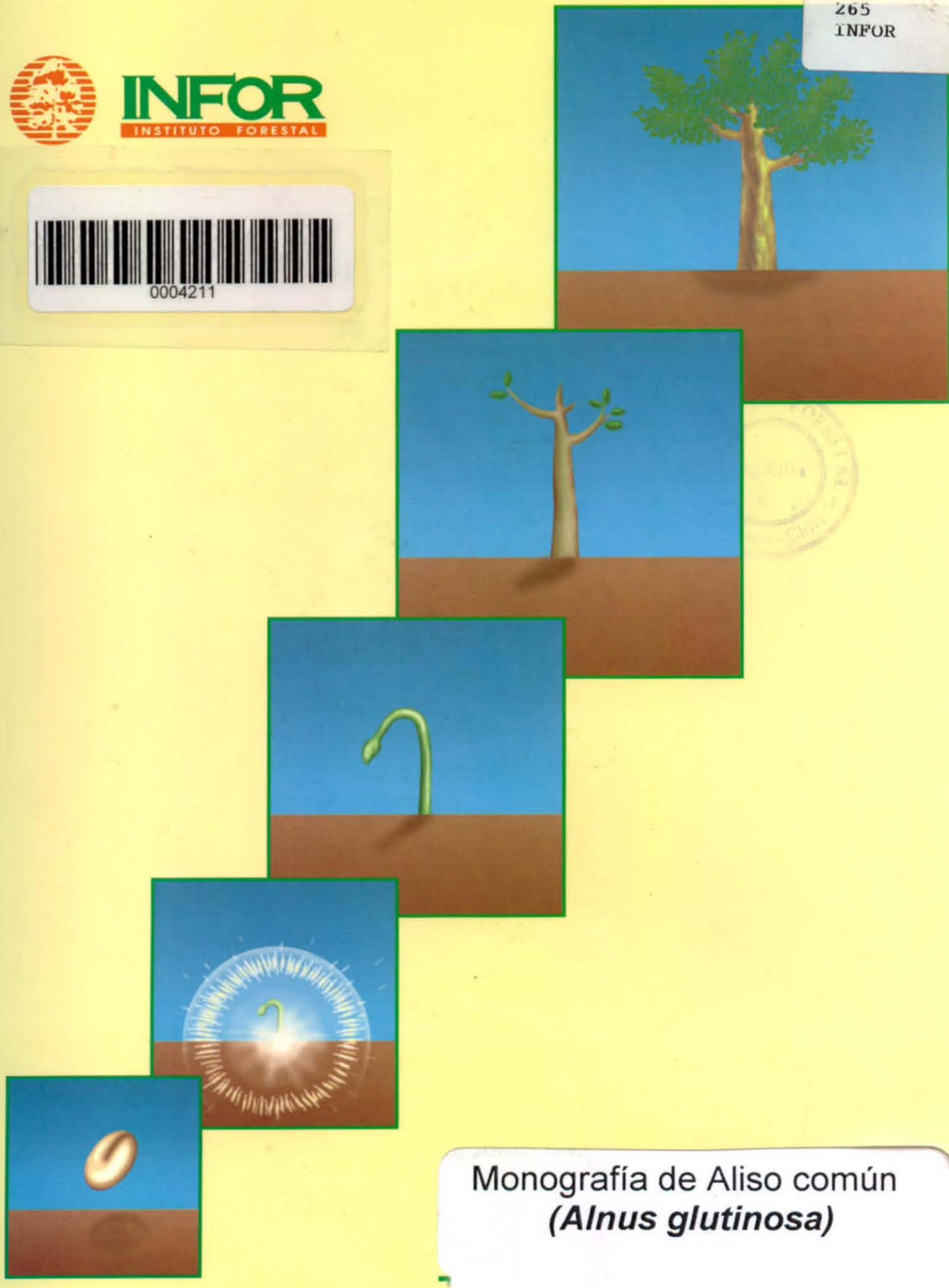
265
INFOR

INFOR
INSTITUTO FORESTAL

0004211



Monografía de Aliso común *(Alnus glutinosa)*

07 JUL. 2000



Monografía de Aliso común
(Alnus glutinosa)

INFOR

265
Infor.

SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES: UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA

PROYECTO FINANCIADO POR FIA (MINAGRI) - FONSIP (CORFO)

ALISO COMÚN

Alnus glutinosa

MONOGRAFÍA

AUTORES:

VERÓNICA LOEWE M.
DIANA HERRERA
GABRIEL PINEDA B.
MARTA GONZÁLEZ O.

- INFOR -

SANTIAGO, JUNIO 1998.

INFOR

1 ANTECEDENTES GENERALES 1
1.1 Descripción del Árbol 1
1.2 Distribución Geográfica 2
1.3 Aspectos Reproductivos 3
1.4 Asociación Natural 4
1.5 Aspectos Genéticos 4
2 REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS 5
2.1 Clima 5
2.2 Suelos 5
2.3 Altitud 6
2.4 Tolerancia 6
2.5 Simbiosis 6
3 PLAGAS Y ENFERMEDADES 7
4 SILVICULTURA 8
4.1 Propagación 8
4.1.1 Regeneración Natural 8
4.1.2 Propagación Artificial 9
4.1.2.1 Cosecha, Transporte y Extracción de Semillas 9
4.1.2.2 Limpieza y Secado 9
4.1.2.3 Tratamientos Pregerminativos 9
4.1.2.4 Viverización 10
4.1.2.5 Propagación Vegetativa 11
4.2 Establecimiento 11
5 MANEJO FORESTAL 14
5.1 Crecimiento y Productividad 14
5.2 Cosecha 17
6 ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ALISO NEGRO EN CHILE 18
7 PRODUCCIÓN 20
8 EVALUACIÓN ECONÓMICA 22
9 BIBLIOGRAFIA 23

1 ANTECEDENTES GENERALES

La capacidad que tienen las diferentes especies de alisos para fijar nitrógeno a través de los nódulos de sus raíces, los han hecho merecedores de un creciente interés en el ámbito forestal ya que ofrecen la posibilidad de disponer de este nutriente en forma económica, siendo además especies de rápido crecimiento y adaptadas a suelos hidromórficos empleadas en la forestación de terrenos con napas freáticas altas donde es difícil que prosperen otras especies (Schalin, 1968; Mitchell *et al.*, 1992; Olmedo, 1993).

El Aliso negro (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) es una de las especies de mayor vigor y mejor adaptada a desarrollarse en este tipo de terrenos, es decir, aquellos parcialmente inundados o con drenaje limitado, que en Chile ocupan una superficie significativa entre la IX y X Regiones; debido a ello se presenta como una especie introducida y naturalizada entre la VIII y X Regiones, siendo utilizado con fines agroforestales (Rodríguez, 1981).

En Europa la especie se encuentra muy expandida pero prácticamente no se cultiva ni se comercializa su madera, aunque se le reconozca gran potencial futuro (IDF, 1990).

1.1 Descripción del Árbol

El Aliso negro o Aliso común es una latifoliada que pertenece a la familia *Betulaceae* la cual está integrada por cerca de 30 especies arbóreas y arbustivas, la mayoría distribuidas en las zonas más frías del Hemisferio Norte.

Entre la sinonimia de la especie según indica Najera y Angulo y López Fraile (1969) destacan Alnus vulgaris (Hill); Betula glutinosa (Vill); los nombres vulgares que recibe en España son: Aliso, Ameneiro (Galicia), Atza y Vern (Cataluña), Humero (Asturias), Vinagrera (Logroño). En otros países se le denomina Alno, Ontano comune, Ontano nero (Italia); Aulne glutineux, Aulne commun o Aulne noir (Francia); Black alder, Common alder, European alder (Inglaterra); Gemeine erle, Kiebrige erle, Roterle y Schwarzerle (Alemania).

