

CAPÍTULO.

SELVICULTURA DE ALNUS GLUTINOSA

Oscar Cisneros

*Departamento de Investigación y Experiencias Forestales Valonsadero. Junta de Castilla y León
Apdo. nº 175. 42080 SORIA. cisgonos@jcy.es*

Gregorio Montero

*Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).
Carretera de La Coruña Km 7. E-28040 MADRID. montero@inia.es*

0. INTRODUCCIÓN

I. TIPOLOGÍA

I.1. TAXONOMÍA: RAZAS Y VARIEDADES

I.2. TIPOLOGÍA DE LAS ALISEDAS

I.2.1. Alisedas atlánticas

I.2.2. Alisedas mediterráneas

II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

II.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACIÓN

II.2. TRATAMIENTOS GENERALES

III. TRATAMIENTOS PARCIALES

III.1. LIMPIAS

III.2. CLAREOS

III.3. CLARAS

III.4. PODAS

III.5. FERTILIZACIÓN

III.6. SANITARIOS

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN

IV.2. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

IV.3. TURNO

IV.4. MODELOS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

V. ESQUEMA SELVÍCOLA

VI. BIBLIOGRAFÍA

0. INTRODUCCIÓN

El aliso es un integrante típico de las riberas de la región eurosiberiana y de numerosos bosques de galería de la región mediterránea. Se trata de uno de nuestros árboles más higrofilos, es habitual que presente la mayor parte de su sistema radical sumergido en el agua. Además tiene la capacidad de fijar nitrógeno gracias a la relación simbiótica que establece con actinomicetes del género *Frankia* en nódulos de fijación situados en las raicillas más superficiales. Ambas características convierten a este árbol en una especie muy útil para la restauración de riberas o zonas temporalmente encharcables. También tiene un gran interés como de madera de calidad, en particular como complemento o sustituto del cerezo por su similitud en color. Si bien su valor económico no es comparable al de especies más conocidas como nogal, cerezo o fresno, supera en crecimiento a la mayoría de las frondosas empleadas en carpintería de calidad.

I. TIPOLOGÍA

I.1. TAXONOMÍA. RAZAS Y VARIEDADES

La descripción botánica recogida en la Flora Ibérica (Rocha, 1990) no recoge la existencia de variedades en España. Probablemente, el amplio rango en el que se desarrolla la especie (desde Asturias a Cádiz) y el pequeño tamaño de las poblaciones ribereñas hayan dado lugar a importantes diferencias genéticas entre poblaciones (Kajba y Gracan, 2003), aunque no existen estudios al respecto.

I.2. TIPOLOGÍA DE LAS ALISEDAS

Esta especie se asocia estrechamente a la existencia de humedad edáfica. Su presencia se ciñe, en la mayoría de las ocasiones, a la existencia de cursos de agua o accidentes del terreno que favorecen la acumulación de la escorrentía. Blanco *et al.* (1997) dividen las alisedas peninsulares en alisedas atlánticas y alisedas mediterráneas, según su ubicación en la región eurosiberiana o mediterránea.

I.2.1. Alisedas atlánticas (blanco *et al.*, 1997)

El aliso no tolera suelos con elevados porcentajes de carbonatos. En el norte peninsular la precipitación es suficiente para que los suelos estén intensamente lavados, por lo que se pueden encontrar alisedas en la mayoría de las riberas desde Galicia hasta Gerona (aunque las áreas potenciales del aliso se han empleado en gran medida para prados de siega o cultivos agrícolas). En las situaciones óptimas para su desarrollo (en la proximidad del cauce), las alisedas componen bosques de galería de 20 m de altura, muy umbrosos, que pueden llegar a convertirse en túneles en los ríos y arroyos más estrechos. La vegetación consecuentemente está adaptada al ambiente nemoral. Aunque el amplio rango geográfico no permite establecer especies representativas en los distintos estratos, existen algunos taxones habituales. Las lianas están bien representadas, y entre los árboles más habituales se pueden citar *Acer pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus minor* Mill. y *Ulmus glabra* Huds. Son arbustos frecuentes *Cornus sanguinea* L., *Corylus avellana* L., *Euonymus europaeus* L., *Frangula alnus* Mill., *Rubus* sp. o *Salix atrocinerea* Brot. La riqueza del sustrato, la altitud y la ubicación geográfica permite delimitar algunos tipos e identificar especies representativas (tabla I.1):

