las plantas necesitan condiciones medio ambientales que les permitan absorber energía para que se transformen en alimento (fotosíntesis) y liberar energía para lograr el crecimiento (respiración). Si bien existen otros factores que inciden en estos procesos, tales como oxígeno, humedad relativa y luminosidad, el factor determinante es la temperatura. Dependiendo de la especie, la temperatura óptima para el desarrollo de las plántulas normalmente varía en un rango que va entre 18 y 21 °C (MORALES *et al.*, 1998). Temperaturas por encima de 30 °C afectan adversamente al crecimiento, deteniéndolo completamente en casi todas las especies con sobre 35 °C (OCAÑA, 1995).

Las plantas necesitan además, protección contra factores abióticos rigurosos. Entre ellos se pueden señalar temperaturas extremas, viento y lluvia, sobre todo porque durante los primeros estados



Invernadero del Instituto Forestal sede Concepción (obsérvese las ventanas laterales para ayudar en la ventilación)

de desarrollo, los tejidos aún son débiles. Por lo anterior, las condiciones ambientales se pueden regular en el interior de una infraestructura física (invernadero) o al aire libre con la ayuda de alguna cubierta de fácil manipulación y de bajo costo.

Por razones de costos operativos y de espaciamiento disponible, normalmente se prefiere el empleo de los invernaderos para lograr la producción de plantas en una temporada. Bajo este sistema es posible un mejor control

de la temperatura y humedad relativa, ya que usualmente se dispone de mecanismos controladores como calefactores, extractores de aire y sistemas de ventilación y de riego.

Las condiciones de temperatura en un invernadero pueden ser relativas de acuerdo a la estación del año. Por ejemplo en el invernadero del Instituto Forestal en Concepción, durante la temporada de invierno se manejan temperaturas de 12 a 14 C, en tanto que en el verano este rango sube entre 18 y 25 C. Cuando la temperatura es superior a esta cifra, las instalaciones se ventilan, abriendo ventanas laterales y regando las paredes y el suelo.

El control de condiciones ambientales al aire libre es muy difícil de lograr. Para ello normalmente se utilizan cobertores como mallas plásticas (malla Raschel) o telas finas de diferente grado de permeabilidad a la luz directa, ubicadas a 2 m desde el suelo y 1 m sobre los contenedores. El uso de un grado de permeabilidad determinado de los cobertores varía según el tipo de clima donde se ubica el vivero y la tolerancia de las especies a la sombra. En climas más secos, al igual que para especies más tolerantes, se usan coberturas más densas, llegando hasta 50 y 80 por ciento de disminución de luminosidad. Cuando se producen plantas a raíz cubierta con este sistema de control ambiental, las acciones se facilitan cuando el vivero se encuentra en un lugar plano y no existen condiciones climáticas extremas.

4.6 Riego

El agua es el mayor componente de los tejidos activos de las plantas vivas. Debido a que es parte del protoplasma de las células, actúa en numerosas reacciones metabólicas, distribuye

el material disuelto y proporciona fuerza mecánica a los tejidos no lignificados (CARRASCO, 1988)

Esta es también el vehículo de transporte de nutrientes dentro de la planta y es esencial para mantener su turgencia. El manejo del agua es clave en el endurecimiento o preparación de la planta para ser llevada a terreno (MORALES *et al.*, 1998).

Con un sustrato bien regado, la planta comienza a transpirar tan pronto como sale el sol y su potencial hídrico disminuye hasta que los estomas se cierran. Cuando el sol pierde fuerza y se acerca el ocaso, el potencial hídrico comienza a aumentar según disminuya la demanda atmosférica, retomando humedad del sustrato. Por otro lado, cuando el sustrato está relativamente seco y la demanda atmosférica es muy alta, el potencial hídrico comienza el día en un nivel muy bajo porque la planta no es capaz de cubrir totalmente sus necesidades de agua durante la noche, y el estrés hídrico llega a ser muy alto por las tardes, pudiendo alcanzar niveles perjudiciales (PEÑUELAS *et al.*, 1994).

4.6.1 Frecuencia y cantidad de riego

La frecuencia y la cantidad de riego está dada por las necesidades de las plantas. Por lo general, se recomienda regarlas superficialmente dos veces al día cuando están en proceso de germinación, una vez por la mañana y otra vez por la tarde. Luego de un mes de la germinación, la frecuencia de riego puede disminuir a uno y como máximo dos por día pero con mayor intensidad.

Para determinar el momento y la cantidad de riego, algunos invernaderos, que disponen de un buen sistema de control ambiental, pueden utilizar la «Bandeja de Evapotranspiración del tipo A», cuyo fundamento se encuentra en que la evaporación



Producción de plantas nativas a raíz cubierta con protección de malla Raschel (vivero Instituto Forestal, Concepción)

que en ella se produce es similar a la evapotranspiración que ocurre en un cultivo con 100 por ciento de cobertura, con buen estatus nutricional, sanitariamente bueno y con adecuada disponibilidad de agua en el sustrato.

Se debe tener presente que los riegos deben humedecer no sólo el follaje, sino la mayor parte de la raíz de la planta. Esto se puede ir verificando al extraer la planta con sustrato del contenedor. La sobresaturación con agua puede facilitar el ataque de hongos.

4.6.2 Sistema de riego

La humedad del invernadero y del sustrato se controla con el



Sistema de riego por aspersión con microjet, con carro y brazos laterales (Vivero Forestal Monte Aguila, 2000)

sistema de riego. En la producción de plantas en contenedores los sistemas de riego más utilizados son por aspersión y nebulización con microjet.

El sistema por aspersión se utiliza normalmente en invernaderos, para lo cual se emplea un carro con desplazamiento automático sobre rieles con dos brazos extendidos donde se ubican los microjet cubriendo en su totalidad el ancho de los mesones.

En tanto, el sistema por nebulización se utiliza generalmente en viveros con mesones al aire libre. En este caso los microjet están fijados a soportes verticales distanciados lo suficientemente como

para cubrir la totalidad de las bandejas con los contenedores.

Cualquiera que sea el sistema aplicado, se debe tener presente su uniformidad sobre el total de las plantas, teniendo especial cuidado en que el agua llegue a hidratar su sustrato. Esto ayudará para que se produzca un desarrollo también uniforme de las plantas y evitará problemas, tales como estrés por humedad o deficiencia de nutrientes (DUMROESE *et al.*, 1998).

4.7 Fertilización

Después del riego, la fertilización es la práctica cultural que más directamente influye en el desarrollo de las plantas (OCAÑA, 1995). Los nutrientes en las plántulas se translocan, estimulando el crecimiento, dependiendo de las necesidades del vegetal.

La fertilización de la planta producida en contenedor presenta algunas particularidades que la hacen diferente del proceso a raíz desnuda. Estas se relacionan principalmente con los sustratos empleados. Generalmente los sustratos artificiales de los contenedores permiten programaciones más precisas de fertilización debido a su baja fertilidad inicial (DUMROESE *et al.*, 1998).

Según ESCOBAR (1999), los requerimientos nutricionales de las plantas varían de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentren; esto es en establecimiento, pleno crecimiento y endurecimiento.

En la fase de establecimiento, la planta requiere fortificar su sistema radicular secundario con el objeto de aumentar su eficiencia en los procesos de absorción. Para ello el programa de fertilización debe ser rico principalmente en fósforo. En la etapa intermedia, de crecimiento máximo, la fertilización debe ser abundante en nitrógeno y fósforo, y debe ser

complementada con el resto de macro y micronutrientes. Una vez que las plantas han alcanzado las dimensiones deseadas, al término del período de producción, la fertilización debe ser alta en potasio y calcio.

4.7.1 Estado nutricional

El estado nutricional es un atributo fisiológico de las plantas que afecta básicamente a procesos tales como, regulación del crecimiento, el flujo de energía y la síntesis de los complejos orgánicos moleculares que componen las plantas (ver punto 5.3.5).

Los elementos nutritivos se clasifican en macro y micro. Los primeros son nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), siendo su presencia requerida en mayores concentraciones para el desarrollo de las plantas. Los micro elementos, en tanto, también son importantes, pero se requieren en menores concentraciones (ver punto 5.3.5).

De acuerdo al estado nutricional de las plantas se considera que un alto nivel de nitrógeno en el follaje es un indicador de un mayor potencial de crecimiento inicial. Una cantidad adecuada de fósforo estimula el crecimiento inicial de la parte aérea y la formación de raíces. Por otra parte, altos niveles de potasio también estimulan el desarrollo radicular y son un indicador de mayor resistencia al frío y a enfermedades.

Además se ha determinado que altos contenidos de calcio (Ca) en las plantas indican una mayor resistencia a la flexión por el viento.

4.7.2 Programas de fertilización

La formulación de programas de fertilización se consigue mediante el análisis de los nutrientes de las plantas, de modo que puedan ser establecidos rangos típicos para cada época del año. A partir de esto se dictan las curvas de dosis-respuesta para determinar la eficiencia del programa (MONTROYA y CÁMARA, 1996).

Si bien muchos viveros aplican programas de fertilización tentativos, de acuerdo a experiencias anteriores y a recomendaciones bibliográficas o del vendedor del producto, los grandes aplican generalmente sus propios programas de fertilización, de acuerdo a los análisis de nutrición mencionados.

Los fertilizantes normalmente se aplican disueltos en agua por fertirrigación, utilizando los mismos sistemas de riego, mediante mezclas granulares con el sustrato o aplicaciones superficiales sobre éste.

En el Cuadro 25 se presenta un programa de fertilización aplicado en un vivero productor de especies nativas a raíz cubierta.

Una forma bastante eficiente de aplicar un programa de fertilización inicial se puede basar en un análisis nutricional del sustrato. Sobre la base de las deficiencias que en el puedan determinarse se deben incorporar nutrientes específicos que incentiven la germinación y el crecimiento inicial de las plantas. Esto es particularmente importante en sustratos de corteza de pino que no son compostados (inertes), o si este proceso es mínimo.

Cuadro 25: Programa de fertilización en un vivero productor de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta (Vivero Forestal y Agrícola Monte Aguila, 2000, AFIPA, 2000)

ETAPA DE CRECIMIENTO	NOMBRE	INGREDIENTE (*)	FRECUENCIA APLICACIÓN	SISTEMA APLICACIÓN	DOSIS (**)
Estadio temprano	Ácido fosfórico Nitrato de calcio Muriato de potasio Fetrilon Combi 2 Bórax	P N, Ca K Oxido de Mg, S, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Mo, Co B	20 l 0,6 kg 30,0 kg 0,4 kg	Post germinación, cada 2 días durante 3 semanas	Fertirriego
Crecimiento óptimo	Ácido fosfórico Nitrato de amonio Nitrato de potasio Sulfato de magnesio Fetrilon Combi 2 Bórax	P N N, K S, Mg Oxido de Mg, S, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Mo, Co B	0,3 kg 5,2 l 8,0 kg 17,2 kg 8,0 kg 0,4 kg 0,3 kg	De acuerdo a requerimientos de riego	Fertirriego
Fase de acondicionamiento	Ácido fosfórico Nitrato de calcio Muriato de potasio Fetrilon Combi 2 Bórax	P N, Ca K Oxido de Mg, S, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Mo, Co B	20,0 l 0,6 kg 30,0 kg 0,4 kg 0,3 kg	Desde cuarta semana de acuerdo a requerimientos de riego	Fertirriego

(*) P= fósforo, N= nitrógeno, Ca= calcio, K= potasio, Mg= magnesio, S= azufre, Mn= manganeso, Fe= hierro, Cu= cobre, Zn= Zinc, B= boro, Mo= molibdeno, Co= cobalto

(**) Dosis en solución madre de 200 l de agua

El Instituto Forestal durante las temporadas 1999 y 2000 realiza ensayos con diferentes dosis de fertilizantes. Para ello efectúa previamente un análisis químico del sustrato, de tal forma de identificar sus principales deficiencias y sobredosis de nutrientes. Basándose en esto, los tratamientos probados son cuatro: aplicación de urea (0,73 kg de urea por 100 kg de sustrato), aplicación de cal (0,5 kg de cal por 100kg de sustrato), aplicación de urea y cal (combinación de los dos tratamientos anteriores), y sustrato solo (testigo). Luego de un período de producción los resultados obtenidos son:

Roble: la supervivencia de las plántulas fluctúa entre 87 y 96 por ciento, siendo mayor en el sustrato sin enmiendas. Sin embargo, los desarrollos en altura y diámetro de cuello son significativamente más alto en el sustrato con urea, seguidos por el sustrato que combina urea y cal. El sustrato sin enmiendas presenta los menores desarrollos en las plántulas. En cuanto a la calidad, no hay diferencias significativas entre tratamientos en la proporción de plantas de mejor forma y vigor.

Raulí: presenta una baja supervivencia en todos los tratamientos (26 a 46 por ciento), lo que es atribuible a la mala calidad de la semilla. De igual forma que en roble, los mayores crecimientos en altura y diámetro de cuello de las plántulas sobrevivientes se obtienen en los sustratos con urea y con enmienda (urea y cal). Las plantas de mejor calidad tienen un mayor crecimiento en éste último tratamiento.

Coigüe: la supervivencia fluctúa entre 79 y 96 por ciento, siendo mayor en el sustrato con urea y cal. Al igual que las especies anteriores los crecimientos en altura y diámetro de cuello de las plántulas son significativamente mayores en los casos con enmienda (urea y cal), y con urea. Lo mismo ocurrió con el crecimientos de plantas de mejor calidad.

Ulmo: la supervivencia oscila entre 66 y 100 por ciento, siendo mayor en los sustratos con mezcla de urea y cal y sin enmiendas. Los crecimientos en altura y diámetro de cuello son significativamente mayores en el sustrato con urea y cal, seguidos por el sustrato sin enmiendas. Las plantas de mejor calidad presentan el mayor crecimiento en estos tratamientos. Lo anterior puede ser una evidencia que esta especie presenta diferentes requerimientos nutricionales a los *Nothofagus* ensayados.

4.7.3 Micorrización

Para la nutrición de las plántulas es importante la asociación de sus raíces con hongos de micorrización, los que aumentan su capacidad de absorción de agua y nutrientes del sistema radicular, especialmente de iones poco móviles como el fosfato. También incrementan la resistencia de las plántulas a la infección de patógenos causantes del damping-off y la tolerancia a los suelos tóxicos (extremadamente ácidos) o con temperaturas muy fluctuantes como los arenales (GARRIDO, 1982).

Las micorrizas, según el ordenamiento de las hifas en las raíces jóvenes de las plantas, se clasifican en endomicorrizas, ectoendomicorrizas o ectomicorrizas (PEIRONEL *et al.*, 1969; HACSKAYLO, 1971 citados por GARRIDO, 1982). Las ectomicorrizas son biotróficas y se encuentran en aproximadamente 5 por ciento de las plantas basculares, especialmente en las arbóreas, entre las que destacan las familias *Pinaceae*, *Cupressaceae*, *Fagaceae*, *Betulaceae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae* y *Tiliaceae* (DONOSO, 1981; GARRIDO, 1982).

Raulí, roble y coigüe, al igual que el resto de los *Nothofagus*, se asocian en forma natural con ectomicorrizas, en tanto que el ulmo presenta mayor afinidad con endomicorrizas. GARRIDO (1988) identifica entre la VII y IX regiones de Chile más de 140 micorrizas asociadas a bosques de *Nothofagus*, siendo las principales del género *Cortinari*. Para bosques con presencia de ulmo sólo logra identificarse unas pocas especies (Cuadro 26).

Lo recomendable es inocular las plántulas con sus micorrizas naturales. Así, serán acondicionadas desde un comienzo para lograr un mejor desarrollo. Problemas de incompatibilidad de micorrizas se detectan en plantaciones de *Pinus radiata* en la



zona de arenales de las regiones VII y VIII (GARRIDO, 2000).

La aplicación de micorrizas se recomienda, especialmente si la plántula esta destinada a sitios abiertos sin vegetación cercana. Sin embargo, su proliferación en el sustrato de los contenedores no siempre es exitosa, debido a que el Nitrógeno incorporado en la fertilización normalmente las inhibe. Cuando el material producido está destinado a ser plantado en el interior del bosque, como puede ser un enriquecimiento de la plantación nativa, la inoculación de micorrizas no es necesaria debido a que el sustrato superficial normalmente contiene una gran cantidad de estos hongos (DUMROESE *et al.*, 1998).

Existen muy pocos estudios de micorrización con especies nativas, pero debido al buen resultado en la producción de plantas en algunos viveros comerciales y a su importancia en el desarrollo posterior en terreno se recomienda considerarlo en un programa

de producción de plantas masivas (GARRIDO, 2000). SHAFER (1988) determina importantes desarrollos radicales y en las variables de crecimiento aéreo de plantas de raulí inoculadas con las ectomicorrizas *Laccaria laccata* y *Telephora terrestris*. En su trabajo también comprueba una disminución del efecto de las micorrizas producto de una fertilización adicional. Lo anterior comprueba lo establecido por algunos autores en cuanto a que el crecimiento del hospero es mayor cuando la planta crece en suelos pobres en nutrientes (DONOSO, 1981; GARRIDO, 1982;).

La incorporación de micorrizas en las plántulas se puede realizar a través del inóculo miceliar o esporal, siendo normalmente más fácil esta última aplicación. La micorrización con micelio se efectúa incorporando distintas cantidades de inóculo según el tipo de sustrato, la planta hospedante y la clase de contenedor. La incorporación de esporas se puede realizar en soluciones acuosas, incluso directamente en el sistema de irrigación del

vivero. Otra forma es revolver este producto con las semillas un momento antes de la siembra (GARRIDO, 2000).

4.8 Control de Plagas y Enfermedades

Las plagas y enfermedades presentes en un vivero son uno de los agentes que pueden producir daños más generalizados si no son evitados previamente o controlados en el momento de su aparición.

El responsable del vivero debe mantener un programa de control permanente, ya que la mejor forma de evitar este tipo de daño es la prevención (ESCOBAR, 1990). Es necesario controlar en forma diaria el estado sanitario, con el fin de efectuar una detección temprana de los daños que se pueden presentar.

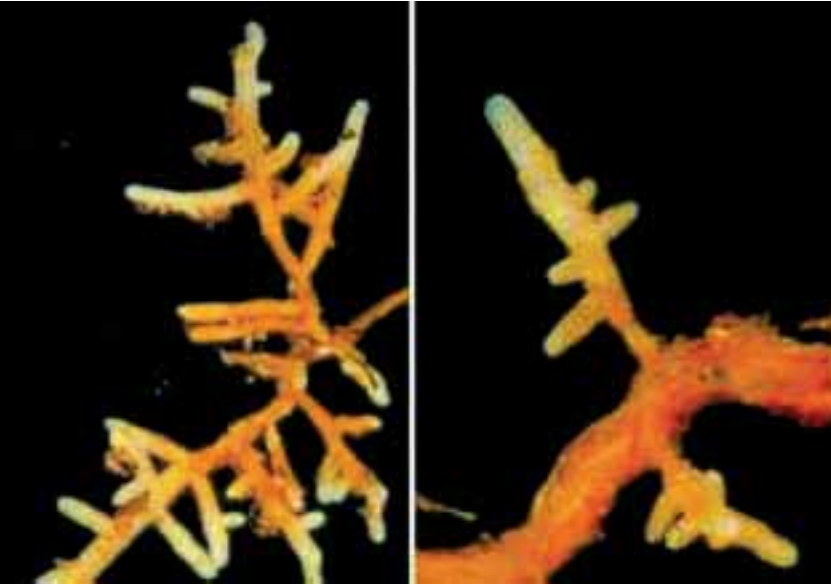
4.8.1 Hongos e insectos

La presencia de hongos o insectos normalmente se detecta por marchitamiento o caídas de plántulas, coloraciones o decoloraciones irregulares, desarrollo irregular en las bandejas, destrucción de tejidos en las hojas, etc. De no observarse irregularidades de este tipo, para obtener una protección más amplia bastará con aplicaciones preventivas y espaciadas de un par de fungicidas y de insecticidas en forma alternada.

En el Cuadro 27 se entregan antecedentes sobre algunos productos químicos empleados para el control de hongos e insectos en viveros donde se producen plantas nativas a raíz cubierta.

