

Guías silviculturales

para el manejo de especies forestales
con miras a la producción de madera
en la zona andina colombiana

El Aliso o Cerezo

Alnus acuminata H.B.K. ssp *acuminata*

Por:

Carlos Mario Ospina Penagos - Raúl Jaime Hernández Restrepo -
Dina Estella Gómez Delgado - José Alexander Godoy Bautista -
Fabio Alonso Aristizábal Valencia - José Norbey Patiño Castaño -
Jary Arnold Medina Ortega



**Guías
silviculturales**
para el manejo de especies forestales
con miras a la producción de madera en
la zona andina colombiana

El Aliso o Cerezo

Alnus acuminata H.B.K. ssp. *acuminata*

Por:

Carlos Mario Ospina Penagos
Raúl Jaime Hernández Restrepo
Dina Estella Gómez Delgado
José Alexander Godoy Bautista
Fabio Alonso Aristizábal Valencia
José Norbey Patiño Castaño
Jary Arnold Medina Ortega



COLABORACIÓN

Óscar de Jesús Eusse Villegas
Billy López Cadena
Zulma Nancy Gil Palacio
Jorge Wilson Salazar C,

EDICIÓN DE TEXTOS Y COORDINACIÓN EDITORIAL

Héctor Fabio Ospina Ospina - Cenicafé

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Carmenza Bacca Ramírez - Cenicafé

FOTOGRAFÍA

Alex Bustillo Pardey - Cenicafé
Carlos Mario Ospina P. - Cenicafé
Fabio Alonso Aristizábal V. - Cenicafé.
Gonzalo Hoyos S. - Cenicafé
Zulma Nancy Gil Palacio - Cenicafé
Dina Estella Gómez D. - Instituto FABI - Suráfrica
Billy López Cadena - Servicios y Consultoría
Javier Rodríguez Romero- Conif
Mauricio Oliveros Díaz - Instituto María Goretti – Pasto

IMPRESO POR:

BLANECOLOR
2005

© FNC-Cenicafé - 2005

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas ajenas a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Presentación

Para la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia los recursos naturales y en especial los árboles, han sido de gran importancia para el manejo de las cuencas hidrográficas y la sostenibilidad del ambiente. Hoy, el reto es lograr que algunos de esos árboles también sean importantes para la producción de madera como alternativa económica para los agricultores en la zona andina.

Por esta razón, estamos entregando a usted, señor agricultor, la tercera de las guías para el manejo silvicultural de una especie forestal potencialmente importante para la producción de madera como es el aliso o cerezo, *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *acuminata*, resultado de los trabajos de investigación forestal realizados por Cenicafé con el apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, Proexport y el Kreditanstalt Für Wiederaufbau – KfW Bankengruppe.

El Aliso o Cerezo

Alnus acuminata H.B.K. ssp. *acuminata*

Familia: Betulaceae.

Sinónimos:

Alnus acuminata H.B.K.

Alnus jorullensis H.B.K.

Alnus jorullensis H.B.K.var. *Ferruginea*

Alnus ferruginea Kunth.

Alnus mirbellii Spach.

Alnus spachii (Reg.) Call.



Figura 1. Árboles de aliso
en Gigante (Huila).

Otros nombres regionales: Se conoce como aliso y cerezo en Caldas, Quindío, Risaralda y Antioquia. Como cerezo en Nariño, Cauca y Huila, como pino aliso en Huila y abedul en Cundinamarca y Boyacá.

GENERALIDADES DE LA ESPECIE

El aliso es una especie ampliamente distribuida en América, principalmente, en zonas de media y alta montaña, desde México hasta el norte de Argentina. Tres subespecies están ampliamente distribuidas en Latinoamérica: *A. acuminata* ssp. *acuminata* a través de los Andes, desde el oeste de Venezuela hasta el noroeste de Argentina, *A. acuminata* ssp. *arguta*, en



Figura 2. Forma del tallo y la copa de árboles de aliso.

Centroamérica, desde la Sierra Madre en el sur de México hasta el sureste de Panamá; y *A. acuminata* ssp. *glabrata*, en el centro, nordeste y sur de México.

En Colombia, el aliso se encuentra en las Cordilleras Central y Oriental, conformando los ecosistemas andinos conocidos como “Bosques de niebla”, que hacen parte de las zonas secas, húmedas y muy húmedas de los bosques Premontano, Montano y Montano bajo, según el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge.

Se desarrolla preferiblemente en suelos de origen volcánico, tanto en zonas de alta pendiente como en planicies. En Colombia se conocen dos variedades: la variedad Ferruginea, que crece en la Cordillera Oriental con árboles hasta de 15 metros de altura, fuste torcido, abundante cerca de corrientes de agua y empleado principalmente como árbol ornamental. La otra, una variedad no determinada, se ubica en la Cordillera Central y es la más utilizada en los programas de reforestación en el país. Se caracteriza por árboles de fuste recto, crecimiento rápido y poca ramificación, y puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro (Restrepo y Bellefleur, 1996).

MORFOLOGÍA

Es una especie de vida media, de tamaño variable con alturas hasta de 30 m y diámetro de 50 cm; excepcionalmente puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro. Tiene fuste recto, con aletones pobremente desarrollados, y es cónico cuando crece sin competencia. La corteza es de color grisáceo, a veces plateado, con lenticelas amarillentas, ovales y circulares dispuestas horizontalmente a lo largo del fuste. La copa es irregular y generalmente es angosta.



Figura 3. Forma del fuste del aliso.



Figura 4. Detalle de la raíz de aliso

El aliso posee un sistema radical superficial y extendido. **La raíz** presenta nódulos, como consecuencia de la simbiosis con un actinomiceto del género *Frankia*, posiblemente la especie *alnii*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Los nódulos forman grupos hasta de 6 cm de diámetro y se concentran en los primeros cinco centímetros del suelo. Entre los componentes químicos de estos nódulos se halla un glicósido de color amarillo rojizo capaz de inhibir el crecimiento de hongos patógenos.

Las Hojas son simples, alternas, acuminadas, de forma elíptica u ovoide, de 8 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, con bordes dentados irregularmente. La haz es de color verde oscuro y algo brillante y el envés verde claro a grisáceo, y frecuentemente con pelos de color ocre o rojizos. Por ser una especie caducifolia, pierde las hojas antes de la floración.

Las flores son unisexuales, dispuestas en inflorescencias llamadas amentos. Las flores masculinas se encuentran en amentos terminales en forma de espiga y de color verde-amarillento, de 5 a 12 cm de largo y caen enteros después de la floración; las flores femeninas se encuentran dispuestas en amentos cortos (en forma de piña), de 2 cm de largo, de color verde y erectos. En la misma rama se encuentran flores de ambos sexos.

Los frutos están dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos, en forma de conos o piñas pequeñas, ovoides, de color verdoso a amarillento en estado inmaduro y marrón al madurar, con 1,5 a 3 cm de largo, escamas leñosas, algo aladas y persistentes donde se alojan las semillas. Un árbol adulto puede producir de 6.000 a 10.000 frutos, cada uno con 80 a 100 semillas.

La Semilla es elíptica, plana, de color marrón claro brillante, de 0,65 a 1,34 mm de largo, con dos alas angostas y pequeñas. El peso de la semilla es variable y algunos autores indican que su variación se relaciona con la latitud de la región de procedencia, encontrándose entre 1'400.000 y 4'400.000 semillas viables por kilogramo.



Figura 5. a). Flores femeninas; b). Flores masculinas maduras, emitiendo polen.



Figura 6. Frutos inmaduros (verdes) y maduros (pardos).

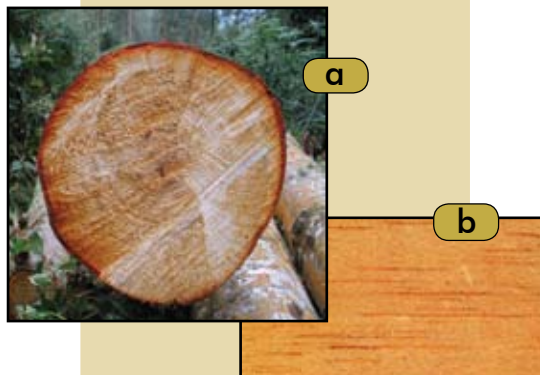


Figura 7. a). Madera de aliso recién cortada; b). Madera pulida.

La madera recién cortada es de color anaranjado pálido, y posteriormente adquiere un tono de castaño a rojizo claro. Es suave y liviana, con una densidad básica que fluctúa entre $0,3 \text{ g/cm}^3$ en edades tempranas, hasta $0,4 \text{ g/cm}^3$ después de los 30 años.

No existe una diferencia notoria entre albura y duramen. La madera no posee sabor y emana un suave olor; es de textura fina y uniforme, moderadamente blanda, seca rápido, y no se deforma ni se raja fácilmente.

SELECCIÓN DE ÁRBOLES SEMILLEROS

El aliso se encuentra ampliamente distribuido en el país, y de acuerdo a la oferta ambiental puede presentar variaciones morfológicas, que en algunos casos puede inducir a creer que es otra especie, como lo es el caso de la variedad Ferrugínea.

Dado que su madera es apreciada en la industria de muebles finos, construcción, chapas decorativas e instrumentos musicales, entre otros, los criterios de selección de árboles semilleros deben estar orientados hacia la obtención de madera con el menor número de defectos posible. Se deben seleccionar entonces árboles:

- De fuste cilíndrico, recto, libre de rajaduras, sin acanalamientos ni bifurcaciones.
- De ramas delgadas.
- Con vigor y dominancia sobre los demás individuos de la población.
- Libres de plagas y enfermedades.