Es un árbol longevo que puede vivir hasta 120 años, pudiendo medir hasta 30 m de altura; los fustes son esbeltos, rectos y limpios, con diámetros de 50 cm y excepcionalmente 1 m; la copa es regular, de forma piramidal, con ramas delgadas y horizontales; ocasionalmente puede ser un árbol maderero alto, pero debido a que a menudo es cortado para obtener postes o leña, configura un arbusto ramificado (Díaz - Vaz, 1993).

Se reconoce fácilmente en todo momento del año por sus racimos de pequeños estróbilos ovoides y oscuros, también llamados conitos.

Su sistema radicular es muy somero, sobre todo en suelos poco profundos o muy húmedos, no presentando una verdadera raíz central sino que varias raíces secundarías, poderosas, oblicuas o casi horizontales que dan lugar a numerosas raicillas que penetran el terreno y rompen las capas compactas (Najera y Angulo y López Fraile, 1969; Liepe, 1990).

Sus hojas son simples y alternas; miden 5 a 6 cm de largo por 4 a 5 cm de ancho; su pecíolo es más corto que el limbo; son caedizas aunque pueden permanecer en el árbol durante el invierno; su forma es cuneiforme en la base y redondeada en el extremo, bidentadas en los dos tercios superiores. Son de color verde en ambas caras, aunque más claras en el envés; glabras con excepción de los pecíolos y las axilas de los nervios por la cara inferior.

Los amentos masculinos miden 5 a 7 cm de largo, son colgantes y cilíndricos; las flores femeninas son ovales o aovadas - oblongas, tienen escamas rígidas que al convertirse en fruto adquieren una consistencia leñosa de color oscuro.

El Aliso posee yemas de color café rojizo; florece entre agosto y septiembre en el hemisferio sur, y la maduración y diseminación de semillas tiene lugar de marzo a abril.

Su corteza es en un principio lisa y de color castaño verdoso, para posteriormente tornarse agrietada y de color pardo o gris oscuro, casi negra que puede partirse en pequeños cuadrados (Najera y Angulo y López Fraile, 1969; Edlin, 1985; Díaz - Vaz, 1993; Suska *et al.,* 1994).

1.2 Distribución Geográfica

La especie se encuentra presente en toda Europa incluidas las Islas Británicas, a excepción del norte de Escandinavia, y el norte y el sudeste de Rusia. También se encuentra en el noroeste de África, Cáucaso, oeste de Siberia, y norte de Turquía; particularmente en Polonia está muy diseminado en las planicies y montañas a baja altitud. Además está presente en Estados Unidos (Díaz - Vaz, 1993; Suska *et al.,* 1994).

En Chile es muy abundante en la Provincia de Bío-Bío (VIII Región), en la Provincia de Cautín (IX Región) y en la Provincia de Valdivia (X Región); en general habita lugares inundados por causa del terremoto de 1960 como son las riberas de los afluentes del río Calle-Calle y del río Bueno, donde se desarrolla con mayor velocidad que otras especies nativas e introducidas que también están adaptadas a esas condiciones edafológicas (Rodríguez, 1981).

INFOR

Por otra parte, tanto la Corporación Nacional Forestal (CONAF), como la Universidad Austral de Chile y el Instituto Forestal (INFOR) han realizado ensayos para introducir la especie entre las regiones VII y XI.

1.3 Aspectos Reproductivos

Las flores del Aliso negro son monoicas, y su floración tiene lugar antes de la salida de las hojas; así las inflorescencias masculinas y femeninas aparecen en otoño.

Los amentos masculinos son amarillo - rojizos y se aprecian en primavera, siendo delgados y colgantes en la extremidad de los brotes; no presentan escamas protectoras, mientras que las flores femeninas se agrupan en racimos de 3 a 5 pequeños conos rojizos, que se desarrollan en la base de los brotes; estos estróbilos nuevos de 1,5 a 2,5 cm de largo son netamente pedunculados.

Por otra parte, los amentos en la madurez son muy largos (5 a 10 cm) y producen una cantidad importante de polen, de manera que la polinización por viento sea asegurada. No obstante lo anterior, y a pesar de que los árboles maduros florecen cada año, la producción de semillas no es regular.

Aunque la polinización es precoz, la fecundación ocurre en verano, por lo que el desarrollo de los embriones comienza en abril y a la madurez, sus frutos terminales parecen nueces pequeñas (Díaz - Vaz, 1993; Suska *et al.,* 1994).

Los conos se abren después de las primeras heladas del invierno y liberan las semillas al inicio de la primavera; las semillas son café - rojizas con una pequeña franja alada. Se trata de aquenios que contienen una semilla, cuya capacidad germinativa se eleva cuando la colecta se produce en abril (Suska *et al.,* 1994).

Los aquenios maduros tienen un contenido de humedad de 8 - 9% pudiendo ser transportados por el viento en un radio de 30 a 60 m alrededor del árbol madre, o por el agua ya que la semilla puede flotar en la superficie y germinar aún después de doce meses (*Op cit.*).

Suele suceder que la semilla sea transportada por alguna corriente y quede atascada en su ribera, germinando fácilmente en el barro, por lo que el Aliso puede apreciarse comúnmente a orillas de un río o lago, donde crece asociado a la bacteria nitrificadora *Frankia* (Edlin, 1985).

INFOR

1.4 Asociación Natural

La especie forma bosques puros, aunque también crece en asociaciones como son los grupos fitosociológicos *Geranio robertiani - Alnetum glutinosae*. También se asocia a *Prunus padus* y *Fraxinus excelsior* (Dierschke *et al.*, 1987; Díaz - Vaz, 1993; Motiekaityte y Vaigsuskaite, 1995).

En zonas ribereñas, Aliso negro se presenta en comunidades caracterizadas por *Sphagnum palustre* en suelos oligotróficos y por *Cardamine amara* en suelos mesotróficos (Mast, 1995).

1.5 Aspectos Genéticos

Información procedente del Centro de Diversidad de Eurosiberia, señala que el Aliso negro presenta diversos cultivares como *Hortus III var. barbata, denticulata* y *glutinosa*, *Aurea*, *Imperialis*, *Incisa*, *Oxycanthifolial*, *Pyramidatis*, *Quercifolia*, *Rubrinervia*, y *Sorbifolia*. Además *Alnus glutinosa* sirve como patrón para injertos de otros alisos (Duke, 1983).

En Ohio, Estados Unidos, desde la década del '80 se han estudiado diversas procedencias y familias a partir de semillas colectadas desde 12 lugares. Luego de 11 años de mediciones, los resultados muestran una variación altamente significativa en cuanto a sobrevivencia, crecimiento en diámetro y altura, inicio del período vegetativo, y daños por insectos y heladas.

De esta manera, las plantas cuya semilla provino del oeste de Alemania, Francia, Dinamarca y Yugoslavia fueron las de más rápido crecimiento, pero las del sur de Europa, esto es, España, Italia y Bulgaria, fueron las más lentas; por su parte, las de Irán fueron las que mejor toleraron los daños invernales y sitios pobres (Townsend y Douglas, 1994).

INFOR

2 REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS

2.1 Clima

Es una especie resistente al frío logrando sobrevivir en temperaturas cercanas a los –5 ºC; sin embargo, es sensible a las heladas primaverales. Tolera climas húmedos o secos siempre que el suelo tenga un alto contenido de humedad; se estima que tolera tanto el clima templado cálido seco como la estepa templada tibia y hasta los climas húmedos.