Cuadro 26: Nombre de algunas micorrizas asociadas a las especies roble, raulí, coigüe y ulmo (Adaptado de GARRIDO, 1988)

HOSPEDANTE	ASOCIACIÓN MICORRÍSCA
Roble	<i>Amanita diemii</i> , <i>Amanita graulina</i> , <i>Austroomphaliaster nahuelbutensis</i> , <i>Boletus bresinsyanus</i> , <i>Clavariella</i> sp., <i>Boletus chilensis</i> , <i>Boletus loyo</i> , <i>Cortinarius aiacapiae</i> , <i>Cortinarius australimonius</i> , <i>Cortinarius curanilahuensis</i> , <i>Dermocybe icterina</i> , <i>Dermocybe nahuelbutensis</i> , <i>Hygrophorus nothofagi</i> , <i>Laccaria tetraspora</i> , <i>Russula fuegina</i> , <i>Russula major</i> , <i>Tricholoma cortinatellum</i> , <i>Tricholoma fagnani</i> .
Raulí	<i>Amanita diemii</i> , <i>Austroomphaliaster nahuelbutensis</i> , <i>Cenococcum geophilum</i> , <i>Cortinarius acerbus</i> , <i>Cortinarius aganochrus</i> , <i>Cortinarius australimonius</i> , <i>Cortinarius concolor</i> , <i>Cortinarius darwinii</i> , <i>Cortinarius nothofagi</i> , <i>Dermocybe amoena</i> , <i>Dermocybe flavofucata</i> , <i>Descolea antarctica</i> , <i>Elaphomyces nothofagi</i> , <i>Higrocybe araucana</i> , <i>Histerangium carneoroseum</i> , <i>Inocybe bridgesiana</i> , <i>Inocybe chilensis</i> , <i>Laccaria galerinoides</i> , <i>laccaria lacata</i> , <i>Paxillus boletinoides</i> , <i>Stephanopus azureus</i> , <i>Telephora terrestris</i> , <i>Tricholoma cortinatellum</i> .
Coigüe	<i>Amanita diemii</i> , <i>Amanita gayana</i> , <i>Austrogaster marthae</i> , <i>Boletus araucarianus</i> , <i>Boletus loyo</i> , <i>Clavariella patagonica</i> , <i>Cortinarius absinthiacus</i> , <i>Cortinarius acerbus</i> , <i>Cortinarius alboncinctus</i> , <i>Cortinarius austroclavicolor</i> , <i>Cortinarius australomonius</i> , <i>Cotinarius avellaneus</i> , <i>Cotinarius coigüe</i> , <i>Cystangium depaupertum</i> , <i>Dermocybe alcalisensibilis</i> , <i>Dermocybe amoena</i> , <i>Elasmomyces nothofagi</i> , <i>Gastroboletus valdivianus</i> , <i>Hebeloma mesophaeum</i> , <i>Hebeloma moseri</i> , <i>Hygrocybe huronensis</i> , <i>Hymenogaster pulcher</i> , <i>Inocybe bridgesiana</i> , <i>Martellia albella</i> , <i>Paxillus boletinoides</i> , <i>Ramaria holrubella</i> , <i>Russula austrodelica</i> , <i>Russula fuegina</i> , <i>Stephanopus azureus</i> , <i>Tricholoma andinum</i> .
Ulmo	<i>Lepiota pseudopatagonica</i> , <i>Cortinarius aiacapiae</i> , <i>Cortinarius naquentus</i> , <i>Dermocybe teresae</i> .



Apariencia de *Russula fuegina* en raíz de *Nothofagus pumilio* (PALFNER Y GODOY, 1996)

4.8.2 Control de malezas

Las malezas actúan ejerciendo competencia por agua, luz y nutrientes con la plántula en desarrollo. Su aparición se debe fundamentalmente a semillas de especies indeseables traídas al sustrato a través del riego.

Por lo general, su control una vez que las plántulas germinan es muy difícil de realizar, por lo poco específico de los productos en el mercado. Como medida de control la mayoría de las empresas realiza una inspección manual, conforme a que las malezas o musgos van apareciendo (ver punto 3.4.6.1).

4.9 Acondicionamiento

Las plantas para ser establecidas exitosamente en terreno deben tener ciertas características, que les permitan soportar los procesos de cosecha, transporte, almacenaje y plantación. De lo contrario se genera en ellas una serie de trastornos físicos y fisiológicos conocidos como shock de transplante (ESCOBAR, 1990).

Para evitar lo anterior, las plantas se deben sacar al exterior del invernadero cuando alcanzan las condiciones de calidad y las dimensiones deseadas. De esta forma pueden irse lignificando gradualmente, protegiéndolas primero con una malla (semisombra) y luego sin protección, directamente a la intemperie.

Cuadro 27: Control químico de hongos e insectos en algunos viveros productores de roble, raulí, coigüe y ulmo a raíz cubierta (Forestal y Agrícola Monte Aguila, 1999; Forestal El Alamo 1999, Instituto Forestal, 2000)

	AGENTE DE DAÑOS	PRODUCTO COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	MODO ACCIONAR	DOSIS Y FRECUENCIA
Insectos	<i>Botrytis cinerea</i>	Benlate D.F.	Benomil	Preventivo	0,6-1 g/ 1 l de agua, alternado con otros productos cada 7 días
		BC-1000	s.i.	Preventivo	1,5 cm ³ /1 l de agua, alternado con otros productos cada 7 días
		Simisdlex	s.i.	Preventivo	1,5 cm ³ /1 l de agua, alternado con otros productos cada 7 días
		Dithane M-45	Mancozeb	Curativo	180-240 g/1 l de agua, cada 6-10 días, desde aparición del hongo.
		Rovral	Iprodione	Curativo	2 g/5 l de agua, previo a germinación hasta el primer mes, cada 15 días
		Ronilan	Vinclozolin	Preventivo	1 g/1 l de agua, alternado con otros productos cada 7 días luego de germinación.
		Manzate	Mancozeb	Preventivo	1 g/1 l de agua, alternado con otros productos cada 7 día luego de germinación.
	<i>Pythium sp.</i>	Previcur	Propamocarb	Preventivo	1,5 cm ³ /1 l de agua
Hongos	<i>Cuncunillas</i>	Decis 2.5 EC	Deltametrina	Curativo	20 cm ³ /1 l de agua, en momento de aparición de la larva.
		Tamarón 600 SL	Metamidofos	Curativo	1 cm ³ / 1 l de agua, en momento de aparición de la larva.
		Monitor 600	Metamidofos	Curativo	1 cm ³ / 1 l de agua, en momento de aparición de la larva.
		Karate	Lambdacihalotrina	Curativo	0,5 cm / 1 l de agua, en momento de aparición de la larva.
		MTD 600	Metamidofos	Curativo	1 cm ³ / 1 l de agua, en momento de aparición de las larvas.
	<i>Pulgón</i>	Jabón Popeye	Saponinas	Curativo	Lavasa de agua con jabón, en momento de aparición de la plaga.
	<i>Conchuelas y escamas</i>	Troya 4 EC	s.i	Curativo	1 cm ³ / 1 l de agua, en momento de aparición de la plaga.
	<i>Nemátodos e insectos del suelo</i>	Furadan 4F	Carbuforano	Curativo	1 cm ³ / 1 l de agua, en momento de aparición de las larvas.



Acondicionamiento de plantas para el exterior

4.10 Cosecha, Transporte y Almacenamiento

La cosecha, almacenamiento y transporte se realiza en la etapa inmediatamente previa a la plantación. Su ejecución debe ser cuidadosa para evitar dañar la plántula por una mala maniobra que disminuya la inversión en tiempo y dinero realizada hasta ese momento. La planificación también es muy importante, pues debe existir una buena coordinación para satisfacer las necesidades de despacho sin demoras, pérdidas de material y cuidando de seleccionar sólo aquellas con la calidad requerida.

Durante la cosecha se pueden seleccionar las plántulas por calidad (sanidad, forma y tamaño) reubicándolas entre las mismas

bandejas que fueron producidas o pueden ser ordenadas cuidadosamente en cajas de poliestireno en disposición horizontal, de tal forma de evitar que sean comprimidas y lleguen en buenas condiciones a su destino final. La remoción y extracción de las plántulas en las bandejas son facilitadas por efecto del baño con látex y oxiclورو de cobre que se realiza en ellas previo al llenado con sustrato.

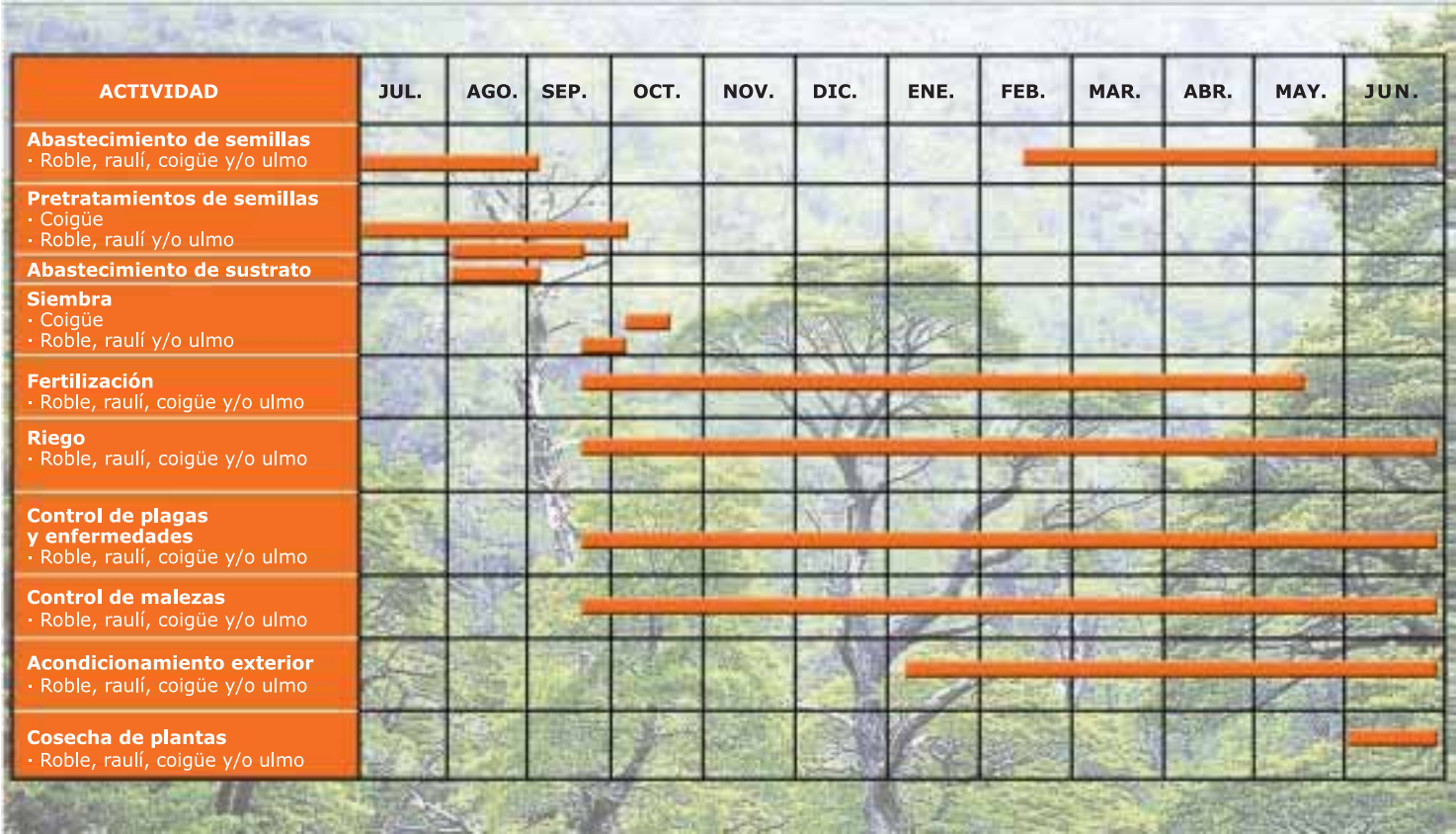
El transporte normalmente se prefiere en bandejas debido a que las plantas mantienen en mejor forma su paquete radicular. Para ello, en las camionetas o camiones, se construyen estructuras metálicas o de madera que permitan ordenar las bandejas en varios niveles de tal forma de aprovechar el espacio disponible y llevar la mayor cantidad de plantas. Si el medio fuera una camioneta abierta se aconseja cubrir la carga con una lona oscura para evitar desecación en las plantas por las elevadas temperaturas, y el daño mecánico por viento en las plantas laterales. Por lo anterior, se recomienda realizar el traslado de las plántulas durante días nublados y humedecerlas en abundancia al inicio del viaje.

El almacenaje de las plantas se realiza en la medida que estas van llegando al lugar de plantación. Se recomienda que el período de almacenaje sea lo más corto posible, idealmente no más allá de un día. El lugar debe proveer suficiente sombra a las plantas y mantener una buena circulación de aire, por lo que se recomienda un galpón abierto. Las plantas deben además ser humedecidas a través de riego de acuerdo a sus necesidades.

4.11 Cronograma de Actividades

Un proceso exitoso de producción de plantas debe contemplar una planificación adecuada de los períodos de tiempo involucrados en cada una de las actividades requeridas. El Cuadro 28 presenta un cronograma de actividades para la producción a raíz cubierta de plantas de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo.

Cuadro 28: Cronograma de actividades en un programa de producción de plantas a raíz cubierta de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo



CAPITULO 5

Plantación en
Suelos sin Bosques (Praderas)



5. PLANTACION EN SUELOS SIN BOSQUE (PRADERAS)

Los terrenos agrícolas y praderas presentan particularidades que deben ser consideradas para la reforestación, sobre todo cuando ésta se efectúa con especies nativas. Los suelos exhiben alteraciones y por tanto, no poseen las condiciones originales para el desarrollo de los bosques. Por ello se debe recurrir a ciertos elementos «artificiales» como por ejemplo cultivo del suelo y productos químicos para su formación, a modo de reestablecer el ecosistema forestal. Una vez generado el bosque conviene manejarlo con técnicas sustentables para promover la regeneración natural.

5.1 Métodos de Preparación del Suelo

La preparación del suelo es una labor que condiciona en gran medida el éxito de la forestación. Esta puede afectar a toda la superficie, puede ser en fajas, o de forma puntual (casillas). La elección del tipo de preparación depende del tipo de suelo, del método de plantación, del tipo de planta (contenedor o raíz desnuda) y del régimen hídrico de la estación. Las preparaciones serán tanto más profundas donde existan mayores sequías estivales y donde los suelos presentan limitaciones especiales como horizontes impermeables, compactación, pedregosidad, entre otros.

La preparación de suelos puede considerar los siguientes rangos de profundidad:

- Baja entre 0 y 20 cm,
- Media entre 20 y 40 cm y

- Alta entre 40 y 60 cm.

La preparación del suelo tiene por objetivos:

- Facilitar la penetración y el desarrollo de las raíces en el terreno durante los primeros años tras la plantación o siembra.
- Corregir estructuras defectuosas debidas a laboreos sucesivos.
- Eliminar el «pie de arado» en los suelos donde existan. Este fenómeno se produce frecuentemente en suelos cultivados durante mucho tiempo mediante arado a la misma profundidad y consiste en la formación de una capa endurecida que impide la penetración de las raíces y del agua.
- Aumentar la capacidad de retención de agua en los suelos mediante una mejora en la infiltración, disminución de la escorrentía superficial y aumento de la profundidad efectiva del suelo.
- Aumentar el volumen de suelo útil para las raíces de las plantas mediante el incremento de la profundidad y mejora de la estructura.
- Aireación de las capas del suelo mediante el mullido.
- Facilitar las labores de plantación o siembra.



Preparación de la casilla en forma manual

5.1.1 Casillas

Esta preparación del suelo consiste en una hoyadura de profundidad baja o media realizada generalmente con pala plantadora, sin extraer la tierra del agujero. Las casillas suelen ser de 40 x 40 cm en superficie, y con una profundidad de 30 a 40 cm.

El método de casillas es aplicable especialmente en aquellos lugares que no se disponen de tractores para realizar el subsolado o por condiciones de pendientes superiores al 40 por ciento. Los rendimientos obtenidos con pala plantadora son de 180 a 200 casillas por jornada.

5.1.2 Ahoyado con barreno helicoidal

El ahoyado con barreno helicoidal (procedimiento mecánico) es un método de preparación del suelo poco conocido que consiste

en la formación de hoyos de profundidad media a alta y de ancho variable, mediante el empleo de barrenos helicoidales.

El barreno realiza un hoyo de sección circular, y con extracción parcial de la tierra. No obstante, su uso es limitado en suelos de alta pendiente y pedregosos, lo que dificulta considerablemente su empleo. En el caso de terrenos agrícolas puede emplearse en zonas de poca pendiente, en general menor al 30 por ciento, acoplado el barreno sobre un tractor agrícola o de cadenas y en suelos sin pedregosidad. En el caso de suelos arenosos, las paredes del hoyo tienden a desmoronarse, y por el contrario en suelos pesados, se puede producir la compactación de la pared por el roce de las hélices de la barreno, por lo que debe tomarse la precaución de picarlas con un azadón previamente a la plantación (BARBERO *et al.*, 1994).

5.1.3 Subsulado

El subsulado consiste en la preparación del suelo mediante la ruptura de las capas profundas por el paso de un subsolador, que puede llevar uno, dos o tres puntas de profundidad promedio de 40 a 80 cm. El subsulado permite aumentar la profundidad útil del suelo, mejorar la infiltración y capacidad de retención de agua y rompe las rocas fácilmente disgregables. En zonas de pendiente, cuando se realiza según curvas de nivel, produce además un efecto muy beneficioso sobre el control de la escorrentía superficial, lo que resulta especialmente notable con los subsoladores dotados de aletas que forman pequeños camellones.

El tipo de maquinaria a utilizar esta condicionada por la pendiente, el tipo de terreno y el número y forma de las puntas. En general, puede decirse que para suelos agrícolas de poca pendiente (hasta 15 por ciento) debe emplearse un subsolador convencional profundo sobre tractor agrícola superior a 85 HP (LESLIE, 2000).

El subsulado es una preparación de gran eficacia en todo tipo de terrenos. En los de textura arcillosa, con cierta compactación por el paso de maquinaria agrícola y sobre todo cuando existan capas impermeables (pie de arado, horizontes arcillosos en profundidad, etc.), es siempre recomendable la preparación mediante subsulado ya que sus efectos son muy notorios.

Una variedad del subsulado que mejora ostensiblemente su eficacia, sobre todo en las capas profundas de suelos pesados con problemas de encharcamiento, es el empleo de un arado-topo. En el caso de los suelos pesados debe tenerse la precaución de hacer un pase posterior de rastra antes del



Subsolador de tres puntas. Herramienta de trabajo apropiado para preparar terrenos de praderas

período más seco, para romper así, la estructura lineal a que da lugar este tipo de subsulado. Con ello se evita que las zonas de labor actúen como líneas de ruptura del suelo al secarse, descalzando y dejando las raíces de las plantas al descubierto lo que puede dar lugar a un número elevado de plantas muertas.

Los rendimientos promedios del subsulado y arrumado con tractor (85 HP) es de 1,5 a 2,0 hora/ha, equivalente a US\$ 55 a 60 por hectárea, en tanto, realizar sólo el subsulado en las mismas condiciones tiene un resultado aproximado de 0,8 hora/ha, con un valor por hectárea de US\$ 32 a 34.



El camellón aumenta la eficiencia en la captación y conservación de la humedad del suelo (INFOR, 1999)

5.1.4 Camellón

Consiste en el paso de un arado de vertedera de tipo reversible, que por su tamaño y peso permite alcanzar profundidades siempre mayores a 40 cm y que por su forma va dando lugar a un camellón. Este tipo de preparación supone un laboreo profundo del suelo, que remueve la vegetación existente o los residuos del cultivo anterior, además de mullir y voltear el terreno. En general, se aconseja hacer la preparación mediante el pase cruzado sobre terreno seco.

En aquellos suelos que no tienen limitaciones por la presencia de capas endurecidas no es necesario un laboreo profundo e incluso en aquellos con pie de arado, donde la zona compactada es

superficial, basta con un laboreo plano. En suelos con cambios bruscos en la textura que supongan una barrera al crecimiento de la planta (horizontes arcillosos o de fierrillos) sólo se pueden mejorar mediante una labor de desfonde utilizando equipos que trabajen a profundidad y mezclen los horizontes. Esta técnica es especialmente aplicable en la VIII región. El camellón puede tener otros objetivos como el de elevar la capa de suelo y evitar la inundaciones en los suelos ñadis de la IX y X regiones.