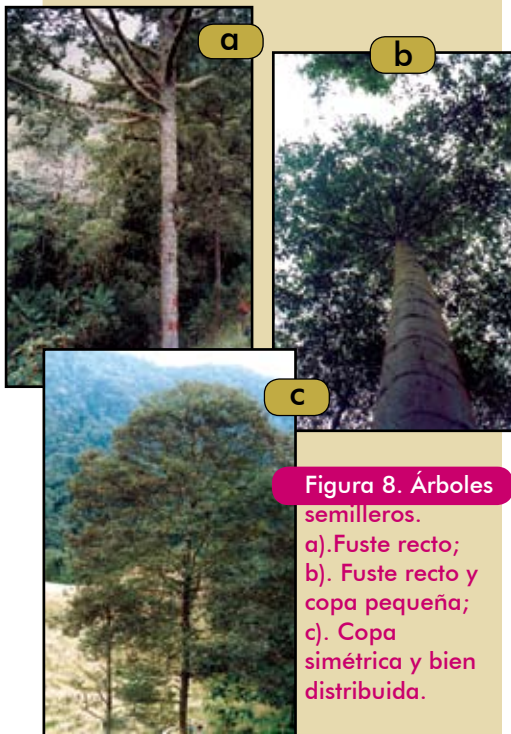


Figura 8. Árboles semilleros.
 a). Fuste recto;
 b). Fuste recto y copa pequeña;
 c). Copa simétrica y bien distribuida.

El tamaño del árbol necesariamente no responde a una mejor condición genética, por lo que no es recomendable tener en cuenta esta característica al momento de la selección de individuos.

RECOLECCIÓN, SECADO Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

El aliso es una especie de floración temprana, la cual puede iniciarse desde el tercer o cuarto año de edad pero lo recomendable, para efectos de propagación, es recolectar la semilla de árboles de unos 10 años de edad, debido a que en edades tempranas se produce semilla más pequeña, más liviana y de menor poder germinativo. Las semillas son dispersadas por el viento, igualmente flotan y son transportadas por el agua, por esta causa el aliso se encuentra ocasionalmente en las riberas de los ríos en las tierras bajas.

Los frutos deben recolectarse en la época seca, cuando el color de éstos cambia de una tonalidad verde – amarillenta a marrón claro, y antes que adquieran una coloración

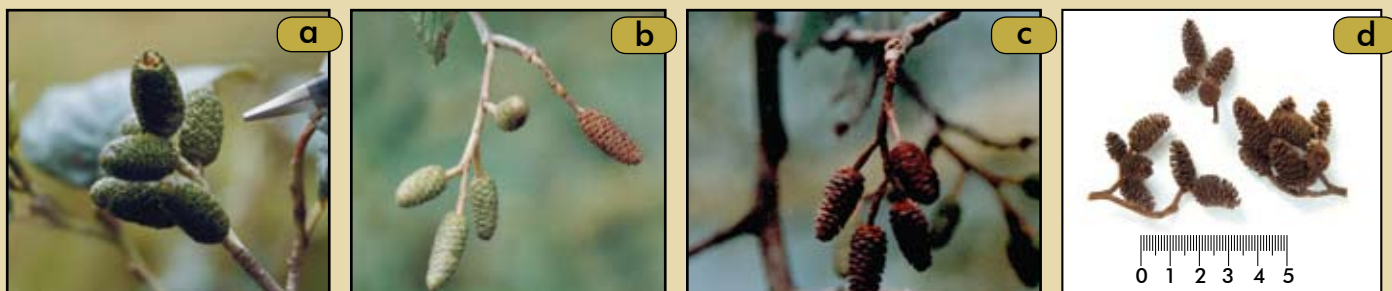


Figura 9. Estados del fruto. a). Fruto verde, interior blanco a marrón, no apto para recolección; b). Fruto verde-amarillento, interior marrón apto para recolección; c). Fruto maduro; d). Fruto sobremaduro no apto para recolección.

marrón oscura e inicien la liberación de la semilla (dehiscencia), con la cual puede perderse gran parte de la semilla fértil. El fruto no debe recolectarse verde o biche, pues al no ser climatérico no madura después de la cosecha. Una buena práctica para determinar la época de recolección consiste en cortar algunos frutos longitudinalmente y observar el interior de las semillas; si los embriones son blancos y las alas de las semillas cafés, los frutos estarán listos para la cosecha.

Una vez cosechados los frutos deben transportarse en sacos de tela o bolsas de papel que permitan una buena aireación. Luego se depositan sobre tela o papel periódico y se secan a la sombra en lugares bien ventilados y protegidos del viento durante 36 horas. Después se dejan por dos o tres días a plena exposición solar hasta que se inicie la liberación de la semilla. Una vez abiertos, se agitan los frutos para extraer el resto de semillas. Aquellas que permanezcan adheridas no son viables.

Debido a la forma del fruto y al tamaño de la semilla, pueden quedar restos que ocasionan altos porcentajes de impurezas en los lotes de semilla.

Se le considera una especie ortodoxa, por ello, para su almacenamiento, la semilla debe secarse hasta que tenga un contenido de humedad del 8 al 10%, el cual se obtiene colocándolas en un ambiente ventilado, en papel periódico, sobre mallas o zarandas que faciliten la circulación del aire. La pérdida acelerada de humedad (cuando se expone directamente al sol),

causa disminución de la capacidad germinativa de la semilla.

Una vez secas es necesario almacenarlas introduciéndolas en bolsas plásticas de calibre grueso (3 a 4 mm) y éstas en recipientes de vidrio herméticos, los cuales deben refrigerarse a una temperatura de 3 a 5 °C (en una nevera). Las impurezas de la semilla producen mayor respiración y mayor temperatura,



Figura 10. a) Frutos aptos para la recolección; b) Semillas extraídas antes de su almacenamiento.



b



Figura 11. a) Germinadores elevados del suelo; b) Cubierta plástica a 2,20 m del suelo.

lo cual incide en la pérdida de viabilidad. En condiciones del medio ambiente la semilla pierde hasta el 85% de su capacidad de germinación después de un mes de almacenamiento (CATIE, 1986).

VIVERO

Germinadores. Se recomienda hacer los germinadores elevados del suelo para evitar contaminación de hongos patógenos y exceso de humedad. Es conveniente colocarles una cubierta de plástico. Para sembrar un kilogramo de semilla se necesitan 40 m² de germinador.

Sustrato. Para garantizar un buen drenaje se recomienda emplear un sustrato compuesto por tres partes de arena y una de suelo, con material previamente cernido (sin fragmentos de roca), para que quede suelto y homogéneo. La arena de mejor calidad para este fin es arena fina (para revoque). Cuando se tiene un sustrato con una fracción mayor de arena a la propuesta, la plántula tiende a ser más larga y a torcerse.

Para prevenir los problemas fitosanitarios es necesario desinfectar el sustrato con agua hirviendo (91°C, aproximadamente), más Merthec 450 S.C. a razón de 5 cc/litro/m² de germinador. Otro método de desinfección, igualmente confiable, es la aplicación de formol diluido al 2%. Cuando se utiliza este método debe sembrarse la semilla ocho días después del tratamiento. Cuando se utiliza Merthec y agua caliente, la siembra de la semilla puede hacerse a los dos días después del tratamiento del sustrato.

Siembra. Antes de sembrar las semillas, deben sumergirse en una solución de Lorsban y Vitavax, a razón de 1,0 g y 1,5 g/litro

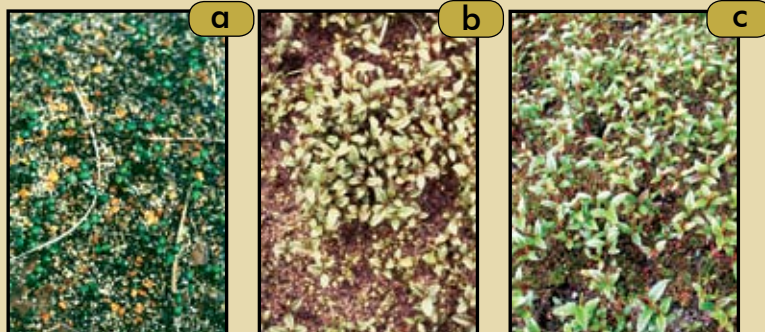


Figura 12. Germinación del aliso. a) Chapola recién emergida b) Chapola con el primer par de hojas; c) Plántulas listas para el transplante.



a



b

Figura 13. a) Chapolas en contenedores plásticos b) en bolsa Cafetera.

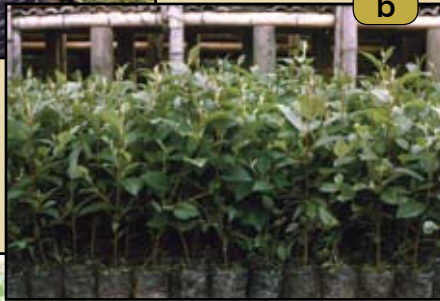
de agua, respectivamente, dejándolas secar luego a la sombra en un lugar ventilado. Lo anterior debido a la susceptibilidad de las semillas al ataque de larvas de barrenadores de frutos y de hongos que producen volcamiento o *damping off*.

La semilla se coloca superficialmente y luego utilizando un cernidor o cedazo, se cubre con una capa fina de 0,5 cm del mismo sustrato usado en el germinador (evitando piedras y terrones). Una vez realizada la siembra debe cubrirse el germinador con un plástico, para evitar la acción directa del sol y de la lluvia.

Germinación. Debido al tamaño de la semilla no se acostumbra utilizar tratamientos pregerminativos. La germinación inicia 12 días después de la siembra de la semilla, alcanzando entre un 30% al 70%, dependiendo de su vigor y su viabilidad. También puede iniciarse un mes después de la siembra y hasta 40 días más, cuando la semilla ha estado almacenada. Las plántulas obtenidas después de este tiempo son poco vigorosas y no se recomienda su transplante a bolsas.

La germinación es epigea. Cuando las plántulas tienen su primer par de hojas verdaderas, es necesario hacer un control fitosanitario, consistente en la aplicación preventiva de la mezcla de dos fungicidas como Benlate y Manzate en dosis de 0,6 y 4,0 g/litro de agua, respectivamente, para evitar la acción de hongos que producen volcamiento. Además, es necesario establecer una vigilancia permanente del proceso de germinación con el fin de detectar oportunamente problemas de plagas y enfermedades, por ejemplo: ataques de hormigas, grillos y otros insectos.