Soporta precipitaciones anuales de 400 a 2.000 mm y más, y temperatura media anual de 8 a 14 ºC (Najera y Angulo y López Fraile, 1969; Duke, 1983; Christersson *et al.,* 1985).

2.2 Suelos

No es una especie exigente en suelos, ya que crece bien en suelos graníticos o calizos por lo que es indiferente a la naturaleza mineralógica de éstos, siempre y cuando contengan algo de materia orgánica o limo (Najera y Angulo y López Fraile, 1969).

Los sitios en los que es frecuente encontrar a *Alnus glutinosa* son aquellos suelos húmedos, en riberas de ríos y lagos, en fondo de valles, en zonas pantanosas y ciénagas, y a lo largo de canales y fosas de drenaje (Bradley *et al.,* 1966; Suska *et al.,* 1994).

El Aliso negro es una especie pionera especialmente importante por su capacidad de mejorar suelos deficientes en nitrógeno, debido a la asociación simbiótica de bacterias en sus raíces y también por el alto contenido de este elemento en las hojas que son fácilmente descompuestas (Mitchell *et al.,* 1992; Karpachevsky *et al.,* 1993; Olmedo, 1993).

La capacidad que tienen para utilizar directamente el nitrógeno atmosférico les confiere también una ventaja para colonizar suelos minerales brutos como los que se encuentran en canteras y para el control de dunas (Courrier y Garbaye, 1981; Traci *et al.,* 1983).

Los suelos en que crece la especie también se caracterizan por el alto contenido de hierro (Fe) intercambiable y aluminio (Al).

El pH de los suelos que habita Aliso negro es de 4 a 8 (Bradley *et al.,* 1966; Schalin, 1968; Duke, 1983; IDF, 1990).

INFOR

2.3 Altitud

El rango altitudinal en que se encuentra comprende hasta los 1.300 msnm (IDF, 1990).

2.4 Tolerancia

Es una especie de media luz, es decir, requiere una adecuada disponibilidad de radiación solar (Najera y Angulo y López Fraile, 1969; Olmedo, 1993).

2.5 Simbiosis

La simbiosis con la bacteria Frankia en los nódulos radiculares de los árboles creciendo en suelos pantanosos, es una propiedad particular de las especies del género Alnus, que les permite fijar nitrógeno atmosférico (Edlin, 1985; Mitchell *et al.,* 1992; Ribeiro, 1997).

Estos nódulos no deben ser confundidos con los ectomicorrízicos, que son igualmente comunes entre los alisos pero cumplen un rol diferente, esto es, absorción de agua y de elementos minerales en solución (Courrier y Garbaye, 1981).

Ahora bien, se debe recalcar que estas asociaciones simbióticas son altamente específicas, es decir, es común que cada Aliso en una región geográfica dada, se asocie a un endófito particular por lo que al tratar diferentes hospedantes con la misma bacteria, los resultados no siempre son satisfactorios (Rodríguez - Barrueco y Bond, 1968).

De igual forma, los cambios estacionales alteran la composición de las bacterias asociadas con la rizósfera, de manera que durante otoño e invierno predomina *Bacillus spp* y en primavera y verano predomina *Pseudomomas spp* (Acero *et al.,* 1993).

Los alisos inoculados con actinomicetes y otros actinorrízicos, tienen también un impacto ecológico sobre el reciclaje de diversos macroelementos en el sistema suelo - planta además del nitrógeno (Rodríguez - Barrueco *et al.,* 1984).

INFOR

3 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El Aliso negro o común es atacado por diversos agentes patógenos entre los que destaca la bacteria *Erwinia spp* que induce una gangrena necrótica en las plantas; estos signos son a menudo elongados longitudinalmente y aparecen en la corteza de los troncos, ramas y varillas. Además una secreción acuosa y oscura es exudada desde las pequeñas grietas del área afectada lo que tiñe la superficie de la corteza (Surico *et al.,* 1996).

De igual forma algunos hongos causantes de pudrición radicular atacan a la especie; entre los agentes se incluyen a *Phytophtora cambivora* y *Melanconium apiocarpon* cuyos síntomas consideran enanismo, amarillamiento, copa rala, raíces muertas y lonjas de corteza muerta (Kwasna, 1993; Gibbs, 1994; 1995; Hartmann, 1995).

Otros estudios señalan como patógeno de la raíz a *Fomes annosus* (Fr.) Cooke; sin embargo, los *Streptomycetes* aislados en *Alnus glutinosa* producen antibióticos en los nódulos que inhiben el crecimiento del patógeno (Mikola, 1965; Neal et al, 1968). Las observaciones citológicas realizadas demostraron que el endófito cambia morfológicamente desde un estado activo en el verano a un letargo en los meses de invierno luego de la caída de las hojas, lo que explicaría la carencia de substancias inhibidoras en raíces y nódulos durante dicho período (Gardner, 1965, cit. por Neal *et al.,* 1968).

Entre los insectos fitófagos que atacan a *Alnus glutinosa* se encuentran los lepidópteros *Argyresthia goerdartella*, *Epinotia immundana* y *E. tenerana* que se alimentan de amentos masculinos atacando principalmente durante el invierno, aunque los frutos y las yemas también pueden ser atacados en otoño (Gharadjedaghi, 1995).

Siempre en este ámbito, estudios realizados en Polonia concluyen que las larvas de *Monosoma pulverata* (Retz.) se alimentan de las hojas y además, durante un período de latencia que en promedio dura 10 a 11 meses, la pupa permanece en madera seca descompuesta o bajo la corteza (Pieronek, 1980).

De igual forma, la larva de *Mesosa nebulosa* (F.), un coleóptero de la familia *Cerambycidae* ataca inicialmente el floema bajo la corteza de las ramas para posteriormente penetrar su albura; afortunadamente el daño es de menor extensión en rodales maderables (Starzyk, 1974).

Los bosques españoles de Aliso presentaron síntomas de debilitamiento a mediados de la década de los '80, por lo que en 1991 el Ministerio del Medio Ambiente estableció una red de seguimiento del estado sanitario de la especie (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

INFOR

4 SILVICULTURA

4.1 Propagación

4.1.1 Regeneración Natural

El fruto de *Alnus glutinosa* es un aquenio que cuando madura contiene entre 8 y 9% de humedad. Están dotados de un ala por lo que pueden ser diseminados por el viento en un radio de 30 a 60 m desde el árbol madre, o ser transportados por el agua durante largos períodos (Suska *et al.*, 1994).

La capacidad de germinación de estos aquenios es cercana al 40%, pudiendo disminuir debido a que las escamas se aplastan o las semillas son infectadas por hongos (*Op cit.*).

En un estudio definido para clasificar cualitativa a las semillas de *Alnus glutinosa*, Schalin (1968) examinó con rayos X obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 1).

CUADRO 1
CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DE SEMILLAS DE *Alnus glutinosa*

CLASE	%	DESCRIPCIÓN
O	43.3	Semillas vacías
1	26.9	Embriones con desarrollo incompleto o anormal
2	29.8	Embriones bien desarrollados, con endosperma completo y ocupando la mayor parte de la cavidad embriónica

Fuente: Schalin (1968).

La especie posee entre 700.000 y 750.000 semillas/kg de las cuales solamente 20.000 a 25.000 son semillas viables (Duke, 1983).

Los árboles de crecimiento libre comienzan a fructificar alrededor de los 30 años, pudiendo hacerlo cada año, pero producciones abundantes ocurren cada dos o tres años (Suska *et al.*, 1994).