Para la confección del camellón se pueden emplear arados convencionales de vertedera, montados sobre tractor agrícola o forestal en función de las características del apero y las condiciones del suelo. Para pendientes superiores al 15 por ciento se utilizan tractores de cadenas y la preparación se hace por fajas. Los rendimientos obtenidos son variables y dependen del tipo de camellón, pendiente del terreno, tipo de suelo y las características de la máquina a utilizar. Se estima un rendimiento aproximado de 2 horas efectivas por hectárea.

Una combinación de los sistemas subsolado y camellón proponen FRANCKE *et al.* (1999), determinando que el subsolado debe tener una profundidad mínima de 70 cm, en curvas de nivel. Las dimensiones mínimas del camellón, ubicado sobre el subsolado, deben ser de 1 m de ancho y 30 cm de altura, teniendo presente la detención de la escorrentía superficial para favorecer la infiltración del agua en el suelo y facilitar el establecimiento de la plantación. Los surcos laterales formados por la rastra de discos, junto con la preparación del camellón, ayudan a la infiltración del agua y atrapan el material sólido que se pueda arrastrar entre el camellón y el siguiente.

El trabajo puede efectuarse utilizando tractor oruga o agrícola equipado con subsolador, rastra de disco y rodillo compactador. El



Ordenación del desecho y la confección de casillas con excavadora

espaciamento de las hileras de plantación establecidas con esta obra queda definido por la densidad de plantación con un mínimo de tres metros.

5.1.5 Mullido con retroexcavadora

Esta preparación consiste en la remoción del suelo con el uso de una retroexcavadora, sin extraer la tierra. La preparación con este sistema proporciona una excelente labor al suelo, tanto por la profundidad, como por el volumen de tierra que es removida

El proceso consiste en la ordenación previa de los desechos en

forma de fajas, siguiendo las curvas de nivel. La distancia entre fajas corresponde al ancho máximo dado por la extensión del equipo, en este caso 13 m. Posterior a esto, se confeccionan las casillas con un tridente, rastrillo intercambiable en el cabezal de la máquina, lo que consiste en un mullimiento y rompimiento de la estructura del suelo similar al subsolado. Las características de las casillas o dimensiones aconsejables son 0,8 m de largo por 0,7 m de ancho y 1,0 m de profundidad.

En la X Región, en sectores de hasta 7 por ciento de pendiente, se obtienen los siguientes rendimientos y costos con la excavadora John Deere L400:



Figura 3: Se observa el amplio sistema radicular de la malezas más comunes de los suelos de praderas de la zona centro sur del país. Sistema radicular de *Agrostis stolonifera* o Chépica (POLOMSKI y KUHN, 1998)

Fajeo = 2 a 3 horas productivas/hectáreas, siendo la principal limitante la pendiente 56.000 \$/ha (1US\$ = \$ 530)

Casillas = 1.000 casillas/jornada, aproximadamente 1,2 ha/día 108.000 \$/ha

5.2 Control de Malezas

La importancia del control de la vegetación o malezas es puesta de manifiesto en numerosos trabajos (RÖHRIG y GUSSONE, 1990; MAYER, 1992; SMITH *et al.*, 1997; KOGAN y FIGUEROA, 1998; KOGAN, 1999; BURSCHEL y HUSS, 1999). Es una práctica recomendada que favorece la sobrevivencia y el rápido crecimiento de las

plantas al controlar la vegetación, tanto herbácea como leñosa.

Los principales problemas o daños que provocan las malezas se deben a que:

- Limitan la realización de actividades de preparación del suelo y por tanto, supone su encarecimiento y una peor ejecución de las mismas.
- Cuando la altura de la vegetación presente es mucho mayor que la de la planta en sus primeros años, se produce una competencia por luz que puede ser muy perjudicial para la planta recién instalada.
- Crean una competencia por el agua entre la plantación y la vegetación existente. Ello es especialmente notorio en la VIII y IX regiones del país, debido a las condiciones climáticas de esas zonas que caracterizan al área con un extenso y seco período estival.
- Ejercen una fuerte competencia por nutrientes, ya que tienen un sistema radicular mucho más desarrollado que las pequeñas plantas recién establecidas (Figura 3).

El fuego, como método de control de malezas, es prácticamente desterrado de la actividad forestal, en tanto, que el control biológico aún se encuentra en un estado incipiente de desarrollo. La tendencia actual es utilizar medios mecánicos y químicos en forma combinada, aunque este último método puede, al menos, reducir su aplicación con adecuadas prácticas silviculturales. Se reconoce en los productos químicos su carácter de agentes contaminantes, por ello se deben emplear sólo en condiciones extremas y bajo control para la seguridad del medio ambiente.

En función de la densidad de la vegetación existente y de su agresividad a la hora de competir con la plantación y de los aspectos

económicos, hay que determinar si se actúa sobre ella o no. Si se decide que es necesario eliminar la vegetación herbácea se tiene que definir si se hace de forma puntual, en fajas o en toda la superficie.

5.2.1 Herbicidas

En los últimos 15 años la actividad forestal nacional es impactada significativamente por el desarrollo tecnológico, siendo uno de los efectos más notorios la utilización de plaguicidas con el objetivo de aumentar la producción en términos cualitativos y cuantitativos. Ello conduce a que el volumen de importaciones de herbicida se cuadriple en el periodo indicado. Las razones para este consumo se deben principalmente a una reducción de precios de los productos (ORMEÑO, 1999) y a la aceptación de que las malezas afectan el desarrollo de los cultivos deseados, reconociendo en ello además, consecuencias económicas.

La acción directa de las malezas en la plantación reduce la cantidad de agua disponible en periodos críticos, al afectar la disponibilidad de nutrientes del suelo y al competir por la luminosidad. En tanto, que sus efectos indirectos son disminuir la supervivencia, el crecimiento y la homogeneidad de las plantaciones y aumentar el riesgo y peligro de incendios (ROHRIG y GUSSONE, 1990; SMITH *et al.*, 1997; AHUMADA, 1999).

La experiencia en el uso de herbicidas en plantaciones forestales no es tan amplia como en cultivos agrícolas. No obstante, éstas demuestran un efecto evidente no sólo sobre la supervivencia, sino también, sobre el crecimiento de las plantas. La gama de productos es bastante amplia tanto en la forma de actuar (desección temporal, toxicidad, etc.) como en su aplicación (residual, foliar). La cantidad de

productos químicos existente en el mercado nacional son múltiples y de diferentes grados de toxicidad para el medio y el ser humano. Lamentablemente, aún es factible encontrar productos prohibidos en el país de fabricación (ver Manual Fitosanitario 1998-1999) y que se comercializan a nivel nacional. Dado esta situación se recomienda utilizar productos que estén constituidos por los siguientes ingredientes activos: Dichlobenil, Fluazifop, Glifosato y Methabenzthiazuron (BURSCHEL y HUSS, 1999), a los cuales, aún no se le han detectado propiedades nocivas para el hombre.

El Glifosato es un herbicida no selectivo, por lo tanto, afecta a la gran mayoría de las especies. Los síntomas visibles se observan desde la segunda a la cuarta semana; sin embargo si la aspersión ocurre a temperatura baja (menos de 10 C) y el día esta nublado, el efecto de control se atrasa más allá de los límites indicados. Este producto de postemergencia que posee propiedades asociadas con una gran actividad herbicida, inmensa capacidad de traslocarse y de destruir los propágulos de las malezas tratadas. Presenta una estructura molecular simple, relativamente alta solubilidad y un pequeño peso molecular comparado con la mayoría de los herbicidas.

La vida media del Glifosato en el suelo es corta, también es rápidamente degradado por la acción de microorganismos (vida media menor de 60 días) y fuertemente absorbido, siendo inactivado al formar complejos con fierro y aluminio en el suelo (KOGAN, 1993)

Los herbicidas pueden ser clasificados en diferentes grupos, según la forma de actuar, grado de selectividad y época de aplicación.

- Los herbicidas de contacto son aquellos que eliminan partes de la planta que son cubiertas por el producto.

Se dividen en selectivos, que afectan sólo determinadas plantas sin provocar daños a otras y no selectivos que son tóxicos, para un amplio rango de plantas, los cuales no son apropiados para controles de malezas en plantaciones.

Los herbicidas sistémicos o de traslocación están basados en la capacidad de interferir en las enzimas de la planta, debido a que el sistema enzimático de los vegetales difiere entre los distintos grupos de

plantas. En otras palabras, puede tener efecto sobre un grupo de plantas, pero no sobre otro, obteniéndose su máximo efecto luego de varias semanas.

Los herbicidas residuales o suelo-activo se aplican al suelo donde puede permanecer activo por un período prolongado hasta que es absorbido por las raíces de las plantas. También actúan por un tiempo considerable (hasta tres años) como agente preventivo de nuevas plantas.

Cuadro 29: Clasificación de los herbicidas, según su uso y forma de accionar en las plantas (KOGAN, 1992 y AHUMADA, 1999)

HERBICIDA	Selectivo	Aplicación foliar	Por contacto (Bromoximil)
		Aplicación al Suelo	Por traslocación (2-4 D)
	No selectivo	Aplicación Foliar	Móvil en la Planta (Atrazina)
		Aplicación al Suelo	No Móvil (Triflutatina)
			Por contacto (Paraquat, diquat)
			Por Traslocación (Glifosato)
			Fumigante (Dibromuro de metilo)
			Residual (Bromacil, Diuron)



5.2.1.1 Factores que afectan el control químico de las malezas
 Los principales factores que afectan el accionar de los productos químicos sobre las malezas son el estado de desarrollo o crecimiento de las malezas, la dosis y aplicación de herbicidas y las condiciones climáticas y del suelo.

Estado de desarrollo de las malezas

El estado de la maleza al momento de aplicación determina el nivel de control y los estados de crecimiento tienen relación con el ciclo vital de la maleza, de los cuales se reconocen cuatro: plántula, crecimiento vegetativo, floración y maduración (KOGAN, 1992, MATHEI, 1995).

- Estado de plántula: ocurre a partir de la germinación, siendo las plántulas delgadas y suculentas, escasamente lignificada. En las malezas anuales o bianuales es fácil realizar un control químico, puesto que son muy susceptibles y se requieren dosis bajas de herbicidas. Sin embargo, en el caso de las malezas perennes, es necesario que exista una relación de masa aérea y masa radicular adecuada como para que exista una suficiente incorporación del ingrediente activo del producto, contrarrestando las reservas de carbohidratos de los

rizomas o propágulos.

- Estado de crecimiento vegetativo: es la etapa en que las plantas alcanzan su máximo desarrollo, produciendo una gran cantidad de follaje, brotes y raíces. Tanto en hoja ancha como angosta, requiere de una mayor dosis del producto para que exista un buen control. En plantas anuales y bianuales, el tratamiento químico tiende a ser pobre.
- Floración: en esta fase la planta concentra toda su energía para su fase futura, que se caracteriza por la producción de semillas. El control químico no es factible para el caso de las malezas anuales. Cuando se trata malezas perennes, se ejerce un buen control cuando se esta formando el botón floral.
- Maduración: cuando la semilla se forma la planta cierra su ciclo vital. Tanto en malezas anuales como perennes, el control no es posible y carece de sentido, ya que las plantas no ejercerán daño por competencia.

Algunas malezas comunes en la zona centro-sur de Chile se presentan en el Cuadro 30 ordenadas, de acuerdo a la especie, ciclo de vida, época de germinación, crecimiento vegetativo y época de floración.

Cuadro 30: Características fenológicas de algunas de las malezas más comunes en el sur de Chile (Ríos, 1991, ESPINOSA, 1996)

(Nombre Común)	Ciclo de vida	Germinación	Vegetativo	Fructificación
<i>Holcus lanatus</i> (Pasto miel)	Perenne	Semillas Otoño y Primavera	Otoño-invierno y primavera	Diciembre - Febrero
<i>Cynosurus echinatus</i> (Cola de Zorro)	Anual	Semillas Otoño y Primavera	Otoño-invierno y primavera	Noviembre - Enero
<i>Agrostis capillaris</i> (Chépica)	Perenne	Rizomas Otoño - invierno	Otoño-invierno y primavera	Noviembre - Enero
<i>Arrhenatherum alatus</i> (Pasto cebolla)	Perenne	Cormos Otoño - invierno	Otoño-invierno y primavera	Noviembre - Febrero
<i>Taraxacum officinales</i> (Diente de león)	Perenne	Todo el año	Todo el año	Todo el año
<i>Hypochaeris radicata</i> (Pasto del chanco)	Perenne	Otoño y primavera	Otoño-invierno y primavera	Octubre - Enero
<i>Raphanus raphanistrum</i> (rábano)	Anual	Otoño y primavera	Otoño-invierno y primavera	Septiembre - Diciembre
<i>Geranium core - core</i> (Core - core)	Perenne		Otoño-invierno y primavera	Septiembre - Octubre
<i>Vicia sp.</i> (Arvejillo)	Anual	Otoño y principio primavera		Diciembre - Enero
<i>Plantago lanceolata</i> (Siete venas)	Perenne	Otoño y principio primavera	Otoño-primavera y verano	Octubre - Febrero
<i>Rumex acetosella</i> (Vinagrillo)	Perenne	Otoño y primavera	Otoño-invierno y primavera	Diciembre - Enero
<i>Rubus ulmifolius</i> (Zarzamora)	Perenne	Desconocida	Máximo primavera	Diciembre - Marzo
<i>Euphorbia sp.</i> (Pichoga)	Anual			Noviembre- Diciembre
<i>Brassica rapa</i> (Yuyo)	Anual	Otoño y primavera	Otoño-invierno y primavera	Agosto - Noviembre

Aplicación del herbicida

En la aplicación del herbicida es importante afectar los puntos críticos de la maleza. Las gramíneas, en general, tienen sus puntos de crecimiento bajo el nivel del suelo, mientras que las malezas de hoja ancha los tienen superficialmente. Las leñosas, en tanto, dependen de la altura corte (tocón). Los factores que impiden o dificultan el ingreso del herbicida en la planta, bajando la efectividad del producto, son las siguientes:

- Forma de hoja: ésta es angosta y se encuentra en posición vertical, como en las gramíneas, es más difícil de cubrir que los en malezas de hoja ancha.
- Superficie de la hoja: la presencia de superficies cerosas en el espesor de cutículas son factores importantes que bloquean el ingreso del herbicida en el follaje, por lo que se prefiere hojas y plantas jóvenes.
- Textura de la superficie de la hoja: si es áspera y rugosa puede ser mas favorable para la entrada del herbicida, ya que tiene una mayor superficie de contacto mientras que la presencia de tricomas limita su entrada.
- Especie y tamaño: la especie y su hábito de crecimiento son factores importantes que influyen en el ingreso de herbicida en la planta.



Aplicación de herbicida en faja preplantación en praderas

Factores climáticos

Los factores climáticos influyen en mayor o menor grado en el accionar de los herbicidas. Entre los principales se pueden indicar:

- Temperatura: a mayor grado, la velocidad de penetración del herbicida es más alta, aumentando su fototoxicidad derivada del aumento del metabolismo de la planta.
- Humedad: cuando es alta se facilita la penetración del herbicida y disminuyen las pérdidas por volatilización.
- Precipitación: la lluvia puede llevar a que un herbicida foliar reduzca su efecto, si ésta se produce a pocas horas después de la aplicación. En el caso de herbicidas aplicados al suelo, estos suelen activarse. Por lo general, se recomienda la aplicación de productos, estimando la no precipitación de lluvias por a lo menos tres días posteriores a la aplicación.
- Viento: no se debe aplicar cuando existe viento y temperatura alta ya que afecta el tamaño de la gota, se produce volatilización y deriva del producto.

5.2.1.2 Oportunidad y dosis de aplicación

Los tratamientos recomendados para el control de malezas arbustivas leñosas se deben aplicar en crecimiento activo, especialmente luego de una corta. Se aconseja esperar

hasta que la mayoría de las especies se encuentren en un adecuado estado de desarrollo, lo que sucede aproximadamente en noviembre. Hay que considerar que las aplicaciones realizadas en otoño-invierno son menos efectivas que las realizadas de primavera.

Control de malezas preplantación

El principal producto a recomendar es el Glifosato, el cual se sugiere aplicar antes de efectuar la plantación, distribuyéndolo sobre las

malezas o matorral en crecimiento activo, especialmente después de una corta o roce (KOGAN, 1992). La dosis de aplicación depende principalmente de las especies, su estado de desarrollo, coberturas de las malezas, entre otros. En el Cuadro 31 se entregan antecedentes de Glifosato, según tipo de vegetación.

En la zona centro sur de l país merece especial atención la maleza conocida como espinillo o ulex (*Ulex europeus*) de la familia de las leguminosas, debido a la dificultad de control producto de su gran capacidad de rebrote una vez que se ha quemado o cortado

Cuadro 31: Tipo de vegetación y dosis de Glifosato (KOGAN, 1999; DOW AGROSCIENCES, 2000)

Tipo de vegetación	Nombre común	Dosis de Glifosato (Litros/hectárea)
Gramíneas Anuales	Avenilla, Ballica, Hualcacho Pata de gallina, Pega-pega Pasto del perro, Vulpia	1,5 a 2,0
Gramíneas Perennes	Maicillo, Pasto quila o Chépica Pasto cebolla, Chépica gigante Carrizo, Pasto bermuda o Chépica blanca	3,0 a 4,0 6,0 a 8,0
Hoja ancha anuales	Amor seco, Bledo, Chamico, Rábano, Manzanilla, Quingüilla Verdolaga, Yuyo, Sangunaria Tomatillo, Cardo	2,0 a 4,0
Hoja ancha perennes	Falso Té, Siete venas o Llanten Galega, Vinagrillo, Correhuela	3,0 a 4,0
Arbustos	Zarzamora, Maquí, Quila	4,0 a 8,0
Otras	Chufa, Totora, Junquillo, Espinillo	8.0 a 12.0

a nivel de la base de la planta. Los resultados obtenidos indican que es factible su manejo, siendo la primavera (octubre a mediados de diciembre) la mejor época para la aplicación del herbicida, lo que coincide con el término de su floración (KOGAN, 1999; KOGAN y FIGUEROA, 1998). Otro aspecto que se debe tener presente es el volumen y la uniformidad de distribución de la aplicación del producto, siendo relevante además, la utilización de surfactante no iónico, ya que ello permite que el herbicida logre una mayor penetración especialmente cuando se utiliza Glifosato.

Control de malezas postplantación.

Las malezas que aparecen después de la plantación, especialmente en praderas o en renovals (bosques secundarios) cosechados a tala rasa, deben ser controladas. Particularmente son las especies que conforman la familia de las gramíneas, así como los rebrotes de especies arbustivas y arbóreas. Para lo anterior, es aconsejable realizar desbroce, lo que redundaría en mejores posibilidades de defensa contra incendios y menor competencia para la plantación (luz, nutrientes y agua). Por lo general, será necesario dos o tres controles antes que la plantación logre dominar al matorral preexistente.

El control postplantación es indispensable especialmente en plantaciones de *Nothofagus* entre la VIII y IX regiones de país, particularmente las áreas que fueron previamente destinadas a praderas o cultivos agrícolas. La vegetación herbácea ejerce una competencia intensa sobre las plantas. En este caso lo adecuado es el uso de herbicidas, específicamente aquellos compuestos por los siguientes ingredientes activos: Glifosato (Cuadro 31), Dichlobnill (30 a 40 kg/ha) y el Methabenzthiazuron (5 kg/ha), los cuales son especialmente aplicables a herbáceas, arbustos y zarza (Rhrig y GUSSONE, 1990; MAYER, 1992; SMITH *et al.*, 1997; KOGAN y FIGUEROA, 1998; KOGAN, 1999; BURSCHER y HUSS, 1999; DOW AGROSCIENCES, 2000).