Transplante. Esta especie desarrolla un sistema radical que alcanza unos 15 cm del largo durante los 3 a 4 meses que permanece en vivero y una red de raíces secundarias abundantes. En consecuencia, el tamaño de bolsa recomendado para el transplante es la comúnmente conocida como “tabaquera”, de 16 cm de profundidad por 8 cm de diámetro, con fondo resistente y perforada. Igualmente, puede utilizarse el contenedor plástico (bandejas o cubetas

**a****b****c**

plásticas, de 24 conos), cada cono con dimensiones de 6,0 cm de diámetro superior, 2,0 cm de diámetro inferior y 15 cm de profundidad, para un volumen de 301 cm³. Una característica importante de estos conos es que favorecen la formación del sistema radical, por la presencia de venas verticales que direccionan las raíces hacia abajo, previniendo las malformaciones o “entorchamientos”. En el caso de que la permanencia en vivero sea mayor a cuatro meses es recomendable la utilización de un recipiente mas grande como la bolsa cafetera (17x23 cm), que garantiza un desarrollo acorde de la raíz.

Como sustrato para el llenado de bolsas se recomienda una mezcla de una parte de arena y una de suelo, previamente cernidos para lograr un sustrato homogéneo. La mezcla se desinfecta con Merthec 450 S.C. a razón de 5 cc/litro/m³ de suelo. El sustrato también puede desinfectarse con formol, a razón de 2 cc por litro de agua, aplicándolo 8 días antes de llenar las bolsas o los contenedores plásticos. Con el fin de favorecer la simbiosis entre el hongo *Frankia* sp. y las plántulas de aliso, se recomienda utilizar suelo de plantaciones ya establecidas o adicionarle micorrizas mediante la inoculación del hongo con nódulos macerados.

Es aconsejable transplantar las plántulas del germinador a las bolsas cuando la plántula tenga de 6 a 8 cm de altura y entre dos y cuatro hojas. Para facilitar la operación es necesario humedecer el germinador y evitar así el deterioro en la raíz al momento del repique, facilitando el desprendimiento del bloque o pan de tierra. Para el trasplante es necesario abrir con una estaca un hoyo de 12 cm de profundidad en el recipiente donde vaya a quedar la plántula. **No es recomendable podar la raíz.**

Figura 14. Desarrollo del aliso en bolsa cafetera (17 cm x 23 cm) a) Plántula de 80 días después del trasplante (ddt); b) Plántula de 145 ddt. c) Aliso en bolsa tabaquera (8 cm x 16 cm), 50 ddt.

Fertilización y manejo en el vivero. Durante el tiempo que las plántulas permanezcan en las bolsas o en los contenedores plásticos, debe efectuarse un cuidadoso control manual de malezas.

Después de un mes y medio del trasplante, deben fertilizarse las plántulas con el fin de incrementar la producción de hojas y ramas, con un fertilizante foliar como Tottal a razón de 1 cc/litro de agua, y 20 días después a razón de 2 cc/litro de agua. Cuando las plántulas hayan alcanzado 15 cm de altura puede aplicarse fertilizante granulado disuelto en agua para fortalecer las raíces. Lo más recomendable es hacerlo con un producto rico en fósforo como DAP (18-46-0) a razón de 2,5

g/litro, remojado 24 horas antes de su utilización. Este producto debe aplicarse con cuidado sobre el sustrato con bomba de espalda, evitando al máximo el contacto con las hojas. Es necesario lavar con abundante agua las hojas de las plántulas después de la aplicación, con el fin de prevenir problemas de intoxicación y quemazón de éstas.

Bajo condiciones normales de desarrollo, entre los 100 y 120 días después del trasplante de las plántulas en las bolsas, es posible obtener plantas listas para llevar al campo y con una altura promedio de 20 a 25 cm.

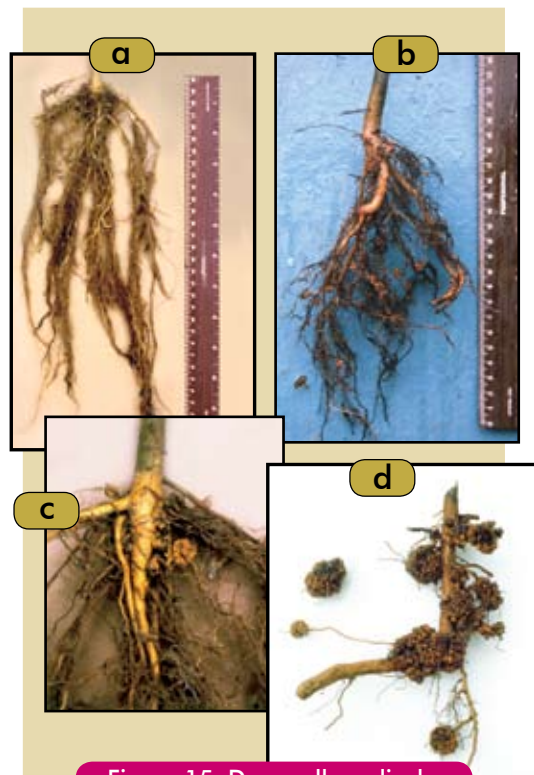


Figura 15. Desarrollo radical de plántulas a). de 145 días en bolsa cafetera; b). de 105 días en contenedores plásticos.c) y d).

Formación de nódulos nitrificantes por la acción de *Frankia* sp.

PLANTACIÓN

Requerimientos ambientales. Es una especie característica de los “bosques de niebla”, exigente en luz (heliófita) y marcadamente pionera. Debe protegerse de los vientos ya que por su rápido crecimiento el fuste es frágil y puede partirse. Puede plantarse incluso en sitios de alta pendiente, con altitudes entre 1.600 y 3.200 m; se adapta bien a condiciones climáticas con rangos de precipitación promedio anual entre 1.000 y 3.200 mm/año, temperatura media anual de 4 a 18°C; tolera temperaturas bajas de hasta -2°C y temperaturas máximas de 27°C, las heladas ocasionales y aun, nevadas esporádicas; es muy sensible a las sequías en sus primeras etapas de desarrollo, pero mejora su tolerancia una vez establecida.

**a**

Requerimientos edáficos. El aliso se adapta bien a una gran variedad de condiciones edáficas, incluyendo suelos pobres, que pueden variar desde cascajosos y arenosos hasta arcillosos, y aun en suelos superficiales, siempre y cuando tengan buena humedad. No tolera suelos pesados, suelos pantanosos, con drenajes imperfectos ni, que se inundan en forma parcial.

**b**

En general, la especie se adapta mejor a los suelos ácidos, con pH de 4,5 a 6,0. Algunos autores consideran que el mejor desarrollo se obtiene en suelos con pH mayor a 5,0.; profundos, bien drenados, francos o franco-arenosos y ricos en materia orgánica, de origen aluvial o derivados de cenizas volcánicas, al igual que sobre capas arenosas con cenizas volcánicas.

**c****d**

De igual manera, este árbol se adapta a condiciones de bajos contenido de materia orgánica, rocosos, arenosos, pedregosos y superficiales o con problemas ligeros de inestabilidad por la erosión, lo que le faculta para colonizar suelos degradados; no obstante, bajo estas condiciones la planta no tiene un buen desarrollo.

Figura 16. Establecimiento de una plantación de aliso. a). Trazado y ahoyado; b). Árboles recién sembrados con el plato limpio; c). Mantenimiento del plato del árbol y eliminación de pasto Kikuyo; d). Árbol de 3 meses de establecido.

Preparación del terreno. El sitio definitivo para la plantación debe prepararse con anticipación, eliminando las arvenses agresivas y limpiando adecuadamente.

Trazado y ahoyado. La plantación debe seguir el sentido de las curvas a nivel, en cuadro, cada tres metros, haciendo hoyos de 30 x 30 x 25 cm. Cuando el lote ha sido destinado a pastoreo es necesario hacer un hoyo de mayor profundidad de 40 a 50 cm, con repique en el fondo.

Densidad de siembra. La densidad inicial de siembra debe ser de 1.111 árboles por hectárea (3 x 3 m) en cuadro; aunque algunos autores recomiendan emplear densidades de 650 árboles por hectárea, puesto que el rápido crecimiento del aliso permite lograr una ocupación del terreno en poco tiempo, sin tener que hacer una entresaca temprana, esta práctica no es recomendable debido a que los trabajos de investigación realizados por Cenicafé han mostrado que una baja densidad inicial afecta significativamente la forma de los árboles y favorece las pérdidas por fracturas de fustes ocasionadas por el viento.

Limpias. Para garantizar el normal desarrollo de la plántula debe mantenerse el plato libre de arvenses agresivas, removiéndolas con cuidado para evitar el maltrato de las raíces del árbol. El aliso es muy susceptible a la falta de luz y su crecimiento se ve afectado por la competencia del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las etapas iniciales del crecimiento del árbol; cuando ya se encuentra establecido, el kikuyo es muy buen pasto en un sistema silvopastoril.

Fertilización. El aliso no es exigente en suelos, sin embargo, la ausencia de algunos elementos menores como molibdeno y cobalto, afectan notoriamente el desarrollo. Cuando la reforestación se realiza en terrenos sobrepastoreados durante mucho tiempo, se requiere realizar al momento de la siembra un aporte de materia orgánica bien descompuesta en dosis de 0,5 - 1,0 kg/árbol, directamente al fondo del hoyo.

Podas. Los árboles naturalmente eliminan las ramas delgadas y livianas, lo que reduce la necesidad de realizar esta actividad.

PLAGAS

Como todas las especies vegetales, el aliso es afectado por diferentes plagas. Las mas comunes son:

EL BARRENADOR DEL ALISO

Corthylus n. sp. (Coleoptera: Scolytidae).