Tabla I.1: Tipos y especies más características de las alisedas atlánticas (Blanco *et al.*, 1997)

Tipo (delimitación geográfica o ambiental)	Especies más representativas
Alisedas cantábrico occidentales, frecuentemente desarrolladas sobre sustratos ácidos; localmente llegan a las montañas silíceas del País Vasco	<i>Blechnum spicant</i> <i>Carex elata</i> subsp. <i>reuteriana</i> <i>Carex laevigata</i> <i>Dryopteris dilatata</i> <i>Lastrea limbosperma</i> <i>Osmunda regalis</i> <i>Valeriana pyrenaica</i>
Alisedas cantábricas centro-orientales, sobre suelos profundos y ricos derivados generalmente de sustratos calcáreos	<i>Cardamine raphanofilia</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex remota</i> <i>Equisetum telmateia</i> <i>Helleborus viridis</i> <i>Lamiastrum galeobdolon</i> <i>Saxifraga hirsuta</i> <i>Scrophularia auriculata</i> <i>Stegnogramma pozoi</i>
Alisedas de montaña media pirenaica (800-1300 m)	<i>Angelica sylvestris</i> <i>Cardamine impatiens</i> <i>Equisetum hyemale</i> <i>Geum urbanum</i> <i>Lysimachia nemorum</i> <i>Scrophularia nodosa</i> <i>Stachys sylvatica</i> <i>Viola sylvestris</i>
Alisedas prepirenaicas o de tierras bajas pirenaicas (<800 m)	<i>Anemone nemorosa</i> <i>Doronicum pardalianches</i> <i>Galunthus nivalis</i> <i>Symphytum tuberosum</i> <i>Ulmus minor</i>
Alisedas meridionales, transicionales, con presencia ya de elementos de riberas mediterráneas	<i>Euphorbia dulces</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Galium broterianum</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Viola riviniana</i>

Una particularidad es que su posición meridional en el conjunto de su distribución hace que en estas formaciones permanezcan taxones de afinidad subtropical o macaronésica, a diferencia de las alisedas europeas.

Las alisedas atlánticas se desarrollan desde el nivel del mar hasta los 1200 m. Por encima de esa cota son reemplazadas por arces, abedules, chopos o fresno de montaña.

Su desarrollo también se hace más escaso en las vertientes meridionales centropirenaicas, más secas y continentales, y en los grandes macizos altoaragoneses calizos, de sustrato carbonatado.

I.2.2. Alisedas mediterráneas (Blanco *et al.*, 1997)

La presencia del aliso en el área mediterránea es relativamente frecuente, asociada a estaciones suficientemente húmedas y a la ausencia de carbonatos. Estos requerimientos hacen que sea más frecuente en la mitad occidental de la península y en las zonas de transición entre las regiones eurosiberiana y mediterránea. Al igual que en el caso anterior, se sitúan en la zona inmediata al cauce o tras la sauceda arbustiva. Frente a las alisedas atlánticas, el estrato lianoide tiene mayor importancia y desarrollo. Entre las especies arbóreas se incluyen *Celtis australis* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Populus nigra* L. o *Ulmus minor* Mill. Los arbustos frecuentes son *Cornus sanguinea* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Frangula alnus* Mill., *Rhododendron ponticum* L., *Salix* sp. o *Sambucus nigra* L.

Las variaciones climáticas, fisiográficas y florísticas permiten establecer los siguientes tipos (tabla I.2).

Tabla I.2: Tipos y especies más características de las alisedas mediterráneas (Blanco *et al.*, 1997)