Se observa la acción de la aplicación preplantación herbicida total
(Foto: CONTRERAS, 1999)

Con planta de más de dos años y no brotada puede aplicarse Glifosato, en dosis de 3 litros por hectárea tratada. Si se quiere incrementar la medida o aplicar este herbicida en pleno período vegetativo, se deben proteger las plantas para evitar que los productos entren en contacto con ellas. La aplicación de herbicidas postplantación sobre las plántulas debe hacerse mientras la humedad del suelo sea alta y las temperaturas del además, con un fuerte control de malezas.

Una vez que se decide el sistema y densidad de plantación a utilizar, y se procede a la eliminación total o parcial de la vegetación existente, debe hacerse la marcación para realizar las labores de preparación del suelo y la plantación. El sistema

mismo comiencen a subir a principios de primavera, pero no es aconsejable realizarla cuando las plantas están bajo estrés. Las posibilidades de control del espinillo (*ulex*) postplantación son, en general, escasas y más costosas, siendo normalmente necesario el control mecánico manual (desbroces).

Es bueno reforzar el control de malezas después del establecimiento, con aplicaciones postplantación lo más temprano posible, entre dos a tres semanas del término de la plantación. Esto debido a que el período en que la

planta tiene disponibilidad de agua y nutrientes es muy corto y coincide con la etapa de máxima germinación de las malezas.

La gran cantidad de productos químicos existentes en el mercado permiten realizar mezclas de productos, con la cual se logra controlar los efectos de las malezas. Un ejemplo de éstas prácticas son proporcionadas por AHUMADA (1999), las cuales son utilizadas en el control de plantaciones de especies exóticas (Cuadro 32).

Cuadro 32: Dosis y tipo de herbicidas preplantación y postplantación según tipo de malezas (modificado de AHUMADA, 1999)

Control Preplantación Con coberturas de Malezas: Gramíneas, matorral nativo o áreas cosechadas rebrotadas (Maquí, Quila, Retamillo, Mora) de altura inferior a 1,5 m. Aplicar A1, A2, A3 o A4  Control Postplantación A malezas de altura inferior a 1,5 m, Aplicar uno de los siguientes productos: D1, D2, D3, D4		Sin Control Preplantación Sin coberturas de malezas: Áreas cosechadas recientemente.  Control Postplantación A malezas de altura inferior a 1,5 m, Aplicar uno de los siguientes productos B1, B2, B3 D1, D2, D3 o D4	
SIGNIFICADO DE LOS HERBICIDAS A APLICAR:		SIGNIFICADO DE LOS HERBICIDAS A APLICAR:	
A1	Glifosato + Simazina (Cobertura Total)	B3	Lontrel + Graminícidas + Triazinas (Cobertura total)
A2	Glifosato + Garlon o Lontrel (Cobertura Total)	D1	Lontrel + Graminícidas (Cobertura total)
A3	Glifosato + Metsufuron-metil (Cobertura Total)	D2	Glifosato + Lontrel (Aplicación dirigida)
A4	Glifosato (Cobertura Total)	D3	Glifosato + Triazinas (Aplicación dirigida)
B1	Hexazinona (Cobertura total)		
B2	Hexazinona + Triazinas (Cobertura total)	D4	Glifosato + Hexazinona (Aplicación dirigida)



Roce de gramíneas transcurrido una temporada de plantación

5.2.2 Roce mecánico (desbrozadora)

El roce mecánico es otra posibilidad de control de malezas, especialmente en la postplantación o cuando no se desea recurrir a productos químicos. Son muy útiles cuando se las emplea en el control de pastizales y vegetación menor, tales como mora y arbustos. El uso de esta máquina requiere de personal capacitado y que se use en condiciones de bajas pendientes. Los rendimientos obtenidos varían de 1,5 a 2,5 jornada por hectáreas.

5.3 Plantación

La plantación de las especies nativas -roble-raulí, coigue y ulmo- se puede distribuir de acuerdo a dos esquemas básicos: lineal (cuadrado o rectangular) y tresbolillo. Ambos métodos son de fácil aplicación, sin

embargo el más utilizado en la actividad forestal corresponde al método lineal rectangular (p.e. $3 \times 2 = 1.666$ plantas/ha).

La densidad de plantación es determinada por factores como sitio, crecimiento inicial en terreno, forma y hábitos de crecimientos, objetivos de producción y costos. De lo anterior, se desprende que la cantidad de plantas a utilizar por hectárea depende de variables de tipo fisiológico, técnico y financiero. Por ello en suelos sin bosques o praderas se sugiere la densidad de a lo menos 1600 plantas por hectárea especialmente en la X región. En praderas de la VIII y IX regiones no es recomendable plantar las especies -roble, raulí, coigue y ulmo-, salvo en condiciones especiales, es decir en sectores que permitan cierta disponibilidad de agua en el período estival, complementando

de marcación viene definido por el tipo de preparación que se va a emplear y por la densidad. En esquemas lineales, basta con determinar la distancia entre líneas, y procurar que la preparación mantenga en lo posible las curvas de nivel. En el caso de contar con tractoristas experimentados esto no es un problema. Si se trata de preparaciones puntuales, una marcación precisa requiere de bastante tiempo y suele ser costosa, logrando controlar mejor la densidad y regularidad de la plantación.

5.3.1 Tipo de planta

Las plantas forestales -roble, raulí, coigue y ulmo- pueden encontrarse en los viveros en una gran variedad de tipos y tamaños y en un amplio rango de precios. Es importante hacer la elección de forma adecuada, teniendo presente el lugar a plantar, el objetivo de la repoblación y la relación costo-calidad. La elección de la planta forestal nunca debe guiarse por criterios de mínimo costo salvo en condiciones de igualdad de calidad. En plantaciones forestales de especies nativas se utiliza, comunmente en plantas entre un rango de 40 a 65 cm, ya que son las que demuestran una mayor capacidad para superar el estrés de plantación.

Básicamente se distinguen dos tipos de planta para la plantación: Planta a raíz desnuda y planta en contenedor o raíz cubierta. Ambos sistemas exhiben ventajas e inconvenientes, por lo que deben definirse criterios mínimos de calidad. Toda persona que se dispone a comprar plantas forestales debe exigir condiciones adecuadas de calidad y desechar cualquier partida de plantas que no las reúna, ya que de lo contrario, se arriesga al fracaso de la plantación con los consiguientes costos económicos.

Se recomienda no utilizar plantas que presenten las siguientes características:

- Aquellas con heridas no cicatrizadas, daños en las yemas, y cualquier tipo de daño mecánico que pueda comprometer su viabilidad.
- Plantas que presenten pudriciones, sobre todo si afectan al cuello de la planta.
- Plantas que presenten desecaciones totales o parciales.
- Plantas que estén malformadas, tanto por fuertes curvaturas como por excesiva ramificación o presencia de tallos múltiples.
- Plantas que aparentemente puedan estar atacadas por enfermedades.
- Plantas que presenten enrollamiento o fuertes torceduras en las raíces principales.
- Plantas que no tengan un abundante desarrollo de raíces secundarias.
- Plantas excesivamente pequeñas o excesivamente grandes.
- Plantas que presenten poca elasticidad ya que podría deberse al comienzo de un proceso de desecación. Una planta correctamente lignificada debiera recuperar su forma rápidamente si es doblada. De lo contrario, puede presentar un deficiente grado de lignificación debido a un crecimiento anormal por exceso de fertilización.
- Plantas con el tallo desprovisto de una yema terminal sana.
- Plantas de procedencia desconocida.



Planta de raulí de dos períodos vegetativos producida en contenedor con fuerte espiralización (torceduras) en la raíz principal. La espiralización consiste en que las raíces al tocar las paredes del envase, se desarrollan siguiendo círculos mientras profundizan en el recipiente hasta llegar al fondo del mismo, donde se enrollan en forma de espiral o giran, remontando hacia la parte superior. Esto tiene como consecuencia escaso crecimiento en terreno y pueden terminar estrangulando a la planta. En zonas con períodos estivales prolongados significa la muerte, ya que la raíz principal no puede acceder a la humedad.

5.3.1.1 Plantas a raíz desnuda

Son plantas producidas directamente en platabandas o suelo del vivero, en general con uno o dos períodos vegetativos. Este sistema favorece el desarrollo radicular adecuado con numerosas raíces secundarias y en equilibrio con la parte aérea.

Las plantas producidas a raíz desnuda deben haber sufrido al menos uno o dos podas en función de su edad. La poda consiste en la corta de las raíces principales a la profundidad deseada para inducir la formación de raíces secundarias. Estas son mucho más eficaces en la absorción de agua y minerales y, por tanto, a mayor número más probabilidad tiene la planta de establecerse con éxito. Existen antecedentes que indican que la poda de raíces favorece la plantación y al mismo tiempo, mejora el desarrollo de la planta (RITTERSHOFER, 1994; LWF, 1996).

En las plántulas a raíz desnuda, el período de tiempo transcurrido desde el vivero hasta su llegada a terreno debe ser lo menor posible, así como las condiciones de transporte y almacenamiento. Si las plantas van a demorar en el traslado, las raíces deben ser bañadas en una solución de gel (ver punto 3.6.3).

5.3.1.2 Plantas en contenedor o a raíz cubierta

Son aquellas que crecen en contenedores especiales, los cuales se llenan de una mezcla de sustrato adecuada donde se forma un cepellón alrededor de la raíz. Este sistema se utiliza con un gran número de especies y tamaños de planta, aunque en el caso de los envases más frecuentes (bandejas de polietileno expandido), por el volumen de los cavidades y la densidad de plantación, no debe superarse más de dos períodos. Sin embargo, se observa que para roble, raulí y coigüe es posible obtener plantas en un período vegetativo, especialmente en contenedores de 100 cm³ de capacidad.

- Los envases tienen que garantizar que no se produzca espiralización o reviramiento de las raíces. Para evitar esto, no deben tener sección circular, a menos que presenten estrías que obliguen a las raíces a crecer hacia abajo. Además, deben permitir la autopoda de las raíces mediante aperturas inferiores, induciendo la formación de raíces secundarias.

- El material en que están hechos debe ser resistente a las raíces.

- Los envases deben permitir la extracción fácil y total del cepellón.

- Deben evitarse plantas que presenten la superficie del sustrato cubierta de musgos, ya que esto es indicativo de un deficiente drenaje del envase o un excesivo riego, lo cual puede ocasionar sistemas radiculares deficientemente desarrollados o dañados.

5.3.2 Manejo de la planta

El manejo de la planta desde el momento de la recepción en campo hasta su plantación tiene una gran importancia en el éxito o fracaso de la reforestación. Si éste no se realiza en buena forma se obtiene como resultado la pérdida total o parcial de la plantación, a pesar de que se hayan realizado minuciosamente todos los detalles previos de producción y preparación del suelo.

Una serie de recomendaciones generales que pueden tenerse en cuenta a la hora de manejar la planta desde el vivero hasta su establecimiento, y que pueden aumentar considerablemente la probabilidad de éxito.

La primera manipulación que sufre la planta es su transporte, desde el vivero al lugar de plantación, lo que supone riesgos, ya que puede estar sujeta a desecación en su parte aérea y

radicular. Cuando se trata de plantas a raíz desnuda, la persona que recibe la planta en el campo o en su lugar de almacenamiento debe asegurarse que los plántulas estén protegidas contra la desecación, en bolsas de plástico preparadas especialmente para ello o, en arpilleras convenientemente humedecidas y que eviten la insolación y el contacto directo de las plantas con el aire. Cuando el transporte de los plantas a raíz desnuda se realiza en bolsas de plástico, hay que asegurarse de que éstas sean totalmente opacas y de color blanco en su parte exterior y negro en su parte interior, con el fin de evitar el calentamiento de las bolsas.

Cuando la planta proviene de contenedor o envase se debe comprobar que el sustrato está presente. El vehículo en el que se transporten debe poseer un cobertor que proteja de la insolación directa y la desecación por el aire. Asimismo, el apilado de las plantas, tanto en el camión como en el lugar de almacenamiento, debe evitar doblamiento de tallos y de raíces que pueden dar lugar a roturas y heridas a las plantas, haciéndolas desechables para su utilización en la plantación. Por ello es muy recomendable el uso de cajas o soportes especiales, que facilitan y mejoran la calidad del transporte.

Es importante recordar que la descarga de las plantas en su lugar de destino ha de realizarse de manera cuidadosa para evitar daños mecánicos. Lo ideal es que la recepción de la planta se produzca en el momento en que se va a realizar la plantación y en entregas sucesivas, para evitar almacenamientos prolongados. Sin embargo, esto no siempre es posible por razones de costos de transporte, por lo cual habrá que considerar su almacenamiento. Lo más importante es que las plantas, tanto en el lugar de almacenamiento como metabolismo de la planta y con ello lograr el crecimiento y de

en el transcurso de la plantación, no reciban insolación directa ni están expuestas al viento, para evitar su desecación, debiéndose desechar también los lugares con riesgo de heladas. Con este mismo fin ha de realizarse un riego adecuado y un humedecimiento continuo, evitando en todo momento el encharcamiento.

Son recomendables para no perder viabilidad zanjás de almacenamiento preparadas con la profundidad suficiente para depositar cuidadosamente las raíces de las plantas sin doblarlas y con su cuello a unos centímetros por debajo del nivel de tierra. A continuación se coloca tierra húmeda sobre las raíces y se apisona levemente para no formar bolsas de aire en contacto con ellas. Es importante proteger la parte aérea de la insolación mediante sombreadores hechos con ramas o cualquier otra solución que se disponga para tal efecto.

Todo lo expuesto en cuanto a precauciones para evitar desecación y daños mecánicos es generalizable al manejo de la planta por parte de los manipuladores que ejecutan la plantación. Estas personas deben, por una parte, transportar las plantas en bandejas o bolsas que garanticen los cuidados mencionados y, por otro lado, no trasladar las plantas en lotes muy numerosos para reducir la espera hasta su plantación. Esto último, aunque se tenga que realizar un mayor número de desplazamientos hasta el lugar de almacenamiento de las plantas.

5.3.3 Época de plantación

Al igual que los cultivos agrícolas, las plantaciones forestales deben realizarse cuando el suelo se encuentra en adecuadas condiciones, lo cual se produce después de las primeras precipitaciones de otoño o invierno, cuando alcanza una humedad adecuada. Con plantas a raíz desnuda este período es bastante más corto y se debe ser más cuidadoso al elegir la época de plantación. Una vez seleccionado el momento de plantación, deben escogerse los días más adecuados, siendo ideales aquellos nublados o con lluvias intermitentes que favorecen un ambiente húmedo y reducen los riesgos de desecación de la planta, sobre todo cuando es a raíz desnuda. Deben evitarse los días con temperaturas anormalmente altas o con fuertes heladas que facilitan los daños físicos y el descalce de la planta.

Las plantaciones de primavera son recomendables sólo cuando los riesgos de helada así lo permiten. También se debe tener en consideración, que primaveras con escasas precipitaciones, provocan pérdidas que pueden ser muy elevadas. En la zona de primaveras muy irregulares como el caso de la VIII y IX regiones, suelen dar mejor resultado las plantaciones de otoño-invierno.

En el Cuadro 33 se entregan los meses que se consideran apropiados para la plantación de las especies roble, raulí, coigüe y ulmo, sin embargo ellos son de carácter indicativo, es decir, deben ser evaluados de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes en la temporada en que se ejecuta la plantación.

Cuadro 33: Época de plantación de las especies raulí, roble, coigüe y ulmo (Donoso *et al.*, 1991 a, b; 1992; 1993)

ESPECIE	VIII y IX REGIONES	ÉPOCA DE PLANTACIÓN
Raulí	Hasta el mes de julio	En el sector costero se realizan de junio a la primera semana de agosto. En el sector andino hasta la segunda semana de septiembre, si el clima del año lo permite.
Roble	Hasta el mes de julio	En el sector costero se realizan desde junio a la primera semana de agosto. En el sector andino hasta fines de agosto, si el clima lo permite
Coigüe	Hasta el mes de julio	En el sector costero se realizan de junio a la primera semana de agosto. En el sector andino hasta fines de agosto, si el clima lo permite.
Ulmo	Hasta el mes de julio	En el sector costero se realizan entre junio y la primera semana de agosto. En el sector andino se realizan entre junio y la última semana de agosto, si el clima lo permite.

5.3.4 Plantación

La plantación supone el conjunto de operaciones que van desde la llegada al lugar de la plantación, hasta que ésta queda instalada.

Ello se inicia al colocar la planta a un lado del lugar donde va a instalarse y se abre con ayuda de una pala plantadora una casilla sobre el suelo. El hoyo realizado tiene que ser de tamaño suficiente para que entre la planta, tanto si es a raíz desnuda como de contenedor. En el caso ya poco frecuente de que la planta venga en bolsa se debe quitar la bolsa o en cualquier otro tipo de envase plástico. Si la planta presenta daños evidentes o malformación de raíces, debe ser eliminada. Se procede entonces a colocar la planta en el hoyo, para ello se sujeta por el cuello de la raíz y se coloca cuidadosamente, de tal forma que ésta quede vertical y con las raíces bien extendidas. La planta no debe quedar superficial o excesivamente enterrada, procurando que el cuello de la raíz quede al nivel del suelo. Si la raíz queda descubierta, ésta se secará y la planta morirá y, si por el contrario, queda muy enterrada se pudrirá el cuello. Normalmente se procederá enterrando la planta 3 a 4 cm por encima del cuello de la raíz para que al asentar la tierra alrededor quede aproximadamente al nivel.

Cuando se utilizan plantas a raíz desnuda el manejo debe ser mucho más cuidadoso, procurando que la raíz quede bien extendida y conservando su forma natural, evitando que se doble en ángulos fuertes que den lugar a problemas en su desarrollo posterior.

Una vez colocada la planta se procede al llenado del hoyo, y se pisa ligeramente alrededor para compactar la tierra y evitar que queden bolsas de aire en contacto con la raíz. En suelos secos y con buen drenaje puede dejarse la planta ligeramente hundida

para favorecer la acumulación del agua de lluvia. Por el contrario, en suelos pesados (arcillosos) se debe colocar la planta ligeramente elevada, para evitar pudriciones por la acumulación del agua. Finalmente conviene dar un pequeño tirón a la plántula para que las raíces queden bien trabadas y distribuidas en el suelo.

5.3.5 Fertilización

En el establecimiento de un bosque, uno de los aspectos más importantes a considerar son las características del sitio, dentro de ellas la fertilidad del suelo. En el inicio de un proceso de establecimiento es relevante conocer la constitución química del suelo. Las prescripciones nutricionales que de este análisis se deriven deben estar orientadas de acuerdo a la especie a establecer. Existen dos tipos de análisis de uso frecuente, uno a través del análisis de una muestra de suelo y el análisis foliar posterior al establecimiento de la planta. Cabe señalar que estas dos metodologías pueden combinarse, transformándose el análisis foliar en una herramienta que permite la aplicación de dosis correctivas, que pudieran subsanar la mantención de alguna deficiencia nutricional para las plantas. El primero de los análisis indicado es el más usado en Chile y lo ejecutan diversos organismos especializados (por ejemplo, Universidades y Centros de investigación).

El objetivo de una buena nutrición es estimular el crecimiento del individuo, en primera instancia el radicular con el fin de mejorar la absorción de agua y nutrientes presentes en el suelo y de afianzar el sostén mecánico. En tanto, el objetivo de la fertilización es aportar al suelo los nutrientes requeridos por la planta, en cantidad, forma química y lugar de aplicación, para evitar desequilibrios nutricionales que alteren el metabolismo de la planta y con ello lograr el crecimiento y desarrollo adecuado

ella (HAUNSENBULLER, 1985, citado por TORO, 1988). La fertilización estimula el desarrollo de raíces y permite a la planta hacer una rápida ocupación del suelo, aprovechando en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles (PRADO, 1989).

En Chile no existen estudios específicos sobre requerimientos nutricionales especialmente para especies nativas. Sólo se encuentran algunos estudios en terrenos forestales para el establecimiento de especies de rápido crecimiento como Pino insigne y Eucalipto. La fertilización es considerada como una práctica cultural que esta siendo aplicada masivamente por todas las empresas, sin embargo, subsisten importantes carencias de antecedentes fundamentales al respecto. A la fecha no existe claridad acerca de los patrones de requerimientos nutricionales de las plantas nativas (BAHAMÓNDIZ *et al.*, 1994).