Antecedentes. La Reserva Forestal de Río Blanco ubicada en el municipio de Manizales, fue el sitio donde se reportó por primera vez el ataque de este insecto. Esta reserva cuenta con un área sembrada de 702 hectáreas, de las cuales 220 se establecieron en el año 1950. Los primeros reportes de la plaga datan del año 2002, notándose más su presencia en los árboles más viejos y concentrándose en 174 de las 220 hectáreas establecidas hace 54 años. Las primeras observaciones le atribuyeron el daño a un insecto de la familia: Coleoptera Scolytidae, género *Gnatotrichus sp.* Posteriormente, se reportó que



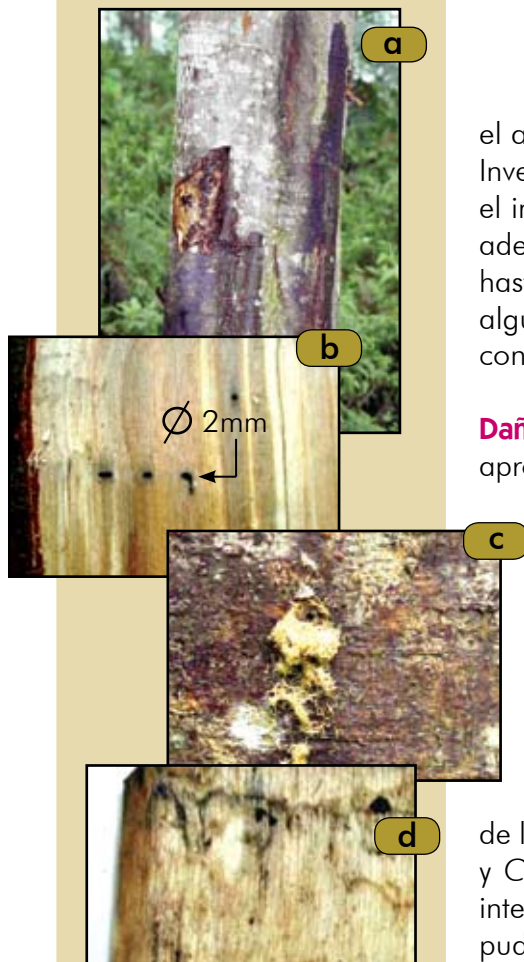


Figura 18. a). Entrada del insecto barrenador del aliso; b). Orificios de entrada de hasta 2 mm; c). Acumulación de aserrín en la entrada; d). Lesión en el tejido parenquimatoso (haces vasculares afectados).

el agente causal podría ser un insecto del género *Amphicranus*, Coleoptera: Scolytidae. Investigadores de Cenicafé con la ayuda de expertos internacionales lograron identificar que el insecto causante del daño correspondía a una nueva especie de *Corthylus*. Se observó además que el rango altitudinal en el cual se presentaba el insecto estaba entre 2.240 hasta 3.120 m, y la incidencia del ataque podía variar entre el 13 y el 70%; tiempo después algunos de los árboles afectados comenzaron a recuperarse y los focos de infestación se concentraban en individuos ubicados en las vías de acceso a la plantación.

Daños. El ataque se evidencia por la presencia de perforaciones de 2 mm de diámetro aproximadamente, en el tronco de los árboles y un exudado como reacción del árbol cuando el insecto hace el orificio de penetración; además, se observa una acumulación de aserrín blanquecino en la parte inferior del orificio de entrada. Las galerías formadas por el insecto convergen y forman cámaras donde se observa una mayor humedad y concentración de una masa negra, y allí se alojan los huevos, larvas y pupas.

El insecto ataca el fuste de árboles vivos de distintas edades y de regeneración natural. El síntoma más visible en el campo es el marchitamiento de los árboles, seguido de la defoliación total, luego una alta formación de rebrotes basales e intermedios. El insecto posee en sus patas traseras estructuras llamadas micangias, las cuales en la apertura de la galería de entrada al árbol, favorecen la entrada de hongos de los géneros *Fusarium* y *Ceratocystis*, en las heridas recién hechas. Estos hongos atacan los haces vasculares, interrumpiendo la circulación de la savia y sustancias nutritivas, causando el manchado, pudrición de la madera y finalmente la muerte del árbol.

Descripción y hábitos. El insecto fue identificado como una nueva especie del género *Corthylus* (Gil et al., 2004), reportado en la literatura como un escarabajo de tipo ambrosial en diversas especies forestales. La larva es blanca, ápoda y en forma de "C", y con mandíbulas esclerotizadas. La pupa es blanca cremosa, típicamente exarata, mostrando las partes típicas

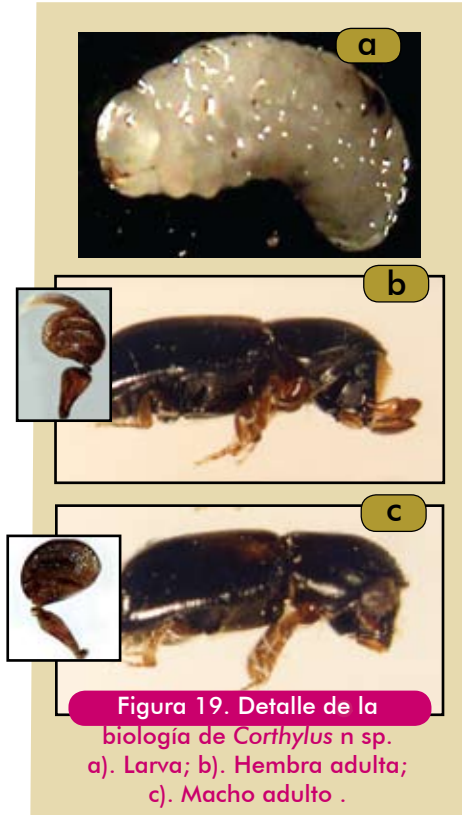


Figura 19. Detalle de la biología de *Corythylus n. sp.*
 a). Larva; b). Hembra adulta;
 c). Macho adulto .

de un escolítido, el lado dorsal superior de la mandíbula está bien marcado pero se va perdiendo gradualmente con su desarrollo.

El adulto mide $3,0 \pm 0,1$ mm de largo y $1,16$ mm de ancho. El cuerpo es robusto, la cabeza y el tórax de color marrón a negro y en la parte anterior de los élitros presenta una mancha de color marrón – amarillo, el resto es marrón – negro, en las áreas superior y lateral del pronoto presenta líneas de dientecillos. La especie presenta dimorfismo sexual, las hembras tienen la fachada cóncava con setas cortas y abundantes, la clava de la antena es muy larga, con el margen anterior ornamentado por un mechón de setas largas. El macho presenta la fachada convexa sin setas, la porra de la antena no presenta mechón de setas como el descrito para la hembra.

Manejo y control. En este grupo de insectos la habilidad para localizar un hospedante depende en gran medida de la capacidad de vuelo, en donde intervienen factores primarios en la atracción que ejercen sobre los organismos las oleoresinas, terpenos, alcoholes y otras sustancias emitidas por el tejido recién cortado o muerto. Por esta razón, el uso de trampas con alcoholes puede ser una herramienta promisorio para detectar su presencia y monitorear sus poblaciones a través del tiempo.

COMEDOR DE FOLLAJE DEL ALISO

Chalcophana sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Descripción del daño. El follaje de los árboles afectados muestra perforaciones que inicialmente son circulares y luego irregulares entre las nervaduras principales de las hojas. El daño no se considera de importancia económica; sin embargo, se ha observado que en altas poblaciones este insecto puede llegar a defoliar árboles menores de tres años. El número de adultos encontrados por hoja oscila entre uno y tres y pueden ubicarse en todos los estratos del árbol. También, se ha encontrado atacando plántulas de vivero (Oliveros, 2000).



a

Descripción. Los adultos de *Chalcophana* sp. son cucarrones de color verde oscuro brillante (hembra) y dorado brillante (macho). El tamaño de las hembras es de 8 mm de longitud y 6 mm en los machos, y se caracterizan por tener antenas filiformes de 11 segmentos.

Las hembras ponen sus huevos debajo de la corteza y al emerger las larvas raspan las hojas. Luego empupan debajo de la corteza o en el suelo y posteriormente emerge el adulto. Los escarabajos pueden consumir toda la superficie de la hoja dejando solamente las nervaduras y los adultos cortan los brotes terminales. Los árboles altamente infestados pierden la mayoría de sus hojas lo cual incrementa el estrés del árbol. Los estados inmaduros se desarrollan en el suelo donde se alimentan de las raíces de los árboles, que se tornan amarillos y se retrasa el crecimiento.



b

Manejo y control. Debido a que la especie no ha sido considerada como plaga, no existen trabajos sobre su control o manejo. Algunos registros indican que algunas especies de *Chalcophana* spp. pueden controlarse con el parasitoide de huevos *Enoggera reticulata*, Hemiptera: Pteromalidae, originario de Australia. El control se produce cuando la larva se alimenta dentro del huevo, y luego emerge un adulto que también busca los huevos y se alimenta de ellos.



c

Figura 20. a). Daño producido por *Chalcophana* sp.; b). Hembra adulta; c). Macho adulto

CUCARRONCITO VERDE DEL ALISO

Diabrotica sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Pequeño insecto de presencia muy frecuente sobre varias especies forestales, causando defoliación, pero generalmente pasa desapercibido gracias a su tamaño y a que se refugia en sitios como la base de las hojas, las yemas terminales y bajo las espinas de los tallos y las ramas



Figura 21. Adultos de dos especies de Cucaroncito verde que ataca el aliso: a y b). *Diabrotica* spp.



Figura 22. Adultos de Tortuguita verde Parte dorsal.

Descripción del insecto. Cada hembra puede poner entre 100 y 900 huevos, en grupos de 10 a 20. Las larvas poseen sólo tres pares de patas torácicas, son de cuerpo blanquecino amarillento, de consistencia blanda y con setas cortas y abundantes. El cuerpo es cilíndrico y empupan en el suelo en una cámara construida con terrones. Las pupas son de color claro, desnudas y de forma oval. Los adultos miden entre 4 y 6 mm de largo, son de colores variados como verde, amarillo, rojo, con puntos o manchas sobre los élitros (Madrigal, 2003).

Descripción del daño. Las larvas se alimentan del cuello de la raíz y de las raíces ocasionando retardos en el crecimiento de las plantas, así como volcamiento y en ocasiones su muerte. Los adultos son perforadores de hojas y pueden atacar las flores (Madrigal, 2003).

Manejo y control. Es necesario realizar una evaluación del número de adultos presentes. Si el número de adultos es de 10 a 15 y se observan ataques antes de la floración, se requiere aplicar un insecticida de contacto, al igual que si durante la floración y hasta la época de recolección de semillas el número de adultos presentes es de 20 a 25 individuos. Aún no se tienen registros de la acción de controladores biológicos.

TORTUGUITA VERDE

Nodonota sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) Sinonimia: *Brachypnoea* sp.