Las condiciones para una buena regeneración natural implican que las semillas caigan sobre suelo mineral desnudo o humus desprovisto de vegetación competitiva, con buena luminosidad y humedad; la eficacia de la regeneración natural puede ser aumentada escarificando la superficie del suelo y mejorando la entrada de luz (Olmedo, 1993; Suska *et al.*, 1994).

INFOR

4.1.2 Propagación Artificial

4.1.2.1 Cosecha, Transporte y Extracción de Semillas

Los conos maduran a fines de verano o comienzos de otoño, siendo recolectados desde árboles en pie o recientemente volteados.

Para obtener 1 kg de semillas se requiere colectar cerca de 15 a 20 kg de conos, con un rendimiento promedio de cosecha manual de 6 kg de conos al día.

El almacenamiento de los frutos frescos debe ser en una habitación ventilada a temperatura ambiente para evitar su apertura a las pocas semanas. Ahora bien, si se pretende acelerar su abertura, los conos se pueden hacer pasar por un secador a temperaturas de 27 a 38 °C, lo que permite extraer un gran número de semillas y en caso de que las semillas aun permanezcan en los conos, éstas pueden extraerse sacudiéndolos o mediante un tambor rotatorio.

Cuando se desea almacenar las semillas por períodos largos (5 años), éstas deben tener entre 5 y 7% de humedad y conservarse en recipientes herméticos para evitar cualquier fluctuación (Suska *et al.,* 1994).

4.1.2.2 Limpieza y Secado

Una vez extraídas las semillas desde el fruto, éstas se pueden hacer pasar por tamices de 1,5 a 3,0 mm para la separación de las impurezas gruesas, y la eliminación de polvo, partículas y fragmentos de brácteas; con ello es posible obtener entre 80 y 90% pureza, aunque para su comercialización es suficiente un 60% de pureza y 40% de capacidad germinativa (Suska *et al.,* 1994).

4.1.2.3 Tratamientos Pregerminativos

En condiciones naturales, la semilla de Aliso negro germina fácilmente siempre que la cantidad y calidad de la luz sea adecuada. No obstante, se puede aumentar la tasa de germinación estratificándolas en un medio húmedo y frío (1 a 5 °C) durante 180 días. Un congelamiento durante tres días a -20 °C después de la estratificación aumenta la tasa de germinación, ya que las semillas tienen un embrión incompleto (Suska *et al.,* 1994).

Por su parte, Schalin (1968) demostró que con un tratamiento de 3 días con bajas temperaturas, se obtiene más de 45% de germinación.

4.1.2.4 Viverización

La producción de plantas de *Alnus glutinosa* normalmente considera una temporada de vivero, es decir, son plantas 1 - 0, aunque también se pueden utilizar plantas 2 - 0 que pueden alcanzar hasta 1 m de altura; para obtenerlas, en primavera se siembran a una profundidad de 5 mm aproximadamente, entre 5 y 15 g de semillas por metro cuadrado de platabanda cuando se siembra en líneas o en banda, y entre 20 y 40 g para siembras por tendido en la misma unidad de superficie. Con estas densidades de siembra se pueden obtener entre 120 a 350 plantas/m^2, pero si se utilizan semillas de alta calidad se pueden obtener hasta 200 individuos con sólo 1 - 1,5 gr de semillas sembradas (IDF, 1990; Suska *et al.,* 1994).

No deben emplearse densidades más altas ya que esto lleva a que las plantas más pequeñas deban ser repicadas; por ello en Alemania se recomienda sembrar a una densidad final 270 plantas/m^2 con lo que se puede obtener mayor desarrollo en sólo una temporada.

La emergencia de las plántulas toma entre tres y cuatro semanas. El crecimiento de los individuos es bastante lento en los primeros meses y se acelera hacia el otoño, en tanto que el crecimiento de las raíces puede continuar incluso en invierno (Suska *et al.,* 1994).

En países como Estados Unidos es común que la producción de Aliso negro sea a raíz cubierta por lo que las semillas son sembradas en contenedores de 7 cm de diámetro (jiffy pots) cuyo sustrato es una mezcla de turba y vermiculita; posteriormente, a fines de primavera (mayo en el Hemisferio Norte) las plántulas son trasplantadas a contenedores de 8 l de capacidad, y son ubicados a la sombra, con lo que pueden alcanzar 75 cm de altura en una temporada siempre que el medio sea inoculado con una bacteria fijadora de nitrógeno (*Op cit.*).

Ahora bien, debido a que las plántulas son muy sensibles a la deshidratación, pero exigentes en luminosidad para obtener una germinación y desarrollo uniformes, se debe considerar humectar el suelo permitiendo que el de agua se sitúe entre 10 y 30 cm de profundidad, y utilizar sombreaderos (Rodríguez, 1981; Suska *et al.,* 1994).

De igual forma, extremo cuidado debe tenerse al extraer las plantas del vivero para que durante el transporte, almacenamiento y barbecho sus raíces no queden expuestas ya que, por ejemplo después de tres horas al aire libre se observa una disminución importante en su sobrevivencia. Por ello se requiere de un embalaje protector del sistema radicular y cubrir inmediatamente para evitar su deshidratación (Suska *et al.,* 1994).

En Chile, la Universidad Austral a fines de los años '70 (Urzúa *et al.,* 1978), produjo plantas de *Alnus glutinosa* en su vivero, empleando semillas procedentes de

INFOR

Yumbel, VIII Región, con una viabilidad del 29%, las que fueron sembradas a mediados de septiembre directamente en platabandas y repicando durante los primeros días de enero. Sin embargo, sus resultados fueron bastante variables y en la mayoría de los casos poco satisfactorios por lo que recomendaron investigar acerca de los pretratamientos más adecuados, la época de siembra, la constitución de la cama de semillas y la fecha de repique.

4.1.2.5 Propagación Vegetativa

La especie tiene la capacidad de rebrotar luego de ser cosechada, aunque la propagación vegetativa no ha sido factible para el establecimiento de rodales (Mitchell *et al.*, 1992).

Sin embargo, en Chile se han realizado ensayos de propagación vegetativa con *Alnus glutinosa*, principalmente para subsanar la dificultad de obtener material viverizado de buena calidad en términos de la forma y el tamaño. Los resultados de diversas investigaciones indican que utilizando estacas arraigadas se obtiene material de mejor calidad que el proveniente de siembra (Urzúa *et al.*, 1978; Rodríguez, 1981).

En el siguiente cuadro se indican algunas variables importantes de manejar en la propagación por estacas de *Alnus glutinosa*.

CUADRO 2
VARIABLES A CONSIDERAR PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ALISO NEGRO

Variable	Parámetro
Edad de la planta madre	Dos a tres años
Época de colecta de estacas	Inicio de primavera
Empleo de hormona vegetal	Sí
Sustrato de enraizamiento	Mezcla de suelo orgánico con arena en una capa de 15 cm, instalado en platabanda elevada que permita un buen drenaje y mayor temperatura

Fuente: Rodríguez (1981).

4.2 Establecimiento

Cuando Aliso se establece sin otras especies, la densidad de plantación recomendada fluctúa entre 1.000 y 2.000 árboles/ha (IDF, 1990).

También se le utiliza en plantaciones mixtas en las que conforma el dosel de especies acompañantes cuya función es la de potenciar el crecimiento y mejorar la forma de la especie principal.

INFOR

De esta manera, el Aliso negro ha sido empleado en plantaciones mixtas como acompañante de *Juglans nigra* L. y mezclado con *Elaeagnus umbellata* Thunb y *Robinia pseudoacacia* L., con el objeto de evaluar el incremento en el desarrollo de la especie principal y la variación por efecto de diferentes procedencias (Schlesinger y Williams, 1984).