La fertilización en una plantación es el resultado de una serie de labores previas que determinan las interrogantes principales como ¿con qué fertilizar?, ¿cuánto fertilizar?, ¿cuándo, dónde y cómo fertilizar?. Todas estas variables de aplicación dependen de las características propias del sitio, por lo que se hace necesario realizar las siguientes tareas:

- Obtener muestras de suelo, de una profundidad de 50 cm. Profundidad estimada de crecimiento de las raíces en los primeros años de desarrollo.
- Contratar los servicios de una institución especializada en análisis de suelo. Se debe indicar claramente, que el análisis de suelo es para determinar requerimientos nutricionales para un cultivo forestal específico, es decir, se debe indicar la o las especies a establecer.
- Aplicar los fertilizantes apropiados de acuerdo a la concentración de nutrientes requeridos.

Un detallado análisis de muestreo de suelos se encuentra descrito por GERDING (1999). En este documento se detallan los criterios para el muestreo de suelo, las tomas de muestras para el análisis químico-nutritivo, así como del muestreo para el análisis físico de los suelos.

5.3.5.1 Nutrientes

Cada uno de los nutrientes cumple una función específica en el desarrollo de una planta y la falta de uno de ellos genera a su vez una deficiencia en el crecimiento del individuo a establecer (DONOSO, 1981). Existen los macronutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), considerados fundamentales en el crecimiento de un árbol y los micronutrientes que cumplen una importante función en el vegetal, sin embargo estos son requeridos en muy pequeñas cantidades. A continuación se entrega un detalle resumido de los macro y micronutrientes, información que se basa en los siguientes trabajos: BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; BARA, 1986; MENDOZA, 1987; SCHLATTER *et al.*, 1993; TORO, 1998; 1999)

Se consideran macronutrientes el nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, magnesio y azufre. Al grupo de los tres primeros se les denomina primarios y a los tres últimos secundarios, queriendo marcar con ello la importancia relativa de los mismo. La ausencia de cualquiera de ellos produce importantes desequilibrios de las plantas, comprometiendo la producción e incluso la subsistencia. **Nitrógeno:** el nitrógeno se encuentra principalmente en combinaciones orgánicas. Una parte importante del humus consiste en un complejo lignoproteico que por hidrólisis ácida libera 1/3 de su nitrógeno total en forma de alfa aminoácidos. El nitrógeno de la materia orgánica necesita mineralizarse

para ser liberado, actividad que es realizada mediante un proceso biológico llevado a cabo por bacterias (ver Cuadro 34).

El valor de la relación entre el contenido de carbono y nitrógeno de la materia orgánica, denominada razón C/N es un indicador de la capacidad de mineralización del N. Se considera que cuando esta relación sube de 25 la mineralización es lenta. Los buenos suelos de labor tienen una relación de 10.

En nitrógeno inorgánico se encuentra en el suelo en forma de óxido de nitrógeno, sales amoniacas y nitratos. Las sales amoniacas están fijadas en los coloides del suelo. El contenido de nitrógeno decrece a medida que la temperatura media anual aumenta.

Las especies forestales dependen, para su nutrición, de los nitratos y compuestos amoniacales y es posible que puedan utilizar nitritos y aminoácidos. Se estima que las masas forestales absorben por hectárea, anualmente, de 30 a 55 kg de nitrógeno retornando al suelo el 80 por ciento de esta cantidad por la caída de las hojas, quedando el 20 por ciento restante en la madera.

Fósforo: el fósforo del suelo puede clasificarse en dos grupos, orgánico e inorgánico. El orgánico se encuentra formando parte de compuestos tales como fosfolípidos, ácidos nucleicos e inositolofosfato; puede representar del 3 al 35 por ciento del total. El fósforo inorgánico se presenta en distintas formas, ejerciendo el pH una influencia importante en su disponibilidad. En los suelos ácidos, una parte importante se encuentra asociada al hierro y aluminio, formando una variada

serie de fosfatos poco solubles. En los suelos con pH por encima de 7, se presenta como compuesto apatito. El contenido total de la litósfera es del orden del 26 por ciento de P_2O_5 , aunque los suelos contienen en general menos.

Los árboles consumen de 4 a 12 kg/ha por año de fósforo, retornando al ciclo 80 por ciento a través de la caída de las hojas.

Potasio: este nutriente se encuentra en minerales primarios y alterados y bajo formas solubles en agua cambiabile y no cambiabile. Entre los minerales más importantes están los feldespatos, las micas y la illita. El papel de este elemento es estar relacionados con la síntesis de glúcidos y prótidos. No menos importante es su relación con la resistencia que presentan las plantas a heladas y a enfermedades.

Los árboles pueden requerir entre 6 y 30 kg/ha por año del elemento, retornando al ciclo un 50 por ciento con la caídas de las hojas.

Calcio: el contenido de calcio en el suelo puede variar desde caliza pura hasta casi estar desprovisto de este elemento. La reserva en los suelos ácidos de zonas húmedas se encuentra en los silicatos. Facilita la absorción de otros nutrientes, por modificación del pH. Así el fósforo y el molibdeno aumentan su asimilabilidad por la adición adecuada de cal, en los suelos ácidos. Paralelamente, el aluminio y manganeso, que en condiciones de elevada acidez pueden provocar fenómenos de toxicidad y se vuelven menos activos. La arcilla y los ácidos húmicos se estabilizan con la presencia de este elemento dando lugar a estructuras porosas y favorables a la infiltración de agua.

El papel del calcio en el suelo es importante en la regulación del pH y en la asimilación de otros elementos y en la activación de la vida microbiana, lo que a su vez incide en las complejas transformaciones de la materia orgánica. La falta de calcio puede provocar alteraciones cromosómicas, perturbando la reproducción celular y el desarrollo de las raíces.

Las especies forestales pueden consumir entre 30 y 100 kg/ha año del elemento, de los cuales vuelven al ciclo del calcio 75 por ciento.

Magnesio : este elemento se encuentra en el suelo formando parte de los silicatos y los carbonatos. La absorción del magnesio puede ser afectada por la presencia en el suelo de cantidades excesivas de calcio, potasio o amonio.

El magnesio desempeña un rol importante en la fisiología de las plantas, comenzando por su presencia en la clorofila. Interviene en el metabolismo del fósforo y en la síntesis de los glúcidos y grasas, activando también algunas enzimas.

Azufre : se encuentra en la parte mineral del suelo en forma de ión sulfato. El sulfato de calcio y los sulfuros (principalmente pirita) son las fuentes de este elemento, así como los aportes que hacen las lluvias. Algunos fertilizantes, como el Superfosfato cálcico y el sulfato potásico aportan cantidades apreciables de este elemento, aunque la tendencia actual de producir fertilizantes compuestos, muchas veces libres de azufre, puede propiciar la aparición de deficiencias. La materia orgánica posee una buena reserva de este nutriente y no es de esperar que se planteen problemas en suelos con contenidos elevados de materia orgánica posee buena reserva de este nutriente y no es de

esperar que se planteen problemas en suelos con contenidos elevados de materia orgánica, tal como ocurre en los suelos de las zonas húmedas.

El azufre forma parte de las proteínas, en aminoácidos que los contienen, y es esencial para la transformación de nitrógeno fijado por la conversión del nitrógeno atmosférico fijado por las leguminosas en estos compuestos.

Hierro : este elemento suele ser abundante en los suelos ácidos, hasta tal punto de crear problemas a la asimilación del fósforo. Los óxidos de hierro son frecuentes en muchos suelos imponiéndoles su color característico.

Suelen presentarse problemas en la asimilación de este elemento, en suelos de sustrato calizo, en donde el pH está alrededor de la neutralidad. Es imprescindible para la formación de la clorofila en las plantas, aunque no entra en su composición y forma parte de algunas enzimas respiratorias.

Manganeso : el contenido de este micronutriente en los suelos es variable, la presencia de materia orgánica y, sobre todo, de hierro, influencia negativamente la absorción de este elemento. El pH desempeña también un papel decisivo, favoreciendo la presencia de niveles tóxicos en el rango de pH 4 - 5, pudiendo provocarse deficiencias inducidas por encima de pH 6. Por esta última razón, cabe esperar problemas en suelos de sustrato calizo o en los alcalinos.

Dentro de la fisiología de la planta, el manganeso está implicado en procesos respiratorios y actúa como catalizador en distintos procesos enzimáticos, entre ellos en la síntesis de la clorofila.

Cuadro 34: Macroelementos y sus principales funciones en la planta, síntomas por deficiencias y condiciones críticas
(BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; MENDOZA, 1987; SCHLATTER *et al.*, 1993; TORO, 1999)

NUTRIENTE	FUNCIÓN EN LA PLANTA	SINTOMAS POR DEFICIENCIAS	CONDICIONES CRÍTICAS
Nitrógeno (N)	Desarrollo radicular Alto requerimiento en mayor desarrollo foliar. Constituyente de proteínas, bases orgánicas, enzimas, vitaminas, clorofila y otros.	Bajo y débil prendimiento Amarillamiento apical Rigidez en tejido foliar Floración temprana	Suelos degradados Suelos fuertemente erosionados Suelos arenosos Suelos con intensos cultivos agrícolas anteriores.
Fósforo (P)	Alto requerimiento en desarrollo juvenil de raíces. Importante para los procesos de respiración y fotosíntesis. Constituye diversos tipos de ácidos, enzimas y proteínas.	Bajo desarrollo radicular Crecimiento restringido Poca resistencia a heladas Rigidez del tejido foliar Floración y maduración atrasada.	Suelos trumaos Suelos ácidos con alto porcentaje de aluminio y hierro activos. Suelos fuertemente erosionados. Suelos pardo rojizos.
Potasio (K)	Máximo requerimiento en época de mayor desarrollo foliar. Aumenta reservas de agua Transporte de energía	Menor resistencia mecánica. Menor resistencia a heladas y sequías. Mayor respiración y transpiración Amarillamiento de hojas	Suelos rojos arcillosos. Suelos húmedos y lixiviados. Suelos de drenaje imperfecto Suelos de intensos cultivos agrícolas anteriores.
Azufre (S)	Constituyente de proteínas, enzimas y vitaminas. Requerimiento máximo en época de mayor producción proteica.	Amarillamiento de hojas Producción de hojas angostas Los brotes presentan apariencia leñosa Necrosis	Suelos húmedos Suelos pobres en materia orgánica. Suelos fuertemente erosionados.
Calcio (Ca)	Importante en la absorción nutricional de la planta Importante en los procesos de deshidratación y turgencia	Crecimiento y arraigamiento débil Amarillamiento de hojas jóvenes. Necrosis	Suelos ácidos fuertemente lixiviados. Suelos rojos arcillosos.

Boro : se encuentra en el suelo en forma de boratos. El pH alto y la presencia abundante de calcio dificultan la absorción de este elemento.

Los suelos aluviales, podsólicos, orgánicos y gley bajos en materia orgánica, suelen tener bajos contenidos de boro, agravándose esta situación por pluviosidad excesiva. Su papel fisiológico es importante, estando implicado en el metabolismo de las proteínas, la síntesis de pectina; en el sostenimiento del correcto nivel hídrico, en el transporte de azúcares, en la producción de frutos, etc.

Este nutriente posee una característica particular y es que el intervalo que va desde el nivel adecuado al exceso es muy estrecho, por lo que hay que manejarlo con precaución o se corre el peligro de alcanzar niveles tóxicos (ver Cuadro 35).

Cobre : existen pequeñas cantidades en los suelos (3,2 ppm). Este elemento desempeña un papel importante, tanto en la

fisiología de las plantas como en la de los animales. En los vegetales forma parte de dos enzimas importantes, que son la oxidasa del ácido ascórbico y la tirosinasa. Esta última es la responsable del oscurecimiento de los tejidos vegetales cuando se exponen al aire. La fertilización continuada con superfosfato, al alcanzar niveles altos en el suelo, puede perturbar gravemente la asimilación del cobre.

Molibdeno: este elemento es de escaso contenido en el suelo (2,3 ppm). En los suelos de tipo ácido este micronutriente se vuelve poco asimilable; juega un rol importante en las plantas en la asimilación y metabolismo del nitrógeno. A nivel radicular es imprescindible para la fijación del nitrógeno atmosférico por las leguminosas. Forma parte de la enzima nitrato reductasa, que le permite a las plantas transformar este nitrato en amonio. También es importante para contrarrestar los efectos tóxicos de otros elementos como cobre, níquel, manganeso, etc.

Cuadro 35: Microelementos y sus principales funciones en la planta, síntomas por deficiencias y condiciones críticas (BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; MENDOZA, 1987; SCHLATTER *et al.*, 1993; TORO, 1999)

NUTRIENTE	FUNCIÓN EN LA PLANTA	SINTOMAS POR DEFICIENCIAS	CONDICIONES CRÍTICAS
Boro (B)	Mayor resistencia a heladas Cumple importante función en la movilización de azúcar y en la regulación de sustancias de crecimiento.	Amarillamiento y necrosis de hojas. Crecimiento en altura restringido, tipo achaparrado. Muerte apical y/o multiflecha Color pardo rojizo	En orden importancia las deficiencias se encuentran en suelos: graníticos rojo arcilloso arenales trumaos Suelos pobres en materia orgánica.
Hierro (Fe)	Componente de enzimas Importante en la respiración de la planta y síntesis de clorofila.	Amarillamiento de hojas jóvenes. Necrosis en casos extremos.	Suelos calcáreos Suelos alcalinos.
Manganeso (Mn)	Importante en proceso de respiración, activación de enzimas y síntesis de clorofila.	Disminución de crecimiento. Manchas, rayas y puntos de color verde pálido en hojas.	Suelos arenosos en períodos secos. Suelos ácidos húmedos.
Zinc (Zn)	Activación de enzimas. Necesario para proceso de fotosíntesis. Estimula formación de sustancias de crecimiento.	Amarillamiento en hojas jóvenes, principalmente en la punta. Disminución de crecimiento por baja en la producción de proteínas.	Suelos arenosos, ácidos y fuertemente lixiviados. Suelos alcalinos.
Cobre (Cu)	Necesario en el proceso de fotosíntesis. Componentes de enzimas.	Amarillamiento en hojas jóvenes. Necrosis en punta de hojas y brotes. Brotes toman color amarillento y bronceado.	Suelos arenosos y suelos arenosos húmedos. Suelos fertilizados con N y P requieren una mayor demanda de Cu.
Cloro (Cl)	Participa en la liberación de oxígeno en la fotosíntesis. Importante en los procesos de hidratación y turgencia.	Crecimiento restringido de puntos vegetativos. Crecimiento restringido de la raíz.	Poca ocurrencia. En suelos húmedos muy lixiviados.
Molibdeno (Mo)	Componente de enzimas. Importante para metabolismo de bacterias fijadoras de nitrógeno.	Amarillamiento y deformación de hojas jóvenes. Restringe crecimiento. Disminución de fotosíntesis.	Suelos ácidos con altos niveles de hierro.

Materia Orgánica

De modo fundamental, la materia orgánica del suelo forma el conjunto de los residuos vegetales que se depositan en el mismo. Está sometida a dos procesos:

- La mineralización, en virtud de la cual libera los elementos de que está constituida.

- La humificación, por el que se transforma en una sustancia de color oscuro, donde ya no es posible reconocer los restos de vegetales de donde procede. El humus, una vez formado, experimenta más lentamente los procesos de descomposición, que dependen muy estrechamente del tipo de materia orgánica de donde procede por lo tanto de su descomposición mineral.

Tanto en la mineralización como en la humificación intervienen los microorganismos del suelo, cuya actividad depende estrechamente de condiciones tales como pH y de la presencia de nutrientes, que son indispensables para su propia actividad.

La calidad del humus varía desde el muy elaborado, que presenta una saturación elevada de bases (mull), hasta el humus bruto, muy ácido y desaturado (Mor), pasando por un grado intermedio (Moder). Existen también los turbosos, de elevado contenido de materia orgánica, que se forman en medios poco aireados y saturados de agua.

5.3.5.2 Diagnóstico visual de las deficiencias

El estado de deficiencia mineral en una planta va acompañado de una serie de signos externos que pueden afectar a diferentes partes de la misma. El más llamativo es el cambio de coloración que suele producirse en las hojas. No obstante, este cambio no es único y suele ir acompañado de perturbaciones en el

crecimiento, en la producción de semillas y frutos, en el desarrollo radicular, en la longitud de los internudos, en la resistencia a enfermedades e insectos, etc.

Algunas veces la sintomatología no es muy específica y es necesario un juicio crítico para separar las diversas causas que pueden concurrir en una planta decaída. La aparición de una enfermedad, en una zona de deficiencia, suele ser una causa secundaria de los daños. Así, en suelos deficitarios en calcio, situación muy generalizada en suelos ácidos lavados, sometidos a elevada pluviosidad, la pectina no llega a formar pectato de calcio, que es un elemento protector de la envoltura de la célula vegetal, por lo que las hojas son más susceptibles de ser perforadas por áfidos (pulgones) y otros insectos dando lugar a infecciones secundarias que la planta no puede resistir por el desequilibrio fisiológico que padece.

A pesar de la inespecificidad de ciertos síntomas, la apariencia de un árbol puede ayudar a diagnosticar la deficiencia que padece. La primera duda que surge es cómo diferenciar entre una enfermedad y un desequilibrio nutritivo. Una característica general de las deficiencias es que la aparición de los daños es la misma en todas las hojas comparables de todas las plantas enfermas. Esto no suele suceder con las enfermedades, en donde los daños se distribuyen por zonas irregularmente. Casi nunca dos hojas presentan exactamente el mismo tipo de daño y más aún dentro de una misma, no suele ser simétrico con respecto al nervio central.

Hay que fijarse cuidadosamente si los síntomas aparecen en las plantas jóvenes o viejas. Lo mismo le sucede a las hojas, que presentan un diferente grado de susceptibilidad, dependiendo de su edad o de su posición en la planta (parte superior, media o inferior).

5.3.5.3 Tipos de fertilizantes

La elección adecuada de los fertilizantes dependerá de los efectos que se quiera conseguir y de las características de los suelos. En el mercado es posible distinguir cuatro grupos de fertilizantes: nitrogenados, fosfórico, potásicos y materia encalante (Cuadro 36).

Fertilizantes Nitrogenados

Estos abonos tienen una importancia especial por el papel que desempeñan en los seres vivos y no existe como componente de rocas, por lo que su presencia en el suelo se logra a través de complejos procesos bioquímicos (bacteria antistrofes y simbióticas).

El Amoníaco, es un gas que por presión puede transformarse en líquido y en esa forma inyectarse en el suelo por medio de dispositivos adecuados. Se han realizado aplicaciones de este compuesto que contiene un elevado contenido de nitrógeno (82 por ciento), en suelos forestales, pero al parecer no presenta definitivas ventajas con respecto a otros fertilizantes, lo que si presenta algunos inconvenientes entre los que se pueden destacar la fuerte solubilización que se produce de la materia orgánica, que puede perderse en parte por las aguas de drenaje y la incomodidad que supone el propio sistema de inyección y el transporte de un tanque en el bosque.

El Nitrato Amónico, es un típico compuesto de síntesis de color blanco y aspecto cristalino. Es muy soluble en agua, por lo que para su manejo práctico se cubre con carbonato cálcico, con lo que mejora su comportamiento frente a la humedad y se le incorpora el calcio. Las cantidades comerciales poseen de un 22 a 34 por ciento de nitrógeno, que tiene la importante propiedad de estar en forma amónica y nítrica, lo que permite aportar este nutriente con dos grados de asimilabilidad, una de acción inmediata

y otra de acción más lenta que podrá ser retenida por el suelo y por lo tanto incorporarse en un plazo más dilatado. Este fertilizante, como todos los nitratos, deberá ser almacenado lejos de sustancias orgánicas oxidables y del fuego, ya que es de carácter inflamable.

El Sulfato Amónico, con 21 por ciento de nitrógeno, se obtiene principalmente como subproducto. Compuesto de color blanco, cristalino y muy soluble en agua. Además de nitrógeno puede suministrar azufre. Este abono es de carácter acidificante, y por ello puede ser de interés para disminuir el pH.

Se puede incluir en este grupo la urea, puesto que su hidrólisis final conduce a la formación de amoníaco. La urea, es un producto de color blanco y muy soluble en agua, con 45 por ciento de nitrógeno. Es fácil de almacenar y comercialmente está muy difundida en perlas.