Daños: Los adultos causan daño directo al follaje y favorecen la acción de hongos fitopatógenos que debilitan en los crecimientos terminales, tornándolos quebradizos. Sus larvas atacan las raíces retrasando el crecimiento de los árboles.

Descripción del insecto. Las larvas son alargadas, con tres pares de patas torácicas, miden de 7 a 9 mm de longitud y 2 a 3 mm de ancho. Los adultos miden de 4 a 5 mm

de largo y de 3 a 4 mm de ancho, tienen cuerpo ovalado y convexo, color verde oscuro brillante, tienen aspecto metálico y antenas filiformes de 11 segmentos. Su ciclo de vida desde huevo hasta adulto es de 25 a 40 días, aproximadamente. Los huevos son colocados en el suelo bajo terrones o piedras. Los adultos tienen hábitos diurnos, son ágiles caminadores, y buenos voladores. Se esconden en la base de las hojas, en estípulas y entre las acículas de las coníferas (Madrigal, 2003).

Descripción del daño. Las larvas se alimentan de las raíces, eliminan los pelos absorbentes y causan lesiones en la corteza donde ocurre pudrición por la acción de hongos, lo cual causa retraso en el desarrollo de los árboles y un amarillamiento general.

Los insectos adultos roen la corteza tierna de los brotes terminales y comen el follaje, haciendo pequeñas perforaciones circulares, lo cual limita la actividad fotosintética. Cuando el ataque es muy pronunciado causa la muerte de la planta por daño directo o por el debilitamiento y ruptura de las estructuras terminales debido a la acción del viento.

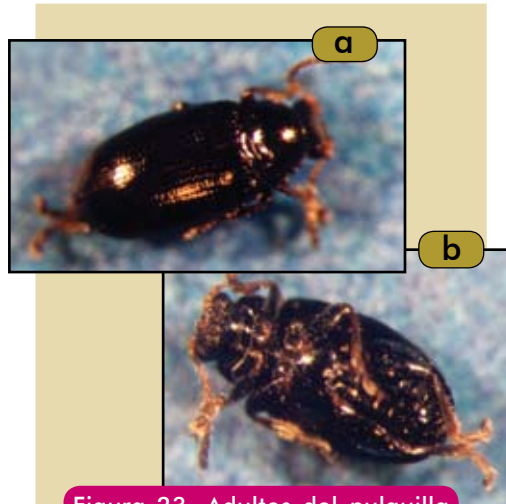


Figura 23. Adultos del pulguilla negra de aliso a). Parte dorsal; b). Parte ventral.

PULGUILLA NEGRA

Chaetocnema sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

Es el insecto más común en esta planta; estos cucarroncitos se alimentan de las hojas más jóvenes, especialmente las que recubren el cogollo y al crecer la lámina de las hojas se ven perforadas. Este daño se compensa cuando los arbolitos de *A. acuminata* pierden el total de sus hojas antes de la floración.

Daños. Si bien no es una especie que pueda considerarse plaga del aliso, las hojas se mantienen perforadas disminuyéndose el área foliar potencial para la fotosíntesis, lo cual se ve reflejado en un menor crecimiento. El insecto, por lo general, roe las yemas terminales y perfora las hojas pero no causa defoliación ni parcial ni total. la pulguilla puede dañar el 13,75% de las plántulas en el vivero.

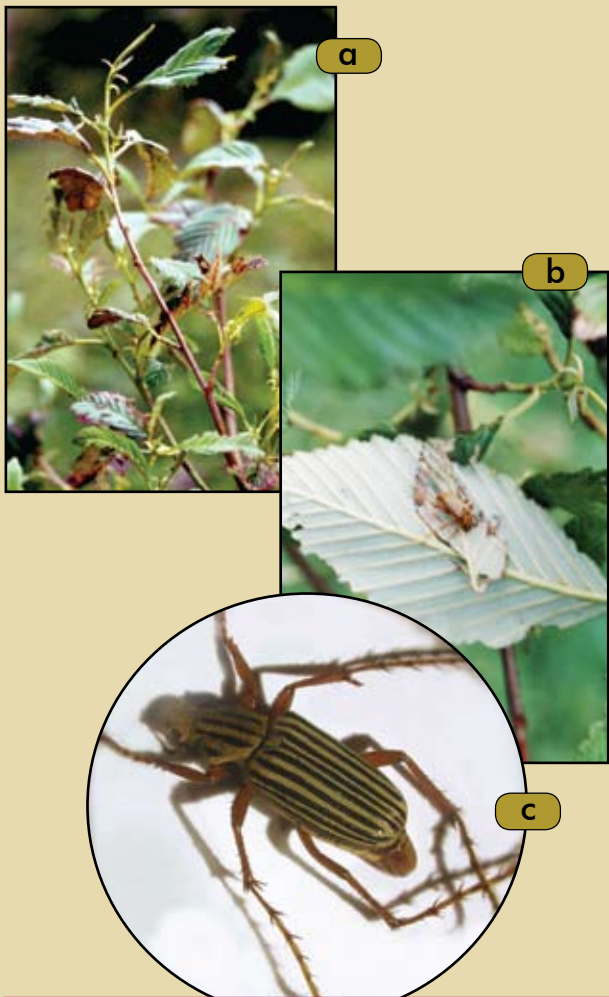


Figura 24. a y b). Ataque de *Macrodactylus* sp. en aliso; c). Adulto de *Macrodactylus* sp.

EL FRAILECITO COMEDOR DE FOLLAJE

Macrodactylus sp. (Coleoptera: Melolonthidae)

Daños. Son insectos de frecuente presencia. Atacan especialmente el tejido tierno de los árboles de aliso, como las yemas terminales y las hojas nuevas. La copa de los árboles atacados presentan las hojas casi completamente devoradas y esqueletizadas (sólo deja las nervaduras). El ataque lo hace en forma gregaria encontrándose hasta 46 adultos por árbol.

Descripción del insecto. La larva es de cabeza marrón, con finos pelos en toda su superficie, cuerpo blanco y segmentación muy notoria, con abundantes vellos. Posee tres pares de patas y el cuerpo delgado en la parte anterior y grueso en la parte anal.

El adulto mide 10,4 mm de largo x 5 mm ancho, tiene élitros con betas longitudinales negras y anaranjadas que dejan descubierto el último segmento abdominal, cabeza larga y angosta de color marrón, antenas de color naranja con 8 segmentos, las patas son de color rojizo con los ápices del fémur, tibia y tarsos negros.

Manejo y control. Es importante evitar que las larvas se muevan del suelo a la copa del árbol, utilizando barreras mecánicas (cintas). La aplicación de insecticidas de contacto es el método de control más efectivo. Las aspersiones contra los adultos deben hacerse al final de la época de lluvias (mayo) e inicio de la época seca (junio).

EL DEFOLIADOR DEL CEREZO

Oxydia olivata (Dognin) (Lepidoptera: Geometridae)

Daños. Se le conoce como defoliador del cerezo y el daño lo causa la larva la cual ocasiona defoliaciones en el árbol. El primer daño por este insecto se registró en el año de 1983 en una plantación de 10 años de edad. A partir de ese momento han ocurrido defoliaciones esporádicas por su acción. La defoliación del árbol es total, pero una vez pasa el ataque el árbol renueva su follaje.

Descripción del insecto. El insecto coloca los huevos en grupos de 150 a 500 por el envés de las hojas. Éstos son de color amarillo o gris claro, luego se tornan rojizos y posteriormente negros. La duración de este estado es de 10 a 14 días. La larva es típica de gusanos medidores, inicialmente negra con rayas blancas y cabeza rojiza, posteriormente toma una coloración marrón y su longitud final de 6 cm. En la parte dorsal posee un par de prominencias a manera de cuernos pequeños. El inicio del estado de pupa ocurre entre los 50 y 65 días. La pupa mide de 2,1 a 2,3 cm y su tamaño varía según el sexo, las hembras miden 2,3 cm y los machos 2,1 cm.

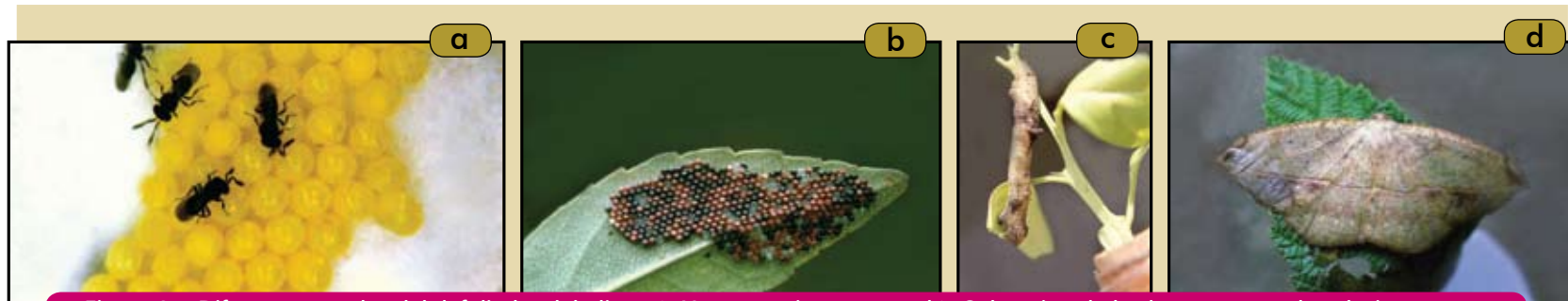


Figura 25. Diferentes estados del defoliador del aliso. a). Huevos recién puestos; b). Coloración de los huevos antes de eclosionar y ser parasitados por *Telenomus alsophilae*; c). Larva en último instar; d). Adulto macho de *Oxydia olivata*. (Fotografías: Álex Bustillo P).

El adulto es una polilla que mide de 4,8 a 5,2 cm, es de color verde oliva o morada. Posee un dimorfismo sexual muy marcado ya que la hembra presenta al final del margen costal unas prolongaciones como lóbulos, que no presentan los machos. La chapola durante el día permanece en el suelo. Posee una línea que la atraviesa desde la parte superior del ala derecha hasta la parte superior del ala izquierda, lo que hace que se asemeje a una hoja y se mimetice fácilmente. Su duración es de 4 a 5 días.