En estos casos se pueden aplicar diferentes distanciamientos como 4,8 m dentro de la fila y 3,6 m entre hileras de nogal, lo que permite que cada 2,4 m se realice una mezcla 1:1 con las especies acompañantes; si los nogales fueran plantados a 3,5 x 3,5 m, la mezcla 1:1 se lograría interplantando los alisos dentro de las hileras de nogal.

De las especies acompañantes testeadas, *Alnus glutinosa* presenta ventajas comparativas sólo en los suelos más pobres, y además es sensible a las alelopatías del nogal (*Op cit.*).

Otras plantaciones mixtas evaluadas corresponden a las de *Populus trichocarpa*, cv. Fritzi Pauley y alisos en formación de monte bajo a fin de fertilizar en forma natural la plantación de álamos cuyo espaciamiento es de 8 x 8 m (Courrier y Garbaye, 1981).

El efecto de la fertilización sobre el volumen total fue significativo desde el inicio aumentando aún más a los 10 años, por lo que se concluye que existe una relación positiva de la asociación, cuya magnitud depende de la fertilidad aparente del suelo y de la densidad de alisos por hectárea por lo que se recomienda plantar 1.000 árboles/ha lo que corresponde a un distanciamiento de 3 x 3 m, con ello se pueden acumular entre 125 y 300 kg de nitrógeno por hectárea (Courrier y Garbaye, 1981; NAS, 1980 cit. por Duke, 1983; Mitchell *et al.*, 1992).

Por otra parte, controlar las malezas es una operación muy necesaria en este tipo de plantaciones, pero se debe tener la precaución que el herbicida empleado no dañe al Aliso, que es altamente susceptible a estos productos.

Por ello, desde fines de los '70 se ha evaluado el efecto que sobre el crecimiento de *Alnus glutinosa*, tiene el control de malezas con herbicidas, constatándose que los mejores tratamientos son aquellos que cultivan el terreno y aplican los siguientes ingredientes activos que no causan daños a los árboles ni afectan el número de nódulos en sus raíces:

a.- 4 kg/ha de terbumeton más 4 kg/ha de terbutilazina o glifosato inmediatamente después de realizada la plantación, y
b.- 2,4 kg/ha de diuron aplicado dos veces en post-emergencia.

Lo contrario ocurre cuando se aplica atrazina constatándose que la mortalidad de aliso se incrementa significativamente, al igual que sucede con dosis

INFOR

excesivas de simazina, que pueden retardar el desarrollo de los árboles (Bullock y Gilchrist, 1989; Lifschitz, 1996).

5 MANEJO FORESTAL

5.1 Crecimiento y Productividad

Debido a su capacidad para fijar nitrógeno y rápido crecimiento juvenil, el Aliso puede ser usado para producir biomasa (entre 1,0 y 9,6 ton/ha/año) en rodales puros o en mezclas con especies de rápido crecimiento o como árboles nodriza, ya que junto al aporte de nitrógeno a suelos pobres, éstos contribuyen a la formación de sustancias húmicas produciendo litter, con lo que se mejora la capacidad de retención de agua y la de intercambio catiónico de los suelos, particularmente en suelos arenosos (Prégent y Camiré, 1985).

Con este rendimiento se pueden alcanzar 200 m^3/ha en rotaciones de 15 años (Olmedo, 1993).

La especie presenta un fuste recto y realizando podas se logran trozas de 6 a 8 m sin defectos y DAP entre 30 y 50 cm (IDF, 1990).

En Sudáfrica, en rodales de 30 años de edad se han reportado crecimientos medios en altura de 0,3 m/año y 0,8 a 0,9 cm de diámetro/año (Bradley *et al.*, 1966).

En cuanto a las existencias en área basal, rodales de 13 a 18 años, con densidades de 3.000 arboles/ha, 20% de los cuales corresponden a *Alnus glutinosa* presentan entre 24 y 40 m^2/ha. Ahora bien, si la densidad disminuye a 1.600 árboles/ha con un 55% de Aliso común, el área basal es de 25 m^2/ha (Duke, 1983).

En estas mismas situaciones, la fitomasa en pie alcanza 109 ton métricas/ha, lo que indica una productividad de 12 ton métricas/ha/año de combustible.

Con el fin de evaluar la producción potencial en biomasa en suelos agrícolas sin adición de fertilizantes y analizar la habilidad de Aliso común para utilizar nutrientes en sitios deficientes, plantas de un año producidas a raíz desnuda fueron inoculadas y plantadas a razón de 1,2 m entre filas y 0,6 m dentro de las hileras (Prégent y Camiré, 1985).

Los resultados obtenidos 4 temporadas después son indicados en el siguiente cuadro.

INFOR

CUADRO 3
ALTURA, DIÁMETRO DE CUELLO Y MORTALIDAD DE *Alnus glutinosa*

Zona	Altura (cm)	Diámetro de Cuello (mm)	Mortalidad (%)
1	181 + - 38	32 + - 5	5
2	144 + - 49	22 + - 5	3

Fuente: Prégent y Camiré (1 985).

De lo expuesto anteriormente se desprende que *Alnus glutinosa* puede ser usado como especie de alto potencial para la producción de biomasa en suelos deficientes donde presenta buena habilidad para captar P y Mg (Prégent y Camiré, 1985).

Otros estudios llevados a cabo en Estados Unidos señalan que la especie a partir del tercer año de edad es capaz de producir 10 ton/ha/año de biomasa dendroenergética cuando es plantada a distanciamientos de 0,5 x 1 m (Gillespie y Pope, 1994).

Por otra parte, investigaciones realizadas por la División Técnica Forestal de CEMAGREF (1996) desde 1990, a fin de evaluar la productividad de biomasa y de madera de calidad en plantaciones mixtas con Arce sicomoro (*Acer pseudoplatanus*) y Fresno (*Fraxinus excelsior*), entregan valiosos antecedentes.

Los tratamientos aplicados se indican en el siguiente cuadro:

CUADRO 4
TRATAMIENTOS APLICADOS POR CEMAGREF

Tipo de ensayo	Densidad (árb/ha)	Distanciamiento (m)	Especie principal (árb/ha)	Aliso (árb/ha)
Aliso puro	1.666	1,50 x 4,0	----	1.666
½ de Sicomoro o Fresno y Aliso	1.110	2,25 x 4,0	555	555
1/3 de Sicomoro o Fresno y Aliso	1.666	1,50 x 4,0	555	1.110
¼ de Sicomoro o Fresno y Aliso	2.220	2,25 x 2,0	555	1.665
Sicomoro o Fresno puro	555	4,50 x 4,0	555	----

Fuente: CEMAGREF (1996)

El crecimiento de Aliso durante cada temporada de evaluación en los diferentes ensayos donde fue plantado con Fresno es detallado en los siguiente cuadros:

INFOR

CUADRO 5
CRECIMIENTO EN ALTURA DE ALISO CON FRESNO

Densidad	Alturas (m)					Incrementos (m)			
	H 90	H 92	H 94	H 95	H 96	▲H1	▲H2	IMA6	Pro
2.220 A	0,99	2,78	6,21	7,75	10,77	3,02	9,78	1,63	1,90
2.220 B	-	-	-	-	8,49	-	-	-	-
1.110	1,25	3,21	6,28	7,62	8,66	1,04	7,40	1,23	0,80
1.665	1,17	2,97	6,16	7,57	12,34	4,77	11,17	1,86	1,40
1.665 Puro	1,19	2,97	6,27	7,61	8,76	1,13	7,55	1,26	0,90

Fuente: CEMAGREF (1996)

Donde: H90 es la altura registrada el año 1990; y así sucesivamente.
▲H1 = H96 - H95;
▲H2 = H96 - H9O;
IMA6 es el incremento medio anual durante 6 períodos vegetativos;
Pro es el cuociente (H96 - H95) / (H95 - H94);
2.220 A es ensayo de ¼ de Fresnos y Aliso negro fue cortado en enero de 1996;
2.220 B es ensayo de ¼ de Fresnos en que Aliso negro no fue cortado.