Tipo: delimitación geográfica o ambiental	Especies más representativas
Alisedas mediterráneo-occidentales bajo clima mediterráneo de influencia atlántica. Se desarrollan entre 0 y 1000 m en Extremadura, Portugal y oeste de Castilla y León. No llevan árboles de climas más fríos, como chopos temblones o abedules.	<i>Celtis australis</i> <i>Clematis campaniflora</i> <i>Osmunda regalis</i> <i>Scrophularia scorodonia</i>
Alisedas mediterráneo-subcontinentales, interiores y montanas. Ocupan las riberas de los ríos y arroyos de las cadenas periféricas occidentales de la Submeseta norte, normalmente entre 900 y 1200 m. En ellas son escasos o están ausentes taxones termófilos como almeces, vides silvestres o helechos reales.	<i>Betula alba</i> <i>Frangula alnus</i> <i>Ilex aquifolium</i> <i>Luzula sylvatica</i> subsp. <i>henriquesii</i> <i>Populus tremula</i>
Alisedas mediterráneo-meridionales térmicas. Tienen sus principales manifestaciones en las sierras del oeste de Cádiz y en los macizos meridionales portugueses. En su composición florística intervienen muchos taxones térmicos de distribución casi exclusivamente meridional.	<i>Allium triquetrum</i> <i>Arisarium proboscideum</i> <i>Ranunculus macrophyllus</i> <i>Rhododendron ponticum</i> <i>Ruscus hypophyllum</i> <i>Salix pedicellata</i> <i>Scrophularia laevigata</i>

II. REGENERACIÓN Y TRATAMIENTOS DE REGENERACIÓN

II.1. PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN A LA REGENERACIÓN

El aliso es una especie monoica con flores unisexuales. Las masculinas en amentos cilíndricos, inicialmente erguidos y después colgantes. Las femeninas agrupadas por parejas en una bráctea, las cuales se agrupan en amentos que al madurar producen una fructificación leñosa con aspecto de piña. Florece de febrero hasta abril, y los frutos maduran al final del verano. Las piñitas vacías se mantienen durante bastante tiempo en el árbol (López, 2002).

Disponibilidad de semillas

Las yemas de flores de ambos sexos se empiezan a desarrollar entre 9 y 10 meses antes de la polinización, por lo que su observación permite predecir la cosecha del año siguiente. Las yemas de flores masculinas tienen aproximadamente 1 cm, frente a 3 mm de las femeninas. Permanecen verdes hasta diciembre y crecen intermitentemente durante el invierno. La polinización sucede de febrero a marzo y las semillas se forman durante primavera y verano, de forma que el embrión madura durante septiembre. A partir de este mes las semillas pueden germinar, aunque las piñitas siguen verdes, y no pasan a ser marrones hasta que las semillas se liberan (Funk, 1990).

La mayor parte de los árboles son autoestériles. La viabilidad de las semillas varía del 8 al 90% (Funk, 1990), 40% según Suszka *et al.* (1994). La producción de buenas cosechas es frecuente, aunque hay años de escasa productividad. Dado que la fecundación tiene lugar de julio a agosto, el calor elevado o la sequía en esta época puede dar lugar a cosechas escasas. En plantaciones artificiales se puede observar fructificación desde el 2º o 3º año, si bien las fructificaciones abundantes tiene lugar a partir del 6º o 7º año. En poblaciones densas, el inicio de la fructificación se retrasa hasta los 30 años.

Germinación y primer desarrollo

Al igual que otras especies colonizadoras, es muy prolífica, si bien la mayor parte de las semillas germinan en el primer año y no se produce reserva de semillas en el suelo. Además las semillas son muy sensibles al calor ambiental y requieren que el suelo esté saturado de humedad para germinar. Temperaturas superiores a 35 – 40º C son letales, así como sequía en primavera en el momento de la germinación.

Aunque los frutos son muy ligeros y tiene pequeñas alas, la mayor parte de las semillas quedan a 30 – 60 m del árbol madre. Las semillas poseen una cámara aerífera y pueden flotar en el agua o ser empujadas por el viento saltando sobre el agua. Las semillas pueden germinar incluso tras 12 meses de flotación (Suszka *et al.*, 1994).

Las plántulas no proliferan bajo la cubierta completa y son habituales los regenerados en los límites de la zona sombreada por las copas, en condiciones de mayor iluminación. Es habitual observar la colonización de jóvenes plántulas que proliferan sin ninguna cubierta en pastizales abandonados o riberas rozadas. Frente a otras especies integrantes de la ribera, el regenerado de aliso presenta la ventaja de sobrevivir a condiciones de asfixia durante periodos largos de encharcamiento. La presencia de aerénquima en las raíces que han crecido en condiciones de asfixia se considera una adaptación para mejorar las condiciones de aireación de los tejidos (McVean, 1956).