Control y manejo. Debido a la dinámica de la plaga es conveniente establecer un control integrado de la siguiente manera: Los adultos son atraídos por trampas de luz blanca o ultravioleta, con el uso de ellas se concentran las poblaciones de adultos y se controlan las posturas. Los huevos los parasita una avispa de la especie *Telenomus alsophilae* (Hymenoptera: Scelionidae). Las larvas, que son las que defoliar los árboles, son controladas con la aplicación de *Bacillus thuringiensis* mediante un equipo llamado termonebulizadora.

ENFERMEDADES

IDENTIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE LOS HONGOS

Fusarium solani, *Fusarium* sp. y *Ceratocystis* sp. asociados al ataque de *Corthylus* n. sp. (Coleoptera: Scolytidae) (Gil et al., 2004)

Los géneros *Fusarium* y *Ceratocystis*, se han reportado en especies forestales asociados al ataque de insectos ambrosiales, especialmente Coleoptera: Scolytidae, ocasionando chancros, marchitamientos vasculares y manchados vasculares.

Descripción del daño. Se encontraron tres tipos de lesiones en el tallo relacionados con la herida hecha por *Corthylus* n. sp. La primera, una mancha de color café rojizo que avanza longitudinalmente de acuerdo a la galería, afectando los haces vasculares y células del parénquima. Esta lesión fue la más frecuente en el campo y de la cual se aislaron dos especies de *Fusarium* y una de *Ceratocystis* sp. Una lesión café que afecta directamente tejidos del parénquima en la albura del tronco y haces vasculares, y otra lesión en forma radial en haces vasculares, aislándose de las dos últimas *Ceratocystis* sp.

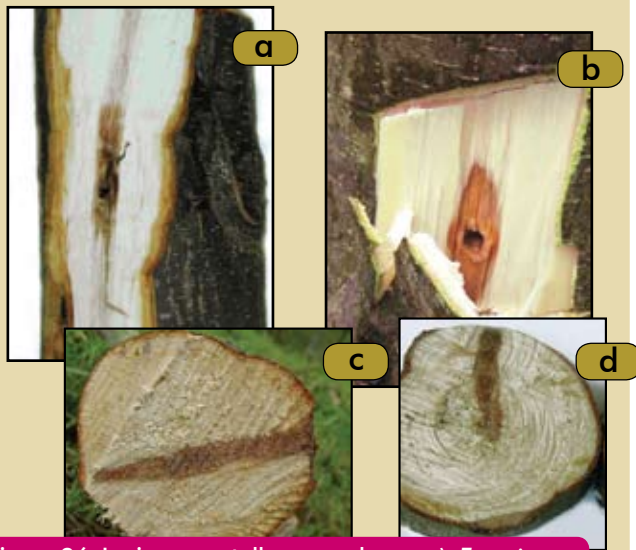


Figura 26. Lesiones en tallo causado por a). *Fusarium solani*; b). *Fusarium* sp.; Manchado y muerte vascular causada por c). *Fusarium solani*; d) por *Fusarium* sp.



Figura 27. Manchado de la corteza y muerte vascular causadas por la acción de *Ceratocystis fimbriata*.

Hongos aislados. Del interior de la galería que realiza el insecto se aislaron dos especies de hongos *Fusarium solani* y *Fusarium* sp, mientras que del avance de la lesión se aisló *Fusarium solani* y *Ceratocystis* sp.

De *Ceratocystis* sp, solo se logró purificar en medio de cultivo su estado anamorfo *Chalara* sp., la colonia en Agar es de color gris oscuro, y además, se percibe en la colonia un olor a fruta (banano).

El daño realizado por *Ceratocystis* sp., se refleja en una diseminación a través de los haces vasculares del tallo del aliso. Se considera que el insecto es un medio importante de dispersión de este patógeno; sin embargo, es necesario determinar la relación del hongo y el insecto y las condiciones para que el patógeno finalmente provoque la muerte del árbol.

Control y manejo. Las pruebas de patogenicidad de los hongos asociados a *Corthylus* n. sp., fueron positivas en los árboles que se inocularon. En todos los casos mostraron establecimiento y avance sobre el tallo, observándose el mismo manchado bajo condiciones de la plantación. Para el caso de *F. solani* solo en el 40% de los árboles inoculados se obtuvo el avance de la lesión más allá del interior de la herida (Figura 27). Esto indica que existe una estrecha relación entre el insecto y estos hongos o que existen otros factores que intervienen en el establecimiento del hongo en la galería.

CRECIMIENTO Y APROVECHAMIENTO

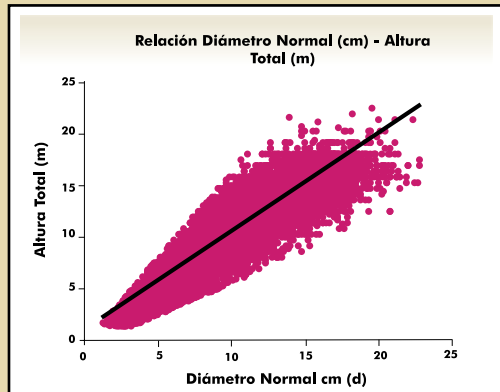


Figura 28. Estimación de la altura total (h) en función del diámetro normal (d)

Como población base para la obtención de modelos matemáticos presentados en esta publicación, se dispone de plantaciones establecidas por Cenicafé, en los municipios de Gigante (Huila), Dosquebradas (Risaralda) y Herveo (Tolima), además de las plantaciones del Comité de Cafeteros de Caldas, Industria Licorera de Caldas, Agroindustrias la Florida, Fosforera Nacional, y del Ing. Billy López Cadena, en el departamento de Caldas, donde se realizaron los trabajos de investigación de Cenicafé en convenio con CONIF y el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Adicionalmente, se han tenido en cuenta los trabajos de crecimiento y rendimiento realizados por la Universidad Nacional de Colombia y el Ing. Billy López Cadena en 1987, en las plantaciones de Aguas de Manizales.

Altura en función del diámetro. Una herramienta sencilla para obtener la altura total de un árbol de aliso, conociendo su diámetro a 1,3 m de altura, es el modelo:

$$\text{Altura (h)} = 1,6016 + 0,9034 \times \text{diámetro normal (d)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Volumen árbol. La estimación del volumen con corteza (vcc) y sin corteza (vsc) de aliso está dada por las Ecuaciones 2 y 3, respectivamente, las cuales han sido obtenidas para árboles inferiores a 40 cm de diámetro y 25 metros de altura.

$$\text{vcc} = -9,712 + 1,992 \times \ln(d) + 0,869 \times \ln(h) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\text{vsc} = -9,779 + 1,981 \times \ln(d) + 0,894 \times \ln(h) \quad (\text{Ecuación 3})$$

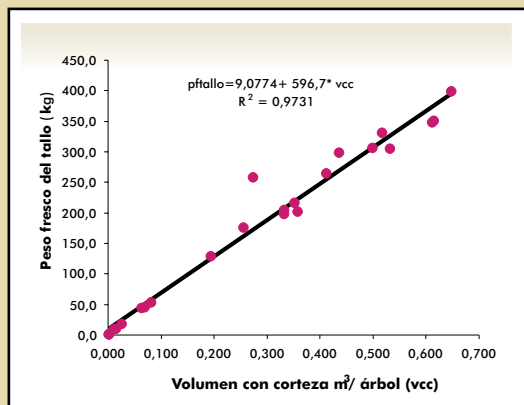


Figura 29. Relación entre el peso fresco del tallo en kg en función del volumen con corteza.

La relación existente entre el volumen y el peso se expresa mediante la Ecuación 4, con la cual se puede afirmar que 1 m³ de madera de aliso en estado verde pesa 605,7 kg (0,605 toneladas). Este valor es importante especialmente cuando la comercialización de la madera vaya a realizarse por peso y no en unidades de volumen (m³/árbol).

$$Pftallo = 9,0774 + 596,7x \text{ vcc. (Ecuación 4)}$$

Combinando el uso de las anteriores ecuaciones se puede estimar cuál es el volumen en madera por árbol, expresado en unidades comerciales como la pulgada cuadrada, el pie tablar o la rastra, y su relación con el peso total en kilogramos. A manera de ejemplo y utilizando la Tabla 1, se tiene lo siguiente:

Tabla 1. Relaciones entre el tamaño del árbol y la madera producida en pie *, medida en volumen

Parámetros dasométricos	Equivalencias dasométricas y comerciales																								
Circunferencia del árbol en (cm)	4,0	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	44,0	48,0	52,0	56,0	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	80,0	84,0	88,0	92,0	96,0	100,0
Diámetro (cm)	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	7,6	8,9	10,2	11,5	12,7	14,0	15,3	16,6	17,8	19,1	20,4	21,6	22,9	24,2	25,5	26,7	28,0	29,3	30,6	31,8
Altura (m)	2,8	3,9	5,1	6,2	7,4	8,5	9,7	10,8	12,0	13,1	14,3	15,4	16,6	17,7	18,9	20,0	21,2	22,3	23,5	24,6	25,8	26,9	28,1	29,2	30,4
Volumen con corteza (m³/árbol)	0,0002	0,0013	0,0036	0,0076	0,0137	0,0223	0,0339	0,0488	0,0673	0,0900	0,1170	0,1489	0,1859	0,2285	0,2768	0,3315	0,3926	0,4607	0,5360	0,6189	0,7096	0,8087	0,9163	1,0328	1,1585
Volumen sin corteza (m³/árbol)	0,0002	0,0012	0,0033	0,0070	0,0125	0,0204	0,0310	0,0445	0,0613	0,0818	0,1063	0,1351	0,1686	0,2070	0,2506	0,2999	0,3550	0,4162	0,4840	0,5585	0,6401	0,7290	0,8256	0,9302	1,0430
Peso fresco en kilogramos	9,218	9,837	11,209	13,595	17,246	22,405	29,307	38,184	49,263	62,768	78,917	97,929	120,018	145,395	174,271	206,854	243,350	283,962	328,894	378,346	432,519	491,611	555,818	625,337	700,363
Pie tablar	0,12	0,66	1,85	3,91	7,08	11,54	17,52	25,21	34,80	46,50	60,49	76,95	96,08	118,06	143,07	171,29	202,90	238,08	276,99	319,82	366,74	417,92	473,53	533,74	598,72
Rastras	0,00	0,01	0,02	0,05	0,09	0,14	0,22	0,32	0,44	0,58	0,76	0,96	1,20	1,48	1,79	2,14	2,54	2,98	3,46	4,00	4,58	5,22	5,92	6,67	7,48
Pulgadas cuadradas	0,10	0,54	1,51	3,21	5,80	9,47	14,37	20,68	28,56	38,15	49,63	63,14	78,83	96,86	117,38	140,54	166,47	195,33	227,25	262,39	300,89	342,88	388,50	437,90	491,21

Se utilizaron las siguientes relaciones: 1 m³ = 6,46 rastras; 1 m³ = 424 pies tablares; 1 m³ = 516,8 pulgadas cuadradas; 1 m³ = 0,605 toneladas.