La Cianamida cálcica, es otro compuesto con un 20 por ciento de nitrógeno que se transforma gracias a la humedad del suelo en amoníaco. Se presenta como una sustancia grisácea y pulverulenta, que debe ser aplicada un mes antes de la plantación, para dar las transformaciones necesarias para hacer desaparecer los productos tóxicos intermedios que se producen. Tienen propiedades insecticidas, lo que puede ser muy útil en viveros, sin olvidar que lleva un 60 por ciento de cal activa, que lo hace apropiado en suelos muy ácidos en el que generalmente escasea el calcio.

Dentro de los nitratos, además del nitrato amónico, está el nitrato potásico que se presenta como una sustancia de color blanco, cristalina, muy soluble en agua que contiene un 13 por ciento de nitrógeno y un 38 por ciento de K₂O. Este abono es muy apropiado cuando se quiere obtener una rápida respuesta de estos nutrientes.

El Nitrato de calcio, es un sólido de color blanco, cristalino que contiene un 15 por ciento de nitrógeno sobre un 30 por ciento de CaO. Es de rápida asimilación, y el calcio no solo actúa como nutriente, si no que también ayuda a mejorar la estructura y a estabilizar los ácidos húmicos.

El nitrato sódico es muy soluble y de análogas características. Contiene un 15,5 por ciento de nitrógeno. El uso continuado de este fertilizante puede afectar de manera negativa la estructura del suelo y provocar su dispersión sobre todo en viveros. No tiene mucho interés como fertilizante en el área forestal.

Existen procedimientos para aumentar la persistencia de los

abonos nitrogenados en el suelo, estando entre ellos los inhibidores de la nitrificación, que son sustancias que retardan el paso de amonio a nitrato. Puesto que el amonio puede ser retenido por los coloides del suelo, no ocurriéndole lo mismo al nitrato que es fácilmente lavado, este proceso alarga la permanencia del abono en el suelo.

El Cuadro 36 muestra los fertilizantes más comunes del mercado nacional y el contenido porcentual de cada nutriente. Al aplicar un fertilizante, de acuerdo a los requerimientos de la especie, es necesario conocer la composición química de cada producto de modo de definir la dosis más apropiada conociendo la concentración de cada elemento.

Cuadro 36: Constitución nutricional de fertilizantes disponibles en el mercado nacional (elaboración en base a: BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; BARA 1986; MENDOZA, 1987; SCHLATTER *et al.*, 1993; www.bosque.es/2000)

Tipo de Fertilizante	Producto	Contenido de Nutrientes (%)					
		Nitrógeno	Oxido de Potasio	Azufre	Oxido de Calcio	Oxido de Magnesio	Fósforo
Fertilizantes Nitrogenados	Urea	45	-	-	-	-	-
	Salitre Sódico	16	-	-	-	-	-
	Salitre Potasico	15	14	-	-	-	-
	Nitrato de amonio	33	-	-	-	-	-
	Nitrato de Potasio	13	44	-	-	-	-
	Sulfato de Amonio	21	-	-	-	-	-
	Nitrato de Amonio Cálcico	26	-	8	-	-	-
	Nitrato de calcio	26	-	-	10	-	-
Fertilizantes Potasicos	Sulfato de Potasio	-	50	18	-	-	-
	Muriato de Potasio (cloruro de Potasio)	-	60	-	-	-	-
	Suplamos (Sulfato doble Potasio y magnesio)	-	22	22	-	18	-
Fertilizantes Azufrados	Fertiyeso	-	-	18	-	33	-
	Azufre Denicola	-	-	65	-	-	-
	Azufre Borlando	-	-	60	-	-	-
	Fosfoyeso	-	0,7	19	-	33	-
	Agroyeso Volcán	-	-	18	-	32	-
Fertilizantes Fosfatados	Superfosfato triple	46	-	-	-	-	48
	Superfosfato mineral simple	18	-	-	-	-	20

Fertilizantes Fosfóricos

El fósforo existe de manera natural en el suelo, aunque su presencia suele ser escasa. En muchas circunstancias las bajas reservas de este elemento lo convierten en una limitante para el crecimiento de las especies (ver Cuadro 37).

El Superfosfato de cal, contiene un 18 por ciento de P₂O₅ y elevada solubilidad. Se presenta como una sustancia grisácea, pulverulenta con tendencia a aglomerarse. También se fabrica granulado lo que facilita su manejo y reparto.

Las Escorias Thomas, es un subproducto de la industria siderúrgica que contiene sobre un 15 por ciento de P₂O₅ y hasta un 50 por

ciento de óxido cálcico. Además posee cantidades de magnesio, manganeso, hierro, etc. Este fertilizante se presenta bajo el aspecto de un fino polvo de color oscuro. Su eficacia radica en suelos ácidos.

Los Fosfatos naturales (fosfatos de calcio), tal como salen de la mina y finalmente molidos se comercializan. Su contenido de P₂O₅ es elevado del orden del 30 por ciento más. Desde el punto de vista forestal es conveniente en suelos ácidos. Por ser insolubles pueden ser aplicados directamente a la casilla de plantación en contacto directo con las raíces. Estos productos se solubilizan lentamente y permiten situar una reserva de fósforo en el suelo de larga duración. Estos abonos no son adecuados cuando se quieren respuestas rápidas.

Cuadro 37: Clasificación de los tipos fertilizantes según solubilidad en agua, aspecto y grado de asimilación (elaboración en base a: BAULE y FRICKER, 1970 citado por DONOSO, 1980; BARA 1986; MENDOZA, 1987; SCHLATTER *et al.*, 1993; www.bosque.es/2000)

FERTILIZANTES		SOLUBILIDAD EN AGUA	ASPECTO	ASIMILACIÓN
Nitrogenados	Sulfato de Amonio	++	Granular	Media
	Nitrato de calcio	+++	Granular	Rápida
	Nitrato de amonio	+++	Granular	Media
	Urea	++	Perlado	Media
Fosfatados	Superfosfato mineral simple	--	Pulverulento o granular	Gradual
	Superfosfato triple	--	Pulverulento o granular	
Potasicos	Sulfato de Potasio	+	Pulverulento o granular	Gradual
	Muriato de Potasio (Cloruro de potasio)	++	Pulverulento o granular	Gradual

Fertilizantes Potásicos

El Cloruro potásico, se comercializa como una sustancia cristalina de color rosado, aunque en estado puro es de color blanco. Es muy soluble en agua y contiene de 50 a 60 por ciento de K₂O. Este fertilizante es muy económico y popular entre los abonos potásicos aunque presentan algunos inconvenientes para su aplicación en plantas jóvenes y los viveros ya que el nivel de cloro que contiene puede perjudicar las raíces.

El Sulfato potásico, es de color blanco, cristalino y muy soluble en agua. Contiene alrededor de 50 por ciento de K₂O.

Materias Encalantes

Bajo este nombre se incluyen los compuestos de calcio y magnesio de carácter básico. Estos elementos desempeñan una doble función en el suelo, ya que por un lado son macronutrientes con misiones específicas en la fisiología de las plantas y por otro lado actúan como neutralizantes de la acidez y desencadenan una serie de procesos mejorados. La disminución de la acidez controla la actividad de los iones de aluminio y manganeso que no solo ejercen una acción tóxica en estas condiciones, si no que también forman en unión con el hierro compuestos poco solubles con el fósforo agravando de manera sensible los problemas relacionados con la absorción de este elemento. Por otro lado los iones de calcio contribuyen a la formación de una estructura grumosa, floculando la arcilla coloidal y evitando su arrastre por las lluvias.

Igualmente la fracción húmica de la materia orgánica forma derivados cálcicos que adquieren estabilidad evitando su pérdida fuera del suelo. No es menos importante la activación que la microfibras del suelo experimenta por estas

circunstancias, lo que redundará en una mejor humificación y mineralización de la materia orgánica. Sucede en algunos casos, que esta activación de la vida microbiana demanda cantidades suplementarias de nitrógeno lo que puede crear un estado transitorio de deficiencia de este elemento.

Estos beneficios de la Cal, pueden trastocarse si su dosificación no es correcta. Un exceso de Cal eleva el pH por encima de 7, produciéndose efectos como perturbaciones en la asimilación del potasio y magnesio; insolubilizaciones de los micronutrientes que forman hidróxidos poco solubles como cinc, cobre, manganeso. Hierro, activación excesiva de la materia orgánica. Las perturbaciones fisiológicas provocan que en las plantas aparezcan enfermedades.

La caliza, es carbonato cálcico y se presenta como un polvo blanco, insoluble en agua, conteniendo hasta un 55 por ciento de CaO en los tipos más puros. Se considera que las calidades comerciales no deben tener menos del 45 por ciento de CaO, lo que representa una riqueza del 80 por ciento de carbonato. La rapidez de la acción de la caliza depende de su granulometría y de otras características fisicoquímicas que en conjunto pueden ser estimadas de manera aproximada al determinar su solubilidad en ciertos reactivos.

La granulometría de la caliza se encuentra relacionada con la efectividad, por lo tanto dependerá de la forma de molerla. No obstante, a la hora de planificar su adición se tendrá en cuenta que los abonos forestales son a largo plazo, por lo que convendrá situar una reserva de calcio. La granulometría de la caliza puede combinarse un 40 por ciento del total y es una acción muy rápida; un 30 por ciento de incorporación media y el otro 30 por ciento de acción lenta.

La dolomita, es una mezcla de carbonato de calcio y magnesio. Se presenta como producto en polvo de coloraciones diversas, que van del gris al rosado.

Por el contenido de magnesio la dolomita se puede clasificar en:

FERTILIZANTE	CONTENIDO (mg %).
Dolomita	11,7 - 13,1
Dolomita cálcica	6,5 - 11,7
Caliza dolomítica	1,3 - 6,5
Caliza magnesiana	0,6 - 1,3
Caliza	0,0 - 0,6

El óxido e hidróxido de calcio, se presentan como sustancias de color blanco y generalmente en polvo. Son de molesto manejo y el precio es mayor al de las calizas lo que lo convierte en un fertilizante poco atractivo para el uso forestal normal.

5.3.5.4 Dosis de aplicación

Muchos terrenos agrícolas y praderas, en especial los que por largos períodos han sido utilizados, presentan niveles de fertilidad muy bajos, por la pérdida de la mayor parte de la vegetación durante el cultivo y al permanecer por mucho tiempo sin ningún tipo de cubierta vegetal. Esto puede provocar deficiencias de elementos nutricionales esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Las mayores deficiencias se asocian a fósforo (P), principalmente en suelos con pH elevado; nitrógeno (N), en suelos de drenaje excesivo; y potasio (K) en terrenos muy ácidos y arcillosos.

El nitrógeno es uno de los nutrientes básicos que eleva el prendimiento, crecimiento y desarrollo inicial y posterior de las plantas, además es un elemento que se encuentra en diferentes tipos de fertilizantes y con distintas concentraciones. Los nutrientes y la dosis a aplicar en una fertilización no es una información que puede generalizarse, ya que cada sitio tiene sus propias deficiencias, por tanto, cada uno tiene sus determinados requerimientos y deben establecerse los elementos y sus dosis para cada situación de suelo y cultivo (PRADO, 1989).

Resulta difícil poder recomendar dosis de aplicación en plantaciones y más difícil es cuando se trata de plantaciones de especies nativas, ya que no existen antecedentes claros al respecto. Actualmente dependiendo del sitio las aplicaciones en Pino radiata y Eucalipto, el nitrógeno varía entre 80-120 gramos, en el caso de Nitrito hasta 200 gramos si se utiliza Urea. En el caso del fósforo existen otras dosis que consideran desde 60 a 180 gramos/planta de Superfosfato triple y para el salitre de 30 a 90 gramos/planta de Salitre potásico.

También es frecuente en plantaciones forestales, la aplicación de Boro, debido a que es uno de los elementos más escasos en los suelos. La forma más común de aplicación es como Boronatrocalcita, con lo cual se contribuye a bajar el nivel de acidez del suelo. Esta aplicación es superficial, alrededor del cuello de la planta y en dosis que van desde 20 a 25 gramos por planta. Por lo general, se aplica periódicamente cada 2 años o anualmente hasta los 6 años de edad de la plantación. El Cuadro 38 muestra los resultados de aplicaciones de fertilizantes, en algunos estudios realizados en bosque nativo.

Cuadro 38: Resultados de aplicación de fertilizantes en estudios de establecimientos de especies Nativas

UBICACIÓN ENSAYO	ESPECIE	APLICACIONES (g/PI)	RESULTADOS	AUTORES INVESTIGACIÓN
Fundos Maquehua y Buena Esperanza. Provincia de Arauco	Raulí	13 g Nitrato de amonio 25 g Superfosfato triple 10 g Sulfato de Potasio	Incremento en altura no significativo Aumento de sobrevivencia	Grosse, y Bourke (1989).
Fundo Jauja Provincia de Malleco	Raulí	1-2 y 3 dosis de: 7 g Nitrato 5 g Superfosfato triple 5 g de Salitre	Mayor sobrevivencia en aplicación de 3 dosis	Grosse, <i>et al.</i> (1991)
Fundo El Morro. Provincia de Bio Bio	Raulí	31 g Superfosfato triple 21 g Salitre Dos tratamientos: Aplicación superficial y Aplicación subterránea	Según dosis aplicadas no existen diferencias. Según lugar de aplicación, se obtuvo diferencia en sobrevivencia. 77,2 % en superficial y 67,7 % en aplicación subterránea	Grosse, <i>et al.</i> (1993)
Valdivia	Raulí Roble Coigüe	80 g Superfosfato normal y 80 gr Superfosfato potasico. 120 g Superfosfato normal y 120 g de Superfosfato potasico.	La aplicación de 80 gr logra mejores resultados en crecimiento de plantas de Raulí y Roble. En Coigüe no hay diferencias.	Torres (1996)



Aplicación de fertilizante en hoyos (izquierda) y en zanjás (derecha)

5.3.5.5 Época de aplicación

Existe coincidencia en que la mejor época de aplicación del fertilizante, es en el momento de la plantación, bajo un análisis principalmente financiero ya que para las especies de hoja caduca no tiene mucho sentido la aplicación de fertilizante al momento de la plantación, puesto que esta se produce en el período de receso vegetativo, por lo cual la planta está impedida de absorber eficientemente los nutrientes. En este caso, el mejor momento para la aplicación es a comienzos de la primavera.

Como el fertilizante estimula el desarrollo radicular de la

planta, se recomienda aplicar al momento de la plantación (PRADO, 1989). Los mejores resultados se logran cuando la fertilización se realiza antes de los 6 meses de ejecutada la plantación (SCHONAU, 1984, cit. por PRADO, 1989). Fertilizar al plantar entrega una reserva nutritiva a la plántula que favorece el establecimiento y sobrepasa la competencia (SCHLATTER, 1982, cit. MENDOZA, 1987).

Junto a la época de aplicación del fertilizante, es necesario considerar algunos aspectos referidos a la capacidad de absorción de la planta de estos elementos y que dependen del tipo de fertilizante a ocupar, la solubilidad al agua y la capacidad de asimilación del elemento.



En suelos de praderas de la VIII y IX Regiones se recomienda el riego de las especies nativas durante el primer verano, (Foto: BARBERO *et al.*, 1994)

5.3.5.6 Área de aplicación

El área de aplicación del fertilizante, es importante para lograr un mejor aprovechamiento del producto por parte de la planta y un desarrollo homogéneo del sistema radicular. En plantaciones de Pino insigne y Eucalipto, existen dos principales procedimientos de aplicación:

- Aplicación en 4 ó 5 hoyos equidistantes a 15 cm de distancia mínima de la planta.
- En dos zanjas laterales con respecto a la planta y también equidistante a 15 cm de la planta.

Se recomienda que la aplicación del fertilizante debe ser a una profundidad de 5 cm, de modo de impedir volatilización de algunos elementos o el arrastre del producto por agua o viento (BAHAMÓNDIZ *et al.*, 1994).

En terrenos con pendientes se sostienen que la aplicación debe ser igual que en terrenos planos es decir en hoyos o en zanjas. En el caso de las zanjas la recomendación es ubicar una zanja en la parte superior de la planta y otra en la parte inferior de la pendiente con respecto a la planta. Al aplicar fertilizante sólo en la parte superior de la pendiente aumentaría el riesgo de mortalidad (PRADO, 1989). Sin embargo el Wattle Research Institute (1972), recomienda la fertilización en la parte superior de la pendiente, ya que esta ubicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes por parte de la planta.

5.3.6 Riego

Las plantas sólo van a poder arraigarse y desarrollarse cuando exista suficiente humedad en el suelo. En la VIII y IX regiones, por sus especiales condiciones climáticas, con un largo período

seco y con una acusada irregularidad que favorece períodos anormales de sequía, va a ser conveniente en muchos casos considerar la posibilidad de un riego a las plantaciones. Esta práctica, inusual en las plantaciones forestales salvo casos especiales (por ejemplo Los Alamos) está muy limitada por la disponibilidad de agua y la accesibilidad y, por tanto, por los costos. Si se elige adecuadamente la especie de acuerdo a las condiciones del lugar y se planta en la época apropiada con plantas de calidad, no será necesario regar. A medida que se utilicen especies de comportamiento más delicado, fundamentalmente las latifoliadas, las necesidades de agua por parte de la plántula serán mayores y en muchos casos habrá que recurrir a riegos.

En cualquier caso, hay que tener presente que el riego sólo sirve para ayudar a la plantación en los primeros años, y no se debe planificar mantener los árboles regados permanentemente. En el caso más general será solo necesario riegos de plantación, que a lo sumo se repetirá durante el segundo año, hasta que la raíz de la planta se haya desarrollado lo suficiente para que ésta pueda sobrevivir de forma independiente. Este riego se realizará sólo en aquellos casos que sea posible acceder al terreno fácilmente. La dosis de riego puede ser muy variada, pero en general serán suficientes volúmenes de 4 a 5 litros por planta, repitiéndose el riego durante los meses de enero y febrero considerados como los más secos.

CAPITULO 6

Plantación en Bosques Primarios Intervenidos



6. PLANTACION EN BOSQUES PRIMARIOS INTERVENIDOS

6.1 Método de Preparación del Suelo

La preparación de la superficie en los bosques primarios explotados se concentra en la eliminación del sotobosque, formado básicamente por colihue, quila y mirtáceas. Dicha composición varía de acuerdo al área de su distribución natural y el grado de intervención del bosque.

6.1.1 Roce manual

La actividad de fajeo o preparación de la faja de plantación es ejecutado con «rozón» y ayudado con motosierra para eliminar troncos que impiden el tránsito dentro de la faja. Considera la eliminación de toda la vegetación en 2 metros de ancho y cada 3 metros (faja inalterada). En condiciones de sotobosque denso se hace necesario el «roce fuerte», con el cual se obtienen rendimientos de 10 jornadas/hectárea, que equivale a 200 metros lineales/jornada. En tanto, en roces moderados con sotobosque más liviano se estiman rendimientos de 6 jornadas/hectáreas y el roce suave de 2 jornadas/hectáreas

Si la vegetación existente está dominada por quila, la faja de plantación se debe realizar en sentido de la pendiente. Ello presenta dos ventajas: se facilita para el trabajador la actividad de roce y además, se evita, por efecto de gravedad, la caída del

sotobosque (quila) sobre la plantación, caso que ocurre cuando ésta es efectuada en curvas de nivel. El método tiene la característica de tener mayor flexibilidad en la ejecución, permitiendo tratamientos puntuales y selectivos sobre la vegetación. Actualmente se tiende al uso de motodesbrozadoras de sierra circular que aumentan considerablemente el rendimiento y hacen el trabajo «liviano».

El roce manual se utiliza preferentemente cuando la mecanización no es posible por limitaciones de pendiente o pedregosidad o cuando existe vegetación que debe ser conservada. Un ejemplo típico se observa en los bosques primarios o adultos que fueron explotados o abandonados, siendo colonizados por especies pioneras de carácter invasor, donde destacan la quila y el colihue. Estos estados vegetacionales sólo permiten el fajeo como alternativa de trabajo posible tanto desde el punto de vista técnico como económico.

La herramienta más usada en el roce (preplantación) y desbroce (postplantación) es el rozón. Los rendimientos son muy variables y están en función de la altura y la densidad del matorral, oscilando entre 160 y 200 metros lineales, lo que equivale de 10 a 12 jornadas/hectárea, rozando un ancho de faja de 2 metros con una interfaja de 3 metros (sin roce).