CUADRO 6
CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE ALISO CON FRESNO

Densidad	Diámetro (cm)			Incremento (cm)		
	94	95	96	▲C1	▲C2	▲C3
2.220 A	5,72	7,06	-	1,34	-	-
2.220 B	-	-	7,79	-	-	-
1.110	6,58	8,27	9,39	1,68	1,11	0,66
1.665	5,82	7,16	8,40	1,33	1,24	0,93
1.665 Puro	5,41	6,62	7,79	1,21	1,17	0,96

Fuente: CEMAGREF (1996)

Donde ▲C1 = Diámetro 95 - Diámetro 94;
▲C2 = Diámetro 96 - Diámetro 95;
▲C3 = ▲C2 / ▲C1.

Ahora bien, cuando Aliso es plantado junto a Arce sicomoro, se obtienen los siguientes crecimientos:

CUADRO 7
CRECIMIENTO EN ALTURA ALISO CON ARCE

Densidad	Alturas (m)				Incremento (m)		
	H90	H92	H94	H96	▲H1	▲H2	AM6
1.110	1,07	2,62	5,19	7,09	1,90	6,02	1,00
1.665	1,03	2,79	5,75	12,43	-	-	-
1.665 Puro	1,08	3,16	6,42	8,66	2,23	7,57	1,26

Fuente: CEMAGREF (1996)

Donde: H90 = altura el año 1990;
▲H1 = H96 - H94;
▲H2 = H96 - H90;
IMA6 = Incremento Medio Anual por 6 períodos vegetativos.

INFOR

CUADRO 8
CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE ALISO CON ARCE

Densidad	Diámetro (cm)		Incremento (cm)
	94	96	▲C1
1.110	17,1	25,9	8,8
1.665	18,3	-	-
1.665 puro	19,4	27,9	8,4

Fuente: CEMAGREF (1996)
Donde ▲C1 = Diámetro 96 - Diámetro 94.

Al comparar los resultados de ambas situaciones, los autores determinaron que los Alisos dominan completamente a los Arces en la densidad de 1.110 árb/ha, lo que hace que éstos últimos tengan mala forma por verse forzados a desviar su eje hacia las interlíneas mas claras (CEMAGREF, 1996).

En base a estos incrementos, se estimó la producción maderable total de *Alnus glutinosa* tanto en plantaciones puras como en mezclas con fresnos.

CUADRO 9
ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN MADERABLE EN RODALES DE ALISO SEGÚN LA DENSIDAD

Densidad	Volumen Maderable		Volumen Comercializable	
	m^3/ha	m^3/ha/año	m^3/ha	m^3/ha/año
2.220	13,0	2,2	11,9	2,0
1.110	5,8	1,0	5,2	0,9
1.665	9,6	1,6	8,7	1,5
1.665 Puro	13,1	2,2	10,2	1,7

Fuente: CEMAGREF (1996)

5.2 Cosecha

La experiencia acumulada por diversas investigaciones indica que la cosecha de *Alnus glutinosa* debe ser realizada durante el período de latencia de las plantas, ya que de lo contrario, la capacidad de rebrotar puede afectarse severamente (Mitchell *et al.*, 1992).

Las rotaciones o ciclos de corta para monte bajo de la especie fluctúan entre 5 y 15 años, pudiendo cosecharse alrededor de 400 árb/ha; ahora bien si se persigue la producción de trozos aserrables, la edad de explotación será de 40 a 50 años, cosechando entre 150 y 200 árb/ha (IDF, 1990; Mitchell *et al.*, 1992; Olmedo, 1993).

INFOR

6 ENSAYOS DE INTRODUCCIÓN DE ALISO NEGRO EN CHILE

En nuestro país la Universidad Austral (UACH), CONAF e INFOR han desarrollado varios proyectos silviculturales considerando a *Alnus glutinosa* como especie apta para desarrollarse en terrenos inundables como son los ñadis, las vegas y los hualves (Urzúa *et al.,* 1975; 1978; 1979; Olivares, 1993).

Primeramente, con respecto a lo realizado por la Universidad Austral se puede indicar que ésta entre los años 1976 y 1980 desarrolló el proyecto "Utilización Integral silvoagropecuaria de los terrenos de ñadi", los que entre la IX y X Regiones alcanzan una superficie de 848.360 ha (Urzúa *et al.,* 1975).

La motivación de los investigadores estuvo dada porque, siendo los ñadis terrenos de drenaje difícil o pantanos de temporada, extensas zonas abarcadas por este tipo de suelos se encontraban desprovistos de vegetación arbórea, eran improductivos o bien correspondían a zonas de bajos niveles de productividad.

De esta manera se planteó la incorporación masiva de este tipo de suelos a un manejo silvopastoral que junto al aprovechamiento agropecuario, incorporara el arbolado en la economía a través de sus múltiples funciones de protección y producción de materia prima para la industria forestal y a la vez recupere este ecosistema fuertemente alterado.

Para lograr la solución de estos problemas se planteó el uso de especies arbóreas introducidas de alto potencial biológico, que por su abastecimiento de nitrógeno y óptimo aprovechamiento de los nutrientes minerales del suelo bajo condiciones de anegamiento, contribuyera a mejorar las actividades productivas como la agricultura y ganadería a través de la protección de los terrenos y el aporte de la materia orgánica fértil y por otra parte, permitiese una elevada producción de madera industrial (*Op cit.*).

Las unidades experimentales consideraron el establecimiento de 1.155 plantas de *Alnus glutinosa* por hectárea formando bosquetes, cortinas cortaviento e hileras de árboles en praderas, las cuales fueron fertilizadas con 120 kg/ha de urea, 50 kg/ha de P_2O_5 y 54 kg/ha de K_2O.

También la Universidad Austral, con motivo del proyecto "Uso silvopastoral de las áreas marginales de la Décima Región", a partir de 1981 estableció plantaciones agroforestales en zonas inundadas, en las que Aliso negro formó parte del dosel de especies acompañantes (Peñaloza y Hervé, 1988).

En este proyecto se consideró entre otros objetivos, el determinar las especies forestales adecuadas y su desarrollo en diferentes condiciones de sitio con la presencia de ganado ovino y desarrollar técnicas de manejo silvícola y pratense para

INFOR

aumentar la productividad del sistema silvopastotral para finalmente determinar la productividad y rentabilidad del sistema en base a madera, carne y lana.

Las plantaciones experimentales que consideraron alisos se realizaron en predios particulares de las comunas de Valdivia, Fresia, Ancud y Chonchi en la X Región.

Para estos ensayos se utilizaron plantas 1 - 1, cuya altura inicial fue de 0,7 a 1 m y 0,95 a 1,25 cm de diámetro de cuello, ubicadas a espaciamientos de 2 x 2, 1,5 x 3 y 3 x 3 m.

A un año de la plantación, *Alnus glutinosa* presentó crecimientos en altura de 1,1 m y de diámetro de 1,3 cm, y al segundo año, la altura registrada fue de 1,2 a 2,4 m dependiendo de la profundidad del suelo, en tanto que el diámetro fluctuó entre 2,4 y 4,3 cm según la calidad del suelo.