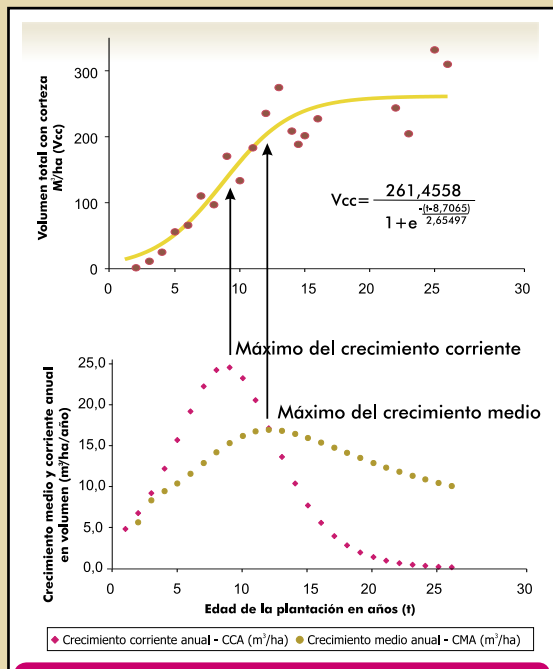


Figura 30. Relación del crecimiento en altura y volumen con corteza con respecto a la edad.

Se mide la circunferencia del árbol a 1,3 m de altura, suponiendo que el valor sea 60 cm y se divide este valor por π (3,14159265), se calcula el diámetro normal que equivale a 19,1 cm. Con este valor de diámetro se obtiene la altura total empleando la Ecuación 1, que para el ejemplo es de 18,9 m. Con éstos dos valores de diámetro normal y altura total y empleando las ecuaciones 2 y 3, se obtiene el volumen del árbol (0,277 m³/árbol con corteza y 0,251 m³/árbol sin corteza).

Una vez obtenido este valor y de acuerdo con la unidad de comercialización en la región, se calcula el número de unidades a las cuales equivale el volumen calculado, así: 0,277 m³, equivalen a 0,1743 toneladas, 143,1 pies tablares, 1,8 rastras y 117,4 pulgadas cuadradas.

Para la obtención del volumen por árbol es posible utilizar la fórmula para determinar el volumen de un cilindro; $v_{cilindro} = \pi/4 \times (d^2 \times h)$. Al ser calculado por este método, el volumen es sobrestimado, debido a que la forma del árbol se asemeja más a la de un cono; por ello, para una mayor precisión en el valor calculado, éste debe ser afectado por un

factor de corrección llamado factor de forma o coeficiente mórfico, que para el caso del aliso es de 0,546. Así, el volumen con corteza para aliso puede calcularse a través del modelo:

$$V_{cc} = \pi/4 * ((d^2 * h) \times 0,546). \text{ (Ecuación 5)}$$

El rango de edades evaluadas en las diferentes plantaciones de la especie ha permitido construir dos curvas de crecimiento del volumen con respecto al tiempo, permitiendo definir mediante el cálculo diferencial los puntos de máximo crecimiento y a su vez, la edad en la cual cesa el crecimiento de los individuos (Figura 30).

La parte superior de la Figura 30, permite observar el incremento en volumen del aliso a través del tiempo. En la parte inferior se observan las tasas de crecimiento corriente y crecimiento medio en volumen, resaltando la edad de 9 años, como el momento en el cual la especie alcanza su mayor tasa de crecimiento corriente y la edad de 12 años en la cual alcanza su mayor crecimiento medio. Esta última edad coincide con el momento en el cual se cruzan ambas tasas de crecimiento, siendo así, el momento óptimo de aprovechamiento de la plantación (turno). Sin embargo, a esta edad, la madera de aliso aún no ha logrado una buena diferenciación entre albura y duramen, limitando sus posibles usos. Una posible ampliación del turno de aprovechamiento hasta los 18 años, implica la existencia de precios superiores para reconocer esa “mayor” calidad de madera, de tal forma que compense los mayores costos de producción.

Volumen de las plantaciones. De manera adicional, en la literatura se dispone de dos ecuaciones confiables para la determinación del volumen de una plantación de aliso, partiendo del conocimiento del índice de sitio y la densidad (Del Valle y González, 1997), así:

$$\text{Ln } V_{cc} = 2,392708 - 1,451706/t + 0,00537 (S) + 0,990445 \times (\text{Ln } G) \quad (\text{Ecuación } 6)$$

$$\text{Ln } V_{cc} = 4,88325 - 7,352416/t + 0,04414 \times (S) + 0,000055 \times (N) \quad (\text{Ecuación } 7)$$

Donde:

Ln V_{cc} = Logaritmo natural del volumen con corteza.

t = Edad de la plantación en años.

S* = Índice de sitio (altura promedio de los árboles dominantes a los 15 años de edad).

Ln G = Logaritmo natural del área basal.

N = Número de árboles por hectárea.

Pero debido a que la variable índice de sitio no es accesible o fácilmente calculable para los pequeños cultivadores de la especie, Cenicafé para calcular la productividad del aliso, expresada en volumen ($\text{m}^3/\text{árbol}$), ha obtenido las Ecuaciones con corteza y sin corteza anteriormente reseñadas como 2 y 3.

* El índice de sitio representa la máxima altura que puede alcanzar un individuo bajo la oferta ambiental de ese sitio. Así, al hablar de un índice de sitio 25, quiere decir que la máxima altura a alcanzar por este individuo bajo esa condición medio ambiental es de 25 m.

Manejo de las densidades. Existen algunas experiencias de las empresas reforestadoras en cuanto a la densidad de siembra y el momento oportuno de hacer las intervenciones dentro de la plantación para obtener una mayor productividad (Tabla 2). Por lo general, se inicia con densidades de siembra altas de 1.111 a 1.666 árboles por hectárea y los primeros raleos (extracción de árboles mal formados, delgados o con problemas fitosanitarios) se hacen a los dos años de establecida la plantación. En estos casos el producto de allí extraído normalmente, no tiene ningún valor comercial pero se logra influir en la forma de los fustes en los dos primeros años, para luego del raleo, tener una mayor amplitud y calidad en los árboles remanentes, favoreciendo su desarrollo.

Con base en las experiencias mencionadas, en la Tabla 2 se resumen los crecimientos y rendimientos del aliso en cuatro diferentes localidades de Colombia y tres localidades de Costa Rica.

La Figura 31, representa el crecimiento en diámetro de plantaciones de aliso, establecidas en Manizales (Caldas), con una densidad inicial de 1.111 árboles/ha y con raleos a diferentes edades, para terminar con 350 árboles/ha a los 15 años. El

Tabla 2. Crecimiento del aliso en diferente regiones de Colombia y de Costa Rica

Localidad	Edad (años)	Densidad (Número de árb/ha)	Crecimiento		Incremento Medio Anual (IMA)		Producción (m ³ /ha/año)
			Altura (m)	Diámetro (cm)	IMA en diámetro (cm/año)	IMA en Altura (m/año)	
Manizales (Río Blanco)	20		30	40	2,0	1,5	10-15
Manizales (Río Blanco)	10		25	20	2,0	2,5	12,6
Gigante (Huila)	5	1.666	12,6	11,25	2,25	2,52	22,7
Gigante (Huila)	5	1.111	12,24	11,59	2,32	2,45	15,6
Gigante (Huila)	5	833	13,67	12,7	2,54	2,73	14,7
Dosquebradas (Risaralda)	5	1.111	13,3	13,4	2,68	2,66	21,98
Herveo (Tolima)	5	1,111	11,87	12,37	2,45	2,36	16,98
Costa Rica	20					2,5 - 3,0	10-15
Costa Rica	11	1.111	16	38	3,46	1,46	
Costa Rica	4,83	60		21,1	5,3		

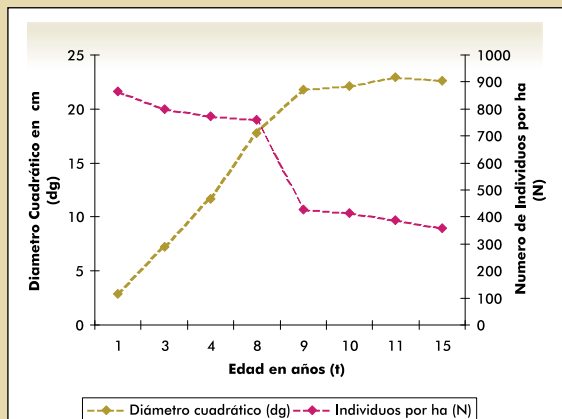


Figura 31. Relación del crecimiento en diámetro con respecto a la edad y la densidad de plantación.

gráfico permite apreciar como hasta los seis años (edad donde se cruza la edad con el diámetro cuadrático y la densidad), el diámetro crece libre de competencia, independiente de la densidad, lo cual permite inferir que partiendo de 1.111 árboles por ha, la plantación crecerá libre de competencia en diámetro hasta el año 6, por lo que solo hasta este momento realmente se justifica la primera entresaca.

La Tabla 3 presenta una propuesta de manejo forestal para el aliso, obtenida de la información generada a través de las evaluaciones de las plantaciones de empresas particulares y los lotes experimentales de Cenicafé.