Se observa los terrenos dominados por quila (arriba izquierda), el fajeo de 2 a 2,5 metros de ancho (abajo) y una plantación de raulí de cuatro años realizada en faja (derecha).





Se observa la acción del Mulcher triturando matorral denso (derecha) y de matorral de bosque nativo preparado para la plantación (izquierda)(PÜRSTINGER y LUDWIG, 2000)

6.1.2 Roca mecanizado por trituración (Mulcher)

El tratamiento de la vegetación puede realizarse mediante el uso de desbrozadoras o trituradoras. Se trata de equipos diseñados especialmente para estos trabajos y que consisten en un sistema de martillos, cuchillas o cadenas que giran sobre un eje y que cortan y trituran la vegetación. Estos equipos pueden montarse sobre tractores agrícolas, cuando se van a utilizar en terrenos de pendientes suaves o bien, sobre tractores forestales, lo que permite utilizarlos en pendientes de hasta el 40 por ciento si trabajan por línea de máxima pendiente (ver Cuadro 39). Es un método bastante eficaz, de muy buen rendimiento, que puede emplearse por fajas o en toda la superficie. Se recomienda para vegetación de altura media a alta.

Estos tratamientos no son de uso frecuente en terrenos agrícolas, ya que son más propios de suelos de vocación forestal, es decir, cubiertos por matorral fuerte y que necesitan preparaciones intensas del suelo, no obstante, en algunos casos su uso puede ser aconsejable. Según PÜRSTINGER y LUDWIG (2000) sus principales características son:

- Se puede lograr un cultivo del suelo de 5 a 10 cm, similar a un cultivo agrícola.
- Se obtiene un picado de los desechos de cosecha, en especial los de mayor tamaño.
- Elimina tocones de hasta 50 cm.
- La formación de un mulch grueso impide la evaporación

y aumenta la retención de agua, factores que permiten mantener la humedad en el suelo, mejorando el crecimiento de las plantas.

- A diferencia del arrumado en fajas, es una técnica alternativa para el tratamiento de desechos que cubre en forma uniforme toda la superficie y disminuye el riesgo de incendio al retener mayor humedad en el suelo.
- Puede ser aplicada en temporada de verano e invierno.

Es una tecnología ambientalmente amigable, que cumple las exigencias necesarias para optar a un proceso de certificación forestal.

Se facilita el desplazamiento en labores silvícolas posteriores, como fumigación, podas y raleos, aumentando el rendimiento de las faenas.

Produce un mayor reciclaje y retención de nutrientes.

Cuadro 39: Rendimiento el triturador o Mulcher (hr/ha) según tipo de vegetación (Pürstinger y Ludwig, 2000)

TIPO DE VEGETACION	RENDIMIENTO (hora/ha)
Desechos de cosecha de Pino insigné (Ramas, Tocones, etc.)	Superficie completa = 1,2 - 1,7 Fajas = 0,8 - 1,2
Matorral Denso (Quila, Maquí, restos de troncos)	4,0 - 5,0
Renoval (Maquí, Ulex, Aromo, entre las principales)	1,8 - 3,0
Renoval nativo degradado abierto (Quila, Colihue, Arrayán, Avellano, Radal, Roble, etc.)	2,0 - 6,0





Ordenamiento del material arbustivo de una cosecha en faja (Hacienda Rupanco, 2000)

6.1.3 Roce y ordenamiento mecánico (retroexcavadora)

La regeneración del bosque primario en fajas, posibilita en algunos lugares la utilización de retroexcavadoras modificando el brazo de la máquina para tal objetivo. Este accesorio permite ordenar los desechos y arrancar la vegetación existente, especialmente bambusáceas.

El rendimiento de la máquina está determinada fundamentalmente por los factores climáticos imperantes. Con lluvia se obtiene un rendimiento aproximado de 14 horas efectivas por hectárea, en tanto que en condiciones sin lluvia es posible lograr un rendimiento promedio de 10 a 11 horas efectivas/hectárea (AMSTEINS, 2000) .

6.2 Desbrote

El desbrote es una actividad postplantación que libera a la planta de la competencia por agua y luminosidad. Esta faena es efectuada con rozón, obteniéndose rendimientos que varían entre 8 y 10 jornadas por hectáreas, lo que equivale a un rendimiento lineal de 200 a 240 metros en una faja de 2 metros de ancho.

6.3 Plantación

6.3.1 Calidad y tipo de planta

La calidad de la planta se puede definir como el conjunto de

características morfológicas que permiten su óptima plantación, es decir, que la planta logre un sistema radicular que sea capaz de absorber agua, captando elementos nutritivos del suelo y preste a la parte aérea estabilidad mecánica. El desarrollo de nuevas raíces (secundarias) es fundamental, ya que de no crecer muere por el agotamiento de sus reservas de agua y de sustancias hidrocarbonadas.

En general, las características deseables de las plantas nativas son similares entre si, especialmente para los *Nothofagus* (roble, raulí y coigüe). Otras consideraciones antes de efectuar la

plantación es ordenar las plantas en paquetes de 100 unidades, lo que ayuda a la distribución y evita la pérdida de humedad o secamiento de las raíces. Otra forma de retener humedad es sumergir las raíces de las plantas en gel (ver 3.6.3).

Los forestadores usualmente, prefieren plantas con poda de raíces hasta un largo aproximado de 20 cm. Se debe indicar que existen diferentes opiniones respecto a esta técnica, sin embargo ella aún se práctica, ya que se comprueba que facilita la plantación (mayor rendimiento) y todavía no se detectan desventajas transcurrido algunos períodos vegetativos.

Cuadro 40: Características de plantas de raulí, roble, coigüe y ulmo deseables para la plantación

Especie	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Raíces	Observaciones
Raulí	40 – 80	0,8	20 cm	Ordenadas en paquetes de 100 plantas, envueltas en arpillera, las raíces bañadas con gel y podadas.
Roble		0,5	20 cm	
Coigüe	30 – 50			
Ulmo			Idem anterior	

Al igual que en las plantas utilizadas en praderas, es importante hacer la selección de forma adecuada, teniendo presente el lugar donde se planta, el objetivo de la repoblación y la relación costo-calidad. La elección de la planta forestal nunca debe guiarse por criterios de mínimo costo salvo en condiciones de igualdad de calidad. En plantaciones forestales se utiliza mayormente, plántula de un rango entre 40 a 65 cm de altura, ya que son las que han demostrado una mayor capacidad para superar el estrés de plantación.

6.3.2 Selección, embalaje y manejo de la planta

La selección implica la medición de la altura y el diámetro de las plántulas cultivadas, desechándose aquellas que no cumplan con los requerimientos establecidos. También se rechazan las que presentan mala conformación, múltiples tallos o daños causados por insectos o enfermedades. Es aquí donde se realiza la poda de raíces para facilitar la operación en terreno.

Durante el proceso de extracción de las plántulas para su posterior plantación en terreno, su manejo es continuo, lo que puede aumentar el estrés hídrico si no se toman las suficientes precauciones que aseguren condiciones de bajo estrés, como se consiguen con una alta humedad relativa. Las altas temperaturas pueden también afectar a las plantas en este momento, tanto debido a la dependencia de reacciones enzimáticas de la temperatura, como al incremento de la velocidad de las mismas al aumentar ésta. Una exposición prolongada de las plantas a altas temperaturas conduce a su desecación, produce daños de los tejidos y puede llevar a un incremento de las tasas de respiración, disminuyendo las reservas de carbohidratos.

Por ello, al igual que en las plantas empleadas en praderas, se



Barbecho de plantas de ulmo

recomienda realizar la extracción y traslados en días nublados, idealmente, sólo la cantidad que se requieran en el día de la plantación. El transporte desde el vivero al terreno debe ser lo más breve posible y efectuarse en las condiciones más adecuadas para la supervivencia de las plantas. Preferentemente debe efectuarse en camión o camioneta cubierta. Se debe evitar las horas de más calor o las heladas intensas, así como la acción desecadora del viento sobre la plantas, que deben transportarse siempre en condiciones de humedad elevada.

En general, el plazo entre la salida del vivero y la recepción de la planta en el terreno no debe exceder las 24 horas. Se ha

comprobado la relación entre la supervivencia de una plantación y el tiempo de traslado de las plantas. De no ser posible, se debe recurrir al barbecho. Este es un simple procedimiento que consiste en la apertura de una zanja en un suelo mineral bien drenado con una pared vertical y otra inclinada. Se ponen las raíces en el interior y la parte aérea apoyada en la zona inclinada, luego se recubren las raíces con tierra y se riega abundantemente. Si hubiera peligro de heladas las plantas se protegen con lonas o plásticos por la noche. El barbecho en terreno debe realizarse en lugares con luz, con posibilidades de riego y escasa probabilidad de heladas. Finalmente se debe resaltar que las condiciones y plazo de transporte de la plantas está ligado al éxito de la plantación.

6.3.3 Época y técnica de plantación

Este tema se encuentra desarrollado en el punto 5.3, sin embargo se puede indicar que las plantaciones forestales deben realizarse después de las primeras precipitaciones de otoño o invierno y cuando el suelo alcanza una humedad adecuada. Como regla general para la plantación es bueno considerar que la plántula esté en condiciones de ser plantada desde el momento de detención del crecimiento (a fines del verano) hasta el comienzo

de la actividad en primavera. Este período es coincidente con el Potencial de Crecimiento Radicular (PCR) de las plantas. Ello indica que las raíces presentan dos puntos máximos de crecimiento radicular: en verano tras el cese del crecimiento del tallo y continuando en otoño si las características de suelo son favorables y en primavera, comenzando tan pronto como las condiciones son favorables y siguiendo hasta la aperturas de las yemas (Rose, 1999).

La plantación generalmente emplea la «pala plantadora», debido a consideraciones de costos y limitaciones del terreno. La técnica es la denominada neozelandesa o doble T, la cual consiste en la aplicación de un corte longitudinal de la tierra y dos cortes perpendiculares a éste con posterior remoción del suelo, de manera de proporcionar a la planta una superficie de suelo removido donde desarrollar de manera adecuada su sistema radicular y por lo tanto, obtener un buen prendimiento (GARCÍA *et al.*, 2000). Esto permite tener rendimientos de plantación variables, los cuales dependen de la topografía, grado de desecho y tipo de plantas, sin embargo se puede indicar como promedio 400 plantas por jornada.

7. ANEXOS

7.1 Distribución de Costos por Actividades

SUPUESTOS UTILIZADOS	100 ha
SUPERFICIE FAENA	1 MES
TIEMPO FAENA	\$ 500
1 US\$	

Faena de roce 40% de Cobertura

% DE COBERTURA	SUELO		VEGETACION	jor/ha	Item	\$/unidad	jor	\$/jornada	\$/ha	(%)
40% Cobertura	Arena	Plana	Litre-Quillay-Huingan	5	MANO DE OBRA					
					Jornaleros			5000,0	25000,0	51,5
					Capataz			7000,0	1680,0	3,5
					LEYES SOCIALES					
					Imposiciones			2640,0	5869,6	12,1
					Movilizacion			300,0	1500,0	3,1
					Alimentacion			1000,0	5000,0	10,3
					Semanas corridas			2000,0	4686,7	9,7
					Feriado proporcional			1282,7	4140,4	8,5
					HERRAMIENTAS					
					Rozon			12,5	50,0	0,1
					Hachas			12,5	12,5	0,0
					INSUMOS					
					Limas planas			66,7	333,3	0,7
					Cascos			6,3	31,3	0,1
					Guantes			23,3	116,7	0,2
					Zapatos de Seguridad			20,8	104,2	0,2
TOTAL			-	48524,6	100,0					

Faena de roce 60 % de Cobertura

PORCENTAJE COBERTURA	SUELO	VEGETACION	(jor/ha)	ITEM	(\$/unid)	(jor)	(\$/jor)	(\$/ha)	(%)
 60% Cobertura	 Arena	 Litre-Quillay-Huingan	 6	MANO DE OBRA					
				Jornaleros			5000,0	30000,0	52,8
				Capataz			7000,0	1680,0	3,0
				LEYES SOCIALES					
				Imposiciones			2640,0	6969,6	12,3
				Movilizacion			300,0	1800,0	3,2
				Alimentacion			1000,0	6000,0	10,6
				Semanas corridas			2000,0	5520,0	9,7
				Feriado proporcional			576,9	4140,4	7,3
				HERRAMIENTAS					
				Rozon	6000	480	12,5	50,0	0,1
				Hachas	6000	480	12,5	25,0	0,0
				INSUMOS					
				Limas planas	2000	30	66,7	400,0	0,7
				Cascos	3000	480	6,3	37,5	0,1
				Guantes	500	30	16,7	100,0	0,2
				Zapatos seguridad	10000	480	20,8	125,0	0,2
				TOTAL				56847,5	100,0

Faena de roce 100 % de Cobertura

Porcentaje de Cobertura	SUELO	Topografía	Vegetación	(jor/ha)	ITEM	(\$/unid)	(jor)	(\$/jor)	(\$/ha)	(%)
 100 % Cobertura	Arcilla	Accidentada	Retamilla	10	MANO DE OBRA					
					Jornaleros			5000,0	50.000,0	55,3
					Capataz			7000,0	1.680,0	1,9
					LEYES SOCIALES					
					Imposiciones			2640,0	11.369,6	12,6
					Movilización			300,0	3.000,0	3,3
					Alimentación			1000,0	10.000,0	11,1
					Semanas corridas			2000,0	8.853,3	9,8
					Feriado proporcional			576,9	4140,4	4,6
					HERRAMIENTAS					
					Rozon	6000	480	12,5	87,5	0,1
					Hachas	6000	480	12,5	37,5	0,0
					INSUMOS					
					Limas planas	2000	30	66,7	666,7	0,7
					Cascos	3000	480	6,3	62,5	0,1
					Guantes	700	30	23,3	233,3	0,3
					Zapatos de seguridad	10000	480	20,8	208,3	0,2
					TOTAL				90.339,2	100,0

Plantación Raíz Cubierta 1600 por hectárea

DENSIDAD Pl/ha	TIPO PLANTA	TIPO DE SUELO	TOPOGRAFIA	TIPO DE HERRAMIENTA	REND. (jor/ha)	ITEM DE COSTO	COSTO X UNID.(\$)	VIDA UTIL (jor)	COSTO (\$/jor)	COSTO (\$/ha)	PART. (%)
1600	Raíz cubierta Rauli	Arcilla	Accidentada	Pala Neozelandesa	15	MANO DE OBRA					
						Plantadores			5000,0	75000,0	23,9
						Capataz			7000,0	1820,0	0,6
						Ayud. capataz			4000,0	1040,0	0,3
						Cocinero			5000,0	1300,0	0,4
						Ayud. cocinero			4000,0	1040,0	0,3
						LEYES SOCIALES					
						Imposiciones			5125,0	16441,0	5,2
						Movilizacion			200,0	3000,0	1,0
						Alimentacion			1000,0	15000,0	4,8
						Semenas corridas			4166,7	13366,7	4,3
						Dias llluvias			0,0	0,0	0,0
						Feriado proporcional			1201,9	3855,8	1,2
						HERRAMIENTAS					
						Pala Neozelandesa	7000	360	19,4	233,3	0,1
						INSUMOS					
						Guantes	500	180	2,8	41,7	0,0
						Cascos	3000	540	5,6	83,3	0,0
						Zapatosde Seguridad	8000	540	14,8	222,2	0,1
						Botas de agua	5000	360	13,9	0,0	0,0
						Traje de agua	6000	360	16,7	0,0	0,0
						Plantas	80	---	-	128000,0	40,8
						Fertilizante	175	0	0,0	33600,0	10,7
						Gel	12000	0	0,0	19200,0	6,1
						OTROS					
						Fletes	20000			200,0	0,1
						TOTAL				313444,0	100,0

Plantación Raíz Cubierta 1100 por hectárea

DENSIDAD Pl/ha	TIPO PLANTA	TIPO DE SUELO	TOPOGRAFIA	TIPO DE HERRAMIENTA	REND. (jor/ha)	ITEM DE COSTO	COSTO X UNID.(\$)	VIDA UTIL (jor)	COSTO (\$/jor)	COSTO (\$/ha)	PART. (%)
	Raíz cubierta Raulí	Arcilla	Plana	Pala Plantadora	14	MANO DE OBRA					
						Plantadores			5000,0	70000,0	28,2
						Capataz			7000,0	1820,0	0,7
						Ayud. capataz			4000,0	1040,0	0,4
						Cocinero			5000,0	1300,0	0,5
						Ayud. cocinero			4000,0	1040,0	0,4
						LEYES SOCIALES					
						Imposiciones			5125,0	15416,0	6,2
						Movilización			200,0	2800,0	1,1
						Alimentación			1000,0	14000,0	5,6
						Semenas corridas			4166,7	12533,3	5,0
						Dias lluvias			0,0	0,0	0,0
						Feriado proporcional			1201,9	3615,4	1,5
						HERRAMIENTAS					
						Pala Neozelandesa	7000	360	19,4	233,3	0,1
						INSUMOS					
						Guantes	500	180	2,8	38,9	0,0
						Cascos	3000	540	5,6	77,8	0,0
						Zapatosde Seguridad	8000	540	14,8	207,4	0,1
						Botas de agua	5000	360	0,0	0,0	0,0
						Traje de agua	6000	360	0,0	0,0	0,0
						Plantas	80	---	-	88000,0	35,4
						Fertilizante	175	0	0,0	23100,0	9,3
						Gel	12000	0	0,0	13200,0	5,3
						OTROS					
						Fletes	20000			200,0	0,1
						TOTAL				248622,1	100,0

7.2 Glosario

Se presentan a continuación algunos términos de viverización asociados al presente documento técnico, los cuales son definidos por BONNER (1985).

Adormecimiento del embrión (latencia fisiológica): Latencia como resultado de condiciones dentro del embrión mismo, tales como inhibición de sustancias, influencias del cotiledón, estructuras impermeables, etc.

Calidad de la semilla: Un término general que puede referirse a la pureza, capacidad germinativa ó vigor de un lote de semillas.

Características de la flor y del fruto: Las características de la flor y del fruto, tales como forma, textura y consistencia, influye en los niveles de diseminación de las semillas al momento de maduración del fruto.

Capacidad germinativa: Proporción de una muestra de semillas que ha germinado normalmente en un período de ensayos determinado, generalmente expresado por un porcentaje.

Ciclo de vida de una especie: Se refiere al ciclo de vida para la formación de la semilla hasta su diseminación por algún agente biótico (aves, animales, etc.) o abiótico (viento, agua, etc.).

Cotiledón: Hojas modificadas del embrión o plántula, las cuales pueden contener las reservas de los alimentos almacenados de la semilla. Ellas están formadas en el primer nudo ó en el extremo superior del hipocótilo.

Embrión: Planta rudimentaria contenida dentro de la semilla, a veces llamado germen.

Embrión inmaduro: Estado en el cual un embrión morfológicamente inmaduro retarda la germinación.

Endosperma: Tejido nutritivo almacenado en capas, rodeando el embrión en las semillas de las Angiospermas.

Energía Germinativa. Aquella proporción de germinación la cual ha ocurrido hasta el momento cumbre de la germinación, el tiempo del grado máximo de la germinación ó algún momento preseleccionado, comúnmente 7 días de ensayos.

Enfriamiento (Refrigeración): Sometimiento de semillas a condiciones frías y húmedas para producir la pos-maduración. Puede ocurrir en ambientes naturales o puede ser aplicado artificialmente.

Estratificación: Práctica de colocar la semilla en medio húmedo, a menudo en capas alternadas para acelerar su maduración o vencer la latencia. Comúnmente se aplica a cualquier técnica que conserva a las semillas en un ambiente frío y húmedo.

Germinación: Reactivación del crecimiento en un embrión, lo cual resulta en su incidencia desde la semilla y el desarrollo de aquellas estructuras esenciales para el crecimiento de la planta.

Germinación epígea: Germinación en la cual los cotiledones crecen forzados por encima del suelo, por el alargamiento del epicótilo.

Germinación hipógea: Germinación en la cual los cotiledones permanecen en la semilla, debajo del suelo, mientras se alarga el epicótilo.

Inhibición: Una restricción o represión de una función de una semilla.

Latencia: Es un estado fisiológico en el cual una semilla predispuesta a germinar no lo hace, aún en presencia de condiciones ambientales favorables. Normalmente, es el resultado de la interacción de condiciones ambientales impuestas y de propiedades genéticas de la planta.