A los 4 años en suelos profundos de Ancud (sobre 50 cm), con densidades de 1.347 árb/ha se tienen se tienen 2,42 m de altura y diámetros de cuello (DAC) de 4,3 cm, a diferencia de los 1,2 m y 2,4 cm respectivamente encontrados en suelos menos profundos como los ñadis.

A los 6 años, en tanto, la altura de los árboles fluctúa entre los 6 y 7 m, y el DAP es superior a los 6 cm, con un incremento medio anual de más de 1 cm cuando las densidades fluctúan entre 2.000 y 2.417 árboles por hectárea.

En estos módulos silvopastorales la densidad arbórea no afectó la producción de materia seca total ni de la materia viva seca de la pradera.

Por su parte, la Corporación Nacional Forestal plantó *Alnus glutinosa* en la XI Región, con el objetivo fundamental de corregir torrentes y evitar la erosión.

A los esfuerzos anteriores se agregan los que el Instituto Forestal (INFOR) ha realizado desde el año 1997, en el marco de su proyecto "Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva", estableciendo unidades experimentales tendientes a evaluar el comportamiento de algunas procedencias de Aliso negro como especie acompañante de nogal común (*Juglans regia*) en las Regiones VIII y IX.

Recientemente, las evaluaciones de los ensayos del proyecto "Recuperación de suelos Ñadis" también de INFOR, han constatado la aptitud de la especie para crecer satisfactoriamente en zonas con problemas de drenaje y baja fertilidad.

INFOR

7 PRODUCCIÓN

El Aliso común es capaz de crecer a orillas de cursos de agua, por lo que sus raíces juegan un papel importante en la mantención de riberas de ríos y en el control de la erosión. Además el árbol provee hábitat y alimento para la vida silvestre aunque tiene poco valor como especie ornamental.

También ha sido utilizado para la fijación de dunas o arenales costeros y para la forestación en relaves mineros (MacDonald *et al.,* 1957; Traci *et al.,* 1983; Edlin, 1985; Duke, 1997).

Su madera es blanda, elástica y suave, ligeramente liviana y fácilmente trabajable, pero poco durable cuando está sometida a la intemperie, aunque permite que se le preserve sin dificultad (Díaz - Vaz, 1993).

Se deja clavar, atornillar y pulir con facilidad, y no ofrece obstáculos para el encolado. Posee características que la hacen apta para la producción de pulpa, presentando singularidades apropiadas para la fabricación de diversos tipos de papeles. Es una madera con un contenido de lignina relativamente bajo (24,6%) y un 53,1 % de celulosa.

Su color es castaño pálido a rosado, sin diferenciación entre duramen y albura. El veteado es suave y la textura es fina y homogénea. Los anillos de crecimiento son poco delimitados, cuyo ancho fluctúa entre los 4 y 10 mm.

Presenta una porosidad difusa con vasos múltiples; es una madera de fibra corta cuya longitud se aproxima a 1 mm. Su densidad es de 350 kg/m^3 y su contracción volumétrica es cercana al 13%.

En Europa es una especie que presenta resistencia a la flexión estática de 9.000 kg/cm^2, compresión paralela cercana a los 500 kg/cm^2 y al cizalle de 45 kg/cm^2 por lo que se le clasifica como una madera de resistencias mecánicas medianas (Najera y Angulo y López Fraile, 1969).

Se utiliza en carpintería y ebanistería económica, tallados y tornerías, interiores de muebles finos y terciados; también para hacer moldes de vasos manufacturados, fabricar palos de escoba y mangos de herramientas, cajas de cigarrillos, hormas de zapatos, estuches, reglas y escuadras de dibujo, entre otros. No es apta para la fabricación de tableros de partículas, aun cuando es una especie de fácil descortezado.

Se emplea también en trabajos hidráulicos y de conducción de agua pues presenta buena durabilidad natural cuando está permanentemente sumergida, al

INFOR

contrario de lo que sucede cuando está sometida a alternancia de humedad y sequía (Najera y Angulo y López Fraile, 1969; Urzúa y Poblete, 1980).

Su corteza se emplea en curtiduría ya que otorga una fuerte apariencia rojiza al cuero, además, sus contenidos pueden ser empleados en gargarismos contra la angina y la faringitis, siendo adecuada también para el tratamiento de hemorragias intestinales (Díaz - Vaz, 1993)

INFOR

8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Alnus glutinosa es una especie cuya madera presenta un interés económico discutible (IDF, 1990; Lockow, 1995).

Debido a ello, los volúmenes comercializados no son de gran magnitud; de esta manera, en 1984 el volumen total de madera de Aliso cortado en Alemania fue cercano a los 16.000 m^3 que fueron comercializados a precios de 76 a 118 DM/m^3.

Ahora bien, los aserraderos se interesan por trozas de 2 m de largo y 25 cm de diámetro cuando se destina a la producción de madera aserrada, o en su defecto, trozas de menores dimensiones si el objetivo es la producción de pallets y pulpa.

Los precios de la madera aserrada fluctúan entre 350 y 500 DM/m^3 (Kropf, 1985; Lockow, 1995).

9 BIBLIOGRAFIA

ACERO, N.; PROBANZA, A.; BLANCO, B.; GUTIERREZ - MANERO, F. 1993. Seasonal changes in physiological groups of bacteria that participate in the nitrogen cycle in the rhizospheres of the alder. Geomicrobiology Journal 11 (3-4): 133 - 140.

BRADLEY, R.; CHRISTIE, J.; JOHNSTON, M. 1966. Forest management tables. Forestry Commission Booklet nº 16. London. Her Majesty's Stationery Office. 218 p.

BULLOCK, B.; GILCHRIST, A. 1989. Effects of some herbicide regimes on the first season's growth of alders *(Alnus spp.)*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 17(1): 35 - 39.

CEMAGREF. 1996. Essai biomasse bois d'oeuvre rougemont (25). Resultants de mesures en hauteur et circonference (cm). Division Forét et Agroforesterie Domaine de Laluas. 28 p.

CHRISTERSSON, L.; KAURIN, A.; JUNTILA, O.; NILSEN, J. 1985. Frost damage during the growing season. Plant production in the North. Proceedings of "Plant adaptation workshop", Tromso, Norway, 4-9 Sep. 1983: 191 - 198.

COURRIER, G.; GARBAYE, J. 1981. A proposite de la sylviculture des peuplements mélangés. Revue Forestiere Francaise 33(4): 289 - 292.

DÍAZ - VAZ, J. 1993. Aliso (*Alnus glutinosa*). Ficha Forestal. Lignum 11: 24.

DIERSCHKE, H.; DORIRG, U.; HUNERS, C. 1987. The bird cherry / alder / ash forest (*Pruno - Fraxinetum*) in northeastern Lower Saxony. Tuexenia 7: 367 - 379.

DUKE, J. 1983. Handbook of energy crops. Unpublished. Servidor World Wide Web.

EDLIN, H. 1985. Broadleaves. Forestry Commission Booklet nº 20. London. Her Majesty's Stationery Office. 104 p.

GHARADJEDAGHI, B. 1995. Phytophagus insects on catkins, fruits, and buds of white and black alder. Forstwissenschaftliches Centraiblatt 114 (3): 129 - 140.

GIBBS, J. 1994. *Phytophtora* root disease of common alder. Research Information Note Forestry Authority Research Division Nº 258.

GIBBS, J. 1995. *Phytophtora* root disease of alder in Britain. Bulletin-OEPP 25 (4): 661 - 664.

INFOR

GILLESPIE, A., POPE, P. 1994. Intensive culture of European black alder in central Indiana, U.S.A.: biomass yield and potencial returns to farmers. Biomass and bioenergy 6 (6): 419 - 430.