Tabla 3. Proyección en la producción de Aliso, en un ciclo de producción de 15 años

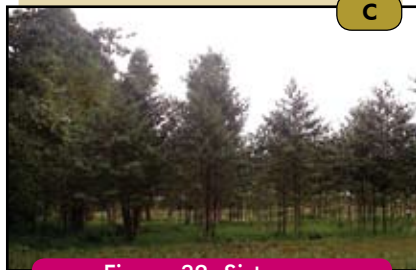
Edad en años (t)	Número de individuos por ha (N)	Diámetro normal proyectado en cm (d)	Altura total en m proyectada (h)	Volumen con corteza (vcc) (m ³ /árbol)	Número de árboles extraídos por entresaca (n)	Volumen extraído por entresaca (m ³ /ha)	Número de árboles remanentes por ha (N)	Volumen en pie árboles remanentes m ³ /ha
1	1111	2,38	2,0	0,001			1.111	0,69
2	1111	6,20	6,1	0,011			1.111	12,27
3	1111	8,00	8,2	0,024			1.111	26,36
4	1111	9,40	9,8	0,038			1.111	42,43
5	1111	11,80	12,8	0,076			1.111	84,41
6	833	14,80	13,1	0,121	278	33,75	833	101,12
7	833	16,00	13,9	0,149		41,50	833	124,36
8	833	17,70	15,2	0,197		54,85	833	164,35
9	833	18,70	18,5	0,261		72,59	833	217,50
10	625	19,30	19,0	0,285	208	59,19	625	177,86
11	625	21,20	20,8	0,370		77,05	625	231,51
12	625	22,80	22,2	0,454		94,45	625	283,79
13	350	23,60	22,9	0,500	275	137,40	350	174,88
14	350	24,20	23,5	0,537		147,73	350	188,03
15	350	24,40	24,0	0,556		152,95	350	194,66



a



b



c

Figura 32. Sistemas silvopastoriles y agroforestales.
a). Ganado y aliso;
b). Mora y aliso; c). Sombrío para cultivos transitorios.

SISTEMAS AGROFORESTALES Y SILVOPASTORILES

Cuando la especie va a establecerse en sistemas agroforestales, es recomendable emplear las siguientes distancias de siembra:

- Para intercalar con cultivos se utilizan distancias entre 8 y 13 m.
- Para utilizar como sombrío se utilizan los distanciamientos de 5 x10 m o más entre árboles y entre 5 y 10 m entre líneas
- Para plantación en líneas o fajas de enriquecimiento se deben sembrar a 2 m x 8 m ó 4 m x 10 m entre fajas y a 2 m x 2m o 3 m x 3 m entre árboles.
- Para cortinas rompevientos el distanciamiento es de 2 x 2 m y para una mayor confiabilidad puede utilizarse una barrera con tres líneas.
- Para sistemas silvopastoriles se emplean distanciamientos de 4 x 4 m o más. Pero como la especie es muy susceptible al ramoneo, es necesario permitirle la entrada al ganado sólo hasta que los árboles superen los 4 m de altura.

SISTEMAS SILVOPASTORILES

En Colombia, en una plantación de aliso de dos años, con una densidad de 1.600 árboles/ha y una altura promedio de 6,2 m, se registró un incremento de nitrógeno en el suelo de 279 kg/ha/año. Las plantaciones de aliso se desarrollan muy bien en asocio con el pasto kikuyo y en sitios sometidos a pastoreo. En el país se encontró que el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), creciendo bajo un rodal de aliso de 12 años de edad, contenía el doble de proteína que el mismo pasto a plena exposición solar. Igualmente, se registró que terneros pastando en plantaciones de aliso aumentaron 33% más de peso, que aquellos pastando en áreas sin aliso, debido a la protección del sol y del viento, y a la mejor calidad del pasto.

Debido a la forma del árbol y a su follaje, esta planta es propicia para establecer con cultivos asociados como el lulo (*Solanun quitoense*), presentándose como alternativa



Figura 33. Usos de la madera de aliso. a). Palos para paletas y bombones; **b).** Palos para pinchos; **c).** Tabla y tablilla para la elaboración de guacales.



Figura 34. a). Molduras en aliso para recubrimientos de interiores; **b).** Fósforos de madera de aliso

adicional de producción, esto lo confirman experiencias realizadas por la Compañía Forestal de Colombia en el municipio de Villa María (Caldas), las cuales demostraron que al establecer lulo entre una plantación previamente raleada a una edad de cinco años y con densidades de 3 x 3 m, el cultivo presenta un óptimo desarrollo y baja la incidencia de enfermedades.

USOS

La madera presenta baja durabilidad natural y es susceptible al ataque de termitas y a la pudrición si no se utilizan preservantes. Como la madera se impregna fácilmente puede preservarse para la obtención de postes para transmisión de energía y para cercas. De igual forma, al permitir un buen acabado puede utilizarse en la elaboración de muebles decorativos, gabinetes, puertas y ventanas. Es apta para molduras, carpintería fina, cielos rasos y ataúdes. También se deja tornejar y

se emplea para la elaboración de instrumentos musicales, hormas para calzado, baja lenguas, lápices, toneles, artesanías y esculturas, y en la elaboración de mangos para herramientas, incluidos palos de escoba y utensilios domésticos.

La madera redonda se utiliza en construcciones livianas, como vigas, soleras y en general, para elementos estructurales sometidos a cargas pequeñas. La madera permite un buen desenrollado y puede utilizarse en la fabricación de tableros contrachapados y tableros de

partículas, chapas para triplex, cajas corrientes y guacales. Con la madera de duramen, debidamente preservada pueden elaborarse durmientes.

La pulpa del aliso es de fibra corta, fuerte y fácil de impregnar, atributos muy valiosos para la elaboración de pasta de celulosa. La madera es muy apreciada para leña (valor calórico= 4.600 kcal/kg), ya que arde uniformemente pero da mucha ceniza. El carbón, no obstante, es de regular calidad. El rendimiento comercial del carbón (6,7 kcal/kg), es del 21%, es decir, por cada 100 kg de leña que entran al horno se obtienen 21 kg de carbón (Catie, 1989). Se utiliza frecuentemente en Colombia en la industria fosforera, para la elaboración de fósforos de madera.

OTROS PRODUCTOS NO MADERABLES

La corteza y las hojas son fuente de taninos para el curtido de pieles. De la corteza se extrae un tinte amarillo y de las hojas tintes amarillos y verdes. La corteza se utiliza en forma casera para teñir lana y algodón de color canela – marrón.

Las hojas tienen propiedades medicinales; molidas y mezcladas con grasa se utilizan para cicatrizar heridas, y calentadas en vinagre se aplican para aliviar inflamaciones. Aplicadas sobre las heridas ayudan a contener las hemorragias. En infusión, se toman contra el reumatismo y los resfriados, mientras que las hojas tiernas y calientes se emplean para aliviar los malestares de cabeza sujetándolas sobre la frente.

Esta especie es de gran valor para el control de erosión en suelos de fuerte pendiente e inestables, y para la recuperación de taludes, gracias a que su sistema radical superficial y extendido. De otra parte, el aporte al suelo de una alta cantidad de materia orgánica rica en nitrógeno aumenta la fertilidad del suelo, especialmente de hojas, las cuales se descomponen rápidamente.

Así mismo, el aliso es una especie de gran valor para la protección de las cabeceras y márgenes de ríos y quebradas, y en general, para la protección de cuencas hidrográficas, debido a que la materia orgánica que aporta contribuye significativamente a incrementar la porosidad del suelo, la capacidad de infiltración y la conservación del agua en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRETO A. G.; HERRERA, J. D. *Alnus jorullensis*. Santafé de Bogotá, Inderena, 1992. 55 p. (Serie N° 47).
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA – CATIE. TURRIALBA. COSTA RICA. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. *Alnus acuminata*. Turrialba, CATIE, 1986. P. 49-53. (Serie Técnica. Informe Técnico N°86).
- CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL – CONIF. BOGOTÁ. COLOMBIA. Latifoliadas de zona alta. Aliso. Bogotá, Conif, 1996. p. 23-36.
- DEL VALLE A., J. I.; GONZÁLEZ P., H. Rendimiento y crecimiento del cerezo (*Alnus jorullensis*) en la región central colombiana. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 41(1):51-61. 1988.
- GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A., GÓMEZ, D.E.; MARÍN M., P. *Corthylus* n. sp. (Coleoptera: Scolytidae), plaga del Aliso en la Cuenca del Río Blanco en Colombia. Revista Colombiana de Entomología 30(2):171-178. 2004.
- MADRIGAL C., A. Insectos forestales en Colombia: biología, hábitos, ecología y manejo. Medellín, Editorial Marín Vieco, 2003. 847 p.
- OLIVEROS D., H.M. Reconocimiento de insectos y arácnidos asociados a siete especies forestales durante la fase de vivero. Pasto, Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 1999. 138 p. (Tesis Ingeniero Agroforestal).
- RESTREPO U., G.; BELLEFLEUR, P. L'aune des Andes de Colombie: ecologie et identification. Bois et Forêts des Tropiques 247:53-68. 1996.
- RESTREPO U., G. Infectividad y efectividad de los actinomicetos del género *Frankia* asociados con *Alnus acuminata* ssp. *acuminata*. Crónica Forestal y del Medio Ambiente N° 12:5-19. 1997.

- REYES S., F; FORERO B., Evaluación de árboles plus y propagación vegetativa de aliso *Alnus acuminata* H.B.K. Bogotá, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003. 109 p. (Tesis Ingeniero Forestal).
- RONDÓN R., J. A ; HERNÁNDEZ G., R. Efectos de la aplicación de nitrato de sodio, sulfato de amonio y urea, sobre el crecimiento, nodulación y contenido de nitrógeno en *Alnus acuminata* H.B.K. Revista Forestal Venezolana 21(31):79-91. 1987.
- SMIT, G. S.; VENEGAS T., L. Informe forestal del departamento de Caldas. Manizales, FNC - Fondo de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1965. 152 p.
- DEL VALLE A., J. I.; GONZÁLEZ P., H. Rendimiento y crecimiento del cerezo (*Alnus jorullensis*) en la región central colombiana. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 41(1):51-61. 1988.