Latencia inducida: Adormecimiento inducido o forzado.

Latencia fisiológica (latencia interna o endógena): Adormecimiento del embrión, debido a condiciones fisiológicas, las cuales pueden ser superadas por pretratamientos distintos a la escarificación, tales como remojo en agua y estratificación. Estos cambios a menudo son necesarios en el embrión, pero en algunas especies deben producirse en los cotiledones o en el endosperma.

Madurez fisiológica: Es un término general para la etapa de un ciclo de vida de una semilla cuando el desarrollo es completo y los componentes bioquímicos necesarios para todos los procesos fisiológicos están activos o listos para ser activados.

Pre-enfriamiento: Tratamiento húmedo y frío aplicado a las semillas para acelerar la sobremaduración o para vencer la latencia antes de la siembra en el suelo o la germinación en el laboratorio.

Pretratamiento: Cualquier clase de tratamientos aplicados a las semillas para vencer la latencia y acelerar la germinación.

Pureza: Proporción de semillas limpias y enteras de las especies designadas en un lote de semillas, generalmente expresadas por un porcentaje por peso de las mismas.

Requerimientos ecológicos de la especie: Se refiere a las

características adaptativas naturales de la especie, principalmente en cuanto al clima, suelo y luminosidad.

Semilla: Ovulo maduro el cual contiene un embrión y sustancias de reserva (nutritivas) envueltas por capas protectoras de tejidos (envoltura o tegumento de la semilla).

Semilla sana o viable: Una semilla que contiene en condiciones viables todos los tejidos necesarios para la germinación.

Semilla vana: Semilla que no contiene todos los tejidos esenciales para su germinación. Esta condición puede resultar por ataque de insectos o enfermedades o un desarrollo incompleto del óvulo.

Sistémico: Propiedad de un plagicida de ser absorbidos por una planta y transportados a través de ella.

Surfactante: Sustancia que se utiliza para mejorar las propiedades de mojado en las pulverizaciones y también en la formulación de líquidos emulsionables y polvos mojables.

Tolerancia: Variación permitida (en más o en menos) de nuestros estándares. En el ensayo de semillas se permiten diferencias entre medidas replicadas, las cuales al ser alteradas deben ser repetidas.

Viabilidad: El estado de la capacidad de germinación, crecimiento y desarrollo subsiguiente de la plántula.

Vigor: Son aquellas propiedades de semillas que determinan su potencial para una emergencia rápida, uniforme y el desarrollo de plántulas normales en un amplio grado de condiciones del sustrato, donde fueron sembradas.

BIBLIOGRAFÍA

CAPITULO 8

Bibliografía



8. BIBLIOGRAFIA

ADAMS, J. A. 1976. Nutrient requirements of four *Nothofagus* species in north westland New Zealand, as shown by foliar analysis. N.Z. J. of Bot. Vol. 14: 211-223.

AGUIAR, I. B. Y H. A. MELLO. 1974. Influencia do recipiente na producao de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. Rev. IPEF Nr 8 pp 19-40.

ALBORNOZ, C. Y E. FISCHER. 1981. Influencia del tamaño de la semilla de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) en el crecimiento inicial y calidad final de plantas. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago. 85 p.

ARNOLD, F.E. 1996. Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 p.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A. G. (AFIPA). 1998. Manual fitosanitario 1998-1999. Chile. 425 p.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A. G. (AFIPA) 1993. Manual fitosanitario 1991-1992. Chile. 436 p.

AHUMADA, R. 1999. Programa Malezas. Manejo de la

competencia por malezas en Ensayos. Curso Bioforest. Concepción. Chile. 36 p.

AVILÉS, B. (1993): Untersuchungen zur waldbaulichen Behandlung y Bewirtschaftung von Renovales Beständen in Mittelchile. Dissertation. Forstwissenschaftlichen Fakultät Universität Freiburg. 174 p.

BAHAMONDES, C, BLANCO, R., KÄHLER, C., Y MARTIN, MARJORIE. 1994. Descripción de las técnicas de producción de plantas y establecimiento de plantaciones de Eucalipto. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 46 p.

BARA, S. 1986. Fertilización Forestal. Xunta de Galicia. Cancillería de Agricultura. España.

BARBERO, A., GONZÁLEZ, F., CATALÁN, G. 1994. Manual de Forestación en tierras agrícolas. Madrid. 117 p.

BENEDETTI, S. Y S. PERRET. 1995. Manual de forestación para zonas áridas y semiáridas. Manual Nr 21, Instituto Forestal-CORFO. Santiago, Chile.

BONNER, F. 1985. Glosario de términos sobre germinación de semillas para especialistas en árboles semilleros. General Technical Report SE Nr 55. Proyecto IUFRO Working Party S.2.01.06 Seed Problems. USDA Forest Service. 4 p.

CABELLO, L. 1986. Colecta de semillas y producción de plantas en vivero. Programa de Protección y Recuperación de la Flora Nativa de Chile. Documento Técnico CONAF- Universidad de Chile. Santiago. 26 p.

CABRERA, R. 1995. Influencia del tamaño inicial de partículas en el proceso de compostación aeróbica de corteza de *Pinus radiata* D. Don. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Concepción. 64 p.

CARDON, G.E. AND J. J. MORTVEDT .1994. Salt Affected Soils. Colorado State University Cooperative Extension. Pub. Nr 0.503. Carrasco, P. 1998. Técnicas de manejo del riego en viveros forestales. Documento Técnico Nr 32. Chile Forestal. 4 p.

CHAPPELL, H; WEETMAN, G.; MILLER, R. 1992. Forest Fertilization. Institute of Forest Resources. Nr 73.

DALZELL, H.; BIDDLESTONE, A.; GRAY, K. Y K. THURAIRAJAN. 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de Suelos de la FAO Nr 56.

DE BARROS, N. F.; BRANDI, R. M.; COUTO, L. Y G. CERQUERIA. 1978. Efeitos de recipientes na sobrevivencia e no crescimento de mudas de *Eucalytus grandis* Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. Rev. Arvore Vol 2(2) pp 141-150.

DE CAMINO, R.; SMITH, S.; BENAVIDES, M. Y RODAS, J. (1974): Los Renovales del Bosque Nativo como recurso forestal Antecedentes para la discusión del problema. Instituto de manejo y economía forestal. Facultad de Ingeniería Forestal Universidad Austral Chile. Charlas y conferencias, Nr. 2: 25 - 39 pp.

DE LA MAZA, C. y GILCHRIST, J. (1983): Algunos antecedentes para el manejo de Renovales de Raulí. Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile. Boletín Técnico, Nr. 61. 30 S.

DONOSO, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina: Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 483 p.

DONOSO, C.; CORTÉS, M. Y B. ESCOBAR. 1986. Germinación de semillas y Técnicas de vivero y plantaciones para especies de los tipos forestales de la X Región. Informe de Convenio Nº 102. Proyecto CONAF X Región - UACH. 133 p.

DONOSO, C.; CORTÉS, M. Y B. ESCOBAR. 1992. Técnicas de vivero y plantaciones para Roble (*Nothofagus obliqua*). Documento Técnico Nr 62. Chile Forestal. 8 p.

DONOSO, C.; ESCOBAR, B. Y M. CORTÉS. 1991 a. Técnicas de vivero y plantaciones para Raulí (*Nothofagus alpina*). Documento Técnico Nr 53. Chile Forestal. 8 p.

DONOSO, C.; ESCOBAR, B. Y M. CORTES. 1991 b. Técnicas de vivero y plantaciones para Coigüe (*Nothofagus dombeyi*). Documento Técnico Nr 55. Chile Forestal. 8 p.

DONOSO, C.; ESCOBAR, B. Y M. GONZÁLEZ. 1993. Técnicas de vivero y plantaciones para Ulmo (*Eucryphia cordifolia*). Documento Técnico Nr 71. Chile Forestal. 8 p.

DONOSO, P.; GONZÁLEZ, M.; ESCOBAR, B.; BASSO, I. Y L. OTERO. 1999. Viverización y plantación de Raulí, Roble y Coigüe en Chile. p: 177-241. En: Donoso, C. y Lara, A. Editores.

Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. 421 p.

DUMROESE, R.; LANDIS, T. Y D. WENNY. 1998. Raising forest tree, seedling at home: Simple methods for growing conifers of pacific northwest from seeds. Moscow, Idaho: University of Idaho. Idaho Forest, Wildlife, and Range Experiment Station. Contribution Nr 860. 56 p.

ESCOBAR, R. 1990. Análisis de algunos elementos básicos involucrados en la producción artificial de plantas de especies nativas. Bosque 11 (1): 3-9.

ESCOBAR, R. 1995. Apuntes de Viveros Forestales. Fac. de Ciencias Forestales, U. de Concepción-Chile. No publicados

ESCOBAR, R. 1999. Nutrición y fertilización en viveros forestales. Revista Agroanálisis Forestal. pp 9-11.

ESPINOSA, N. 1996. Malezas presentes en Chile. Inia Carrillanca. 219p

ESPINOSA, M.; GARCÍA, J. y PEÑA, R. (1988): Evaluación del crecimiento de una Plantación de Raulí (*Nothofagus alpina* (POEPP. et ENDL.) OERST) a los 34 años de edad. Agro-Ciencia - Chile. 4 (1): Florísticas definidas por el Proyecto Prognosis. Informe Fondef 1995.

EINSTEIN, C. 2000. Comunicación personal. HACIENDA RUPANCO.

FLORES, L. Y ORTEGA, R. 1999. Caracterización nutricional de 2 especies del género *Nothofagus* en la cordillera andina de la provincia de ñuble. No publicado.

FOLLET, R.H. AND P.N. SOLTANPOUR. 1999. Irrigation water quality criteria. Colorado State University Cooperative Extension. Pub. Nr 0.506.

Francois, L.E. and E.V. Maas. 1992. Crop response and management on salt affected soils. USDA-Riverside, California.

GONZÁLEZ, G. 1993. Sanidad y control de malezas en viveros forestales. Actas seminario CORMA-Univ. Católica de Temuco. Octubre 1 y 2 de 1993.

GONZÁLEZ, M.; DONOSO, C. Y ESCOBAR, B. 1996. Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda.

GROSSE, H Y BOURKE, M. 1989. Silvicultura del Raulí. Convenio Forestal Río Vergara S.A. - Instituto Forestal. Instituto Forestal. Concepción., Chile. 37 p.

GROSSE, H. Y M. BOURKE. 1988. Desarrollo de Raulí en vivero bajo distintos niveles de luminosidad y espaciamiento. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR-CHILE. Vol 2, Nr 3: 1-11.

GROSSE, H. Y PINCHEIRA M. 1998. Efectos del Tamaño de Contenedor en el Desarrollo de Plantaciones de Raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. Et Endl.). Trabajo Presentado al Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile. 14 p.

GROSSE, H., QUIROZ, I. Y VALDÉS M. 1993. Investigación Manejo Silvícola de Diferentes Tipos de Bosque Nativo. Informe Final. Instituto Forestal. Concepción, Chile. 125 p.

GROSSE, H., QUIROZ, I., KANNEGIESSER, U. Y VALDÉS, M. 1991. Investigación Manejo Silvícola de Diferentes Tipos de Bosques Nativos. Informe Final Nr 5. Instituto Forestal. Concepción, Chile. 158 p.

HOFFMANN, A. 1982. Flora Silvestre de Chile Zona Austral. Ediciones Fundación Claudio Gay. Editorial Lord Cochrane. Santiago, Chile. 258 p.

HUSS, E. 1998. Producción de plantas de Eucaliptus globulus (labill) en sustratos de corteza compostada y aserrín. Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 56 p.

INFOR, 1999. Técnicas Silvícolas y Genéticas para Cuatro Especies Nativas de Interés Comercial. Proyecto FDI (CORFO) - INFOR. Primer taller de transferencia. 64 p.

IPINZA, R.; GUTIÉRREZ, B. Y V. EMHART. 1997. Areas Productoras de Semilla (II parte): Estrategia probada y rápida. Artículo Técnico. Chile Forestal.

JEFFRIES, K. F. 1982. Operational guidelines for handling seedlings. In: Southern Nursery Conference Proceedings. Raleigh, North Carolina-USA.

KOGAN, M. FIGUEROA, R. 1999. Control químico de malezas leñosas en plantaciones de pino. En Agronomía y forestal. Revista de Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 6-10 pp.

KOGAN, M.; FIGUEROA, R. 1995. Análisis de la preparación del sitio de plantación con herbicidas para especies forestales

. Pontificia universidad Católica de Chile. Silvotecnica V «Establecimiento de plantaciones» Corma-Concepción Chile. 10 p.

KOGAN, M. 1992. Malezas, Ecofisiología y estrategias de control. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago 402 p.

KOGAN, M. 1993. Algunos factores que afectan la actividad del herbicida glifosato aplicables a situaciones forestales. Ciencia e investigación forestal 240-268pp.

KRÜSSMANN, G. 1981. Die Baumschule. Ein prackisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulepflanzen. Verlag Paul Parey. Berlin. 656 p.

LADRACH, W. 1998. Historia y desarrollo de plantaciones forestales de altos rendimiento. Trabajo presentado al primer congreso latinoamericano IUFRO. Valdivia. Chile. 13p

LAMOND, R.E. AND D.A. WHITNEY. 1992. Management of Saline and Sodic Soils. Kansas State University Cooperative Extension Service. MF-1022.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Edición en español: Deutsche Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, Alemania. 335 p.

LAVANDEROS, A. Y DOUGLAS, C. 1985 a. Técnicas para el establecimiento de un vivero forestal y producción de plantas (I Parte). Documento Técnico Nr 7. Chile Forestal. 9 p.

LAVANDEROS, A. Y DOUGLAS, C. 1985 b. Técnicas para el

establecimiento de un vivero forestal y producción de plantas (II Parte y Final). Documento Técnico Nr 8. Chile Forestal. 8 p.

LESLIE, R. 2000. Comunicación Personal. FORESTAL NATALHUE.
LÓPEZ, J. 1979. Semillas Forestales. Biología, mejoramiento cosecha, procesamiento, pretratamientos y análisis de semilla. Suplemento Chile Forestal. 11 p.

LÓPEZ, J. 1983. Algunos antecedentes técnicos sobre producción de semillas y técnicas de vivero para Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.). Boletín Técnico Nr 1. CONAF. 32 p.

LÓPEZ, J.; JIMÉNEZ, G. Y REYES B. 1986 a. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas (I Parte). Documento Técnico Nr 14. Chile Forestal. 4 p.

LÓPEZ, J.; JIMÉNEZ, G. Y B. REYES. 1986 b. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas (II Parte y Final). Documento Técnico Nr 15. Chile Forestal. 8 p.

LÓPEZ, S. (1999). Comunicación Personal. VIVERO LA QUILA.

MARTINEZ, O.; BURSCHEL, P. 1968. Ensayo sobre la Influencia de densidad y fertilización en la producción de plantas de *Pinus radiata* D. Don. Instituto de Silvicultura y Reforestación. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile.

MAY, J. T. 1984. Southern Pine Nursery Handbook. USDA-Forest Service, Atlanta, Georgia. USA.

MATHEY, O. 1995. Manual de malezas que crecen en Chile.

Universidad de Concepción. 545 P

MENDOZA, F. 1987. Determinación económica de alternativas de fertilización en *Pinus radiata* D. Don. Tesis. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 94 p.

MONTOYA, J. Y M. CÁMARA. 1996. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 127 p.

MORALES, R.; AVARIA, A.; GALLARDO, P.; ALZUGARAY, P. Y P. DÍAZ. 1998. Técnicas para producir plantas forestales en Aysén. Documento Técnico. Instituto Forestal. 28 p
Navarro, R. y J. Pemán. 1997. Apuntes de producción de planta forestal. Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 266 p.

OCAÑA, L. 1995. Viverística de las principales especies forestales arbóreas en España. En: Ballester-Olmos, J. 1995. Producción de Plantas Forestales. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 218 p.

ORDOÑEZ, A. 1987. Germinación de las tres especies de *Nothofagus* siempreverdes (*Coigües*), y variabilidad en la germinación de procedencias de *Coigüe* común (*Nothofagus dombeyi* (Mirb) Oerst). Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 134 p.

ORMEÑO, J. 1998. Evolución en el uso de herbicidas en Chile. Tierra adentro. 10 13 pp

ORTEGA, R. Y DÍAZ K. 2000. Manejo integrado de cultivos en el valle regado. En : Revista Tierra Adentro Nr 32, Mayo-junio de 2000.

PAULSEN, K. 1994. Seed Testing. Lecture Note NO. C-8. Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark. 35 pages.

PEÑUELAS, J. 1995. Medios de Producción: Sustratos y contenedores. En: Ballester-Olmos, J. 1995. Producción de Plantas Forestales. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 218 p.

PEÑUELAS, J. Y OCAÑA, L. 1994. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 190 p.

PRADO, J. A. 1989. Establecimiento de Plantaciones. En Eucalyptus Principios de Silvicultura y Manejo. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 57-78 p.

POLOMSKI, J. Y KHHN, N. 1996. Wurzelsysteme. EDITORIAL PAUL HAUPT. 279 P

PUENTE, M.; DONOSO, C.; PEÑALOZA, R. y MORALES, E. (1979): Manejo de Renovales de Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*) Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003.

QUEZADA A. 2000. Comunicación personal. Vivero Proplantas

QUIROZ, I (1998): Untersuchung zur Waldbaulichen Behandlung von *Nothofagus* Primär- und Sekundärwälder in den Anden Der IX. X. Region Chiles. Dissertation. Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München. 171 p.

ROCUANT, L. 1986. Aplicación de Fertilizantes a plantaciones

forestales. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción.

ROCUANT, L. (1974): Raleos en Renovales de Roble-Raulí (15 años de observaciones). Actas Primer Seminario sobre situaciones actuales y posibilidades futuras del manejo de los Renovales en Chile. 56 p.

ROCUANT, L. 1969: Raleos en Renovales de Roble (*Nothofagus obliqua* (MIRBEL) OERPL.) y Raulí (*Nothofagus alpina* POEPP. et ENDL.) en la cordillera de Nahuelbuta. 8 p.

ROCUANT, L. 1966. Aplicación de Fertilizantes a plantaciones forestales. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción.

RODRÍGUEZ, G. 1990. Propagación de *Nothofagus* chilenos por medio de semillas. Artículo Técnico. Departamento de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Universidad de Concepción. Revista Agro-Ciencia 6(2): 123-129

RODRÍGUEZ, N. 2000. Acidez de suelo y encalado. Artículo INIA no publicado.

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. Artículo sin editar. 40 p.

SÁNCHEZ, V. 1987. Esquema de acondicionamiento en plantas de Eucalipto globulus Labill. ssp. Globulus 1/0 producidas a raíz desnuda. Tesis Ing. For. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 86 p.

SCHLATTER, J Y GERDING, V. 1993. Demanda Nutritiva en Plantaciones Forestales. Secretaria de Extensión y Difusión

Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 115 p.

SCHLATTER, J., GERDING, V. Y TORO, J. 1993. Curso de Actualización Sobre Fertilización Forestal. Secretaria de Extensión y Difusión Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

SHAFFER, J. 1988. Inoculación en presiembr de plántulas de *Nothofagus alpina* con tres especies ectomicorrizicas. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 39 p.

SOTO, L. 1996. Producción de plantas de *Eucalyptus delegatensis* R. T. Baker a través de cuatro sistemas de cultivo. Tesis Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 101 p.

TINUS, R. W. Y S. E. MC DONALD. 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. General Technical Report RM-60. U.S. Department of Agricultural. Forest Service. USA. 256 p.

TORO, J. 1988. Efecto de la Fertilización en el Desarrollo Inicial de Plantaciones de *Eucalyptus*. En Actas Simposio Manejo Silvícola del Genero *Eucalyptus*. Junio 1988 Viña del Mar, Chile. Instituto Forestal. Viña del Mar, Chile. Capítulo XI 12 p.

TORO, J. 1999. Nutrición Forestal, Curso de Ensayos Genéticos Forestales. Apuntes. Curso Bioforest. Concepción, Chile.

TORRES, A. 1996. Grados de cobertura y fertilización en el establecimiento de plantaciones de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Bl.), Raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. Et Endl.) Oerst.) y coigue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.). Tesis. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 64 p.