HALL, K.; MCCORMICK, L.; KUHNS, L. 1986. Black alder seedlings demonstrate tolerance to preemergence herbicides in preliminary trials. Northern Journal of Applied Forestry 3 (2)- 76 - 79.

HARTMANN, G. 1995. Root collar rot of alder (*Alnus glutinosa*) - a previously unknown fungal disease caused by *Phytophtora cambivora*. Forst und Hoiz 50 (18): 555 - 557.

INSTITUTE POUR LE DEVELOPPEMMENT FORESTIER (IDF). 1990. Boiser une terre agricole. 64 p.

KARPACHEVSKY, L.; KHOLOPOVA, L.; MIKHAYLENKO, N. 1993. Soils of black alder forests of the Moscow district. Eurasian Soil Science 25 (12 m): 1 - 14.

KROPF, P. 1985. Alder and the uses of its timber (1), (2). Holz Zentraiblatt 111: 114, 125, 1635, 1819.

KWASNA, H. 1993. *Melanconium apiocarpon* - the cause of die-back of branches of *Alnus glutinosa* in Poland. Acta Mycologica 28 (1): 87 - 92.

LIEPE, K. 1990. Growth and root development of 30 - years - old alder (*Alnus glutinosa*) in a provenance trial. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 161 (8): 149 - 154.

LIFSCHITZ, M. 1996. Manual fitosanitario 1996 - 1997. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G. 677 p

LOCKOW, K. 1995. New yield table for common alder - model structure and application in forestry practice. Beitrage fur Forstwirtschaft und Landschaftsokologie 29 (2): 49 - 55.

MACDONALD, J.; EDWARDS, M.; ALDHOUS, J, 1957. Exotic forest trees in Great Britain. Forestry Commission Bulletin nº 30. 168 p.

MAST, R. 1995. Near - natural vegetation on spring sites in the Weser - Leine Mountains (southern Lower Saxony). Naturnahe Vegetation an Quelistandorten im Weser Leinebergiand (Sud - Niedersachsen). Tuexenia 15: 139 - 159.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1997. Red de seguimiento del estado sanitario del aliso. Subdirección General de Medios Informativos y Servicios. Servidor World Wide Web.

INFOR

MITCHELL, C.; FORD, J.; HINCKLEY, T.; SENNERBY, L. (eds.). 1992. Ecophysiology of short rotation crops. London, Elsevier Applied Sciences.

MOTIEKAITYTE, V.; VAIGSUSKAITE, R. 1995. Classification of forest communities of the Palanga botanical park. Biologija 3 - 4: 92 - 94.

NAJERA Y ANGULO, F.; LOPEZ FRAILE, V. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosos peninsulares. Madrid, España. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias.

NEAL JR, J.; LU, K.; BOLLEN, W.; TRAPPE, J. 1968. A comparison of rhizosphere microfloras associated with mycorrhizae of red alder and Douglas - fir. Biology of alder, Symposium Proceedings. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. United States Department of Agriculture.

OLIVARES, P. 1993. Experiencias de la Universidad Austral de Chile en la investigación agroforestal en la X Región: Un estudio de caso. Memoria del Seminario de Agroforesteria. Santiago, diciembre de 1992. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: 13 - 19.

PEÑALOZA, R.; HERVÉ, M. 1988. Uso silvopastoral de las áreas marginales de la X Región. Informe Final nº 128. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería Forestal y Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agraria.

PIERONEK, B. 1980. On the larval *Monosoma pulverata* (Retzius) feeding on alder (Hymenoptera: Tenthredinidae - Biennocampinae). Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin 56 (2): 195 - 199.

PRÉGENT, G.; CAMIRÉ, C. 1985. Biomass production by alders on four abandoned agricultural soils in Quebec. Plant and Soil 87: 185 - 193.

RIBEIRO, A. 1997. Plant genes involved in the establishment of an actinorhizal symbiosis. Department of molecular biology, Agricultural University, Wageningen, Netherlands. 108 pp.

RODRÍGUEZ, T. 1981. Propagación vegetativa de aliso negro *(Alnus glutinosa)*. Tesis. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Escuela de Ciencias Forestales.

RODRÍGUEZ - BARRUECO, C.; BOND, G. 1968. Nodule endophytes in the genus *Alnus*. Biology of alder, Symposium Proceedings. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. United States Department of Agriculture.

RODRIGUEZ - BARRUECO, C.; MIGUEL, C.; SUBRAMANIAM, P. 1984. Seasonal fluctuations of the mineral concentration of alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) from the field. Plant and Soil 78: 201 - 208.

INFOR

SCHALIN, I. 1968. Germination analysis of Grey alder (*Alnus incana*) and Black alder (*Alnus glutinosa*) seeds. Biology of alder, Symposium Proceedings. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. United States Department of Agriculture.

SCHLESINGER, R.; WILLIAMS, R. 1984. Growth response of black walnut to interplanted trees. Forest Ecology and Management: 235 - 243.

STARZYK, J. 1974. Studies on the distribution, biology and ecology of *Mesosa nebulosa* (F.) (Coleoptera, Cerambycidae) in the Niepolomicka Forest. Polskie Pismo Entomologiczne 44 (3): 661 - 672.

SURICO, G.; MUGNAI, L., PASTORELLI, R.; GIOVANNETTI L.; STEAD, D. 1996. *Erwinia alni*, a new species causing bark cankers of alder (*Alnus* Miller) species. International Journal of Systematic Bacteriology 46 (3): 720 - 726.

SUSKA, B.; MULLER, C.; BONNET - MASIMBERT, M. 1994. Graines de Feuillus Forestiers de la Récolte au Semis. Paris, Francia. INRA. 292 p.

TOWNSEND, A.- DOUGLAS, L. 1994. Variation among *Alnus* progenies grown in Ohio. Journal of Arboriculture 20 (3): 165 - 169.

TRACI, C.; CEUCA, G.; CATRINA, F. 1983. Aspects of the improvement and afforestation of river marine sands of the Danube delta. Bulletin de l'Academie des Sciences Agricoles et Forestieres Romania 12- 149 - 154.

URZÚA, J.; COX, F.; SHLEGEL, F., DIAZ - VAZ, J.; POBLETE, H.; MARAMBIO, J. 1975. Utilización silvoagropecuaria de los terrenos de ñadi. Anteproyecto. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal.

URZÚA, J.; COX, F.; SHLEGEL, F.; DIAZ-VAZ, J.; POBLETE, H.; MARAMBIO, J.; ELLIS, A. 1978. Utilización silvoagropecuaria de los terrenos de ñadi. Avance del Proyecto, Octubre 1977 - Noviembre 1978. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal.

URZÚA, J.; COX, F.; SHLEGEL, F.; DIAZ-VAZ, J.; POBLETE, H.; CUEVAS, H.; GREZ, R.; ELLIS, A. 1979. Utilización silvoagropecuaria de los terrenos de ñadi. Segundo Informe de avance, Diciembre 1978 - Noviembre 1979. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal.

URZÚA, J.; POBLETE, H. 1980. Utilización silvoagropecuaria de los terrenos de ñadi. Segundo Informe de avance. Factibilidad técnica de la producción de tableros de partículas utilizando especies que crecen en los terrenos de ñadi. Informe Convenio nº 29. SERPLAC X REGIÓN – UACH.

INFOR

PROYECTO

SILVICULTURA DE ESPECIES NO TRADICIONALES: UNA MAYOR DIVERSIDAD PRODUCTIVA

(FONSIP-FIA)

Dirección:

VERONICA LOEWE

INFOR

INSTITUTO FORESTAL