Establecimiento

En condiciones de plena luz y con suficiente humedad, el crecimiento inicial es muy vigoroso, superior a otras especies forestales. Esto, unido a su carácter heliófilo y a la fijación de nitrógeno, permite la instalación rápida del regenerado al superar pronto la competencia herbácea. Precisamente el veloz desarrollo inicial ha favorecido el empleo del aliso como especie protectora para otros árboles de mayor valor, plantado en líneas paralelas a la especie principal o formando un anillo entorno a los árboles principales. En el caso de que exista una cobertura arbórea, el aliso prospera lentamente y desaparece si no se favorece la entrada de luz.

Reproducción vegetativa

El aliso tiene una buena aptitud para la multiplicación vegetativa. Rebrotan bien de cepa, y escasamente de raíz. Se puede reproducir por acodo, acodo aéreo, estaquillado de ramas herbáceas y cultivo in vitro.

II.2. TRATAMIENTOS GENERALES

En España no se puede hablar de tratamientos de regeneración en el caso del aliso. El pequeño tamaño de los bosquetes ha limitado el aprovechamiento a cortas puntuales, más relacionadas con la limpieza de márgenes o bordes de fincas que con una planificación dirigida. Aunque posee una madera empleada regularmente por la industria del mueble, lamentablemente su empleo habitual ha sido la producción de leñas o de pequeñas piezas (mangos, instrumentos de cocina, etc).

El crecimiento del aliso es relativamente rápido, lo cual unido a su capacidad de rebrote ha motivado que la forma fundamental de masa sea el monte bajo, y el principal método de regeneración sea la corta a hecho. Se producen pequeños bosquetes coetáneos, en los que pueden existir algunos árboles de mayor edad que se han respetado para conseguir piezas de mayor dimensión o por su porte excepcional. En ocasiones se realiza una selección de brotes tras la corta, pero es más habitual encontrar cepas con muchos brotes.

Perrin (1964) recoge que en Francia el turno recomendable del monte bajo es de 15, 20 o 25 años, ya que por encima de 25 años pierde vigor para rebrotar. Recomendaba que el corte se haga por encima del nivel de crecida del río. Según Evans (1984), el turno se sitúa entre 10 y 20 años en el Reino Unido. Bary-Lenger *et al.* (1988) describen una situación similar en Bélgica, con la mayoría de los alisos tratados en monte bajo, con reserva de algunos ejemplares sobresalientes. Una aportación más reciente a cargo de Thibaut *et al.* (2004) recoge la presencia en Bélgica de poblaciones tratadas en monte alto o en fase de transformación de monte bajo a monte alto.

El aliso se puede destinar a la producción de madera de sierra o chapa de calidad. En este caso es más adecuado recurrir a la plantación de brinzales, aunque se pueden obtener fustes correctos en brotes de cepa si se realiza una selección temprana de los rebrotes dejando uno por cepa. En plantaciones artificiales se emplean brinzales de 2 savias, ya que la planta de una savia en vivero no suele alcanzar un tamaño suficiente y puede que no haya desarrollado los nódulos de fijación de nitrógeno. La altura de estas plantas varía entre 50 y 80 cm (Fennessy, 2004).

La densidad de plantación depende del destino final, la disponibilidad del propietario para gestionar la plantación y del terreno disponible. Se pueden agrupar las plantaciones de aliso en los siguientes grupos.

- **Plantación de aliso para madera de calidad:** Cuando el suelo es excesivamente húmedo o pobre para la producción de otras especies de mayor valor (chopo, nogal, cerezo, fresno, etc), el aliso se puede instalar en plantación pura, entre 800 y 1000 árboles/ha. Esta densidad es inferior a la recomendada por los selvicultores europeos. Bazin (1995) recomienda que la densidad inicial sea alta, entre 1000 y 2000 árboles/ha, al igual que Bary-Lenger *et al.* (1988), entre 1600 y 2500 árboles/ha o Boudru (1986), de 1600 a 4400 árboles/ha. Fennessy (2004) propone la plantación de al menos 3300 árboles/ha, con filas separadas 2 m y plantas 1,5 m, aunque considera más conveniente llegar a 4000 árboles/ha, plantando a 1,25 m dentro de las líneas. Estas densidades tan elevadas persiguen que exista una fuerte autopoda y que disminuya el grosor de las ramas, a imitación de los bosquetes silvestres. Hay que tener en cuenta que es una especie heliófila y por lo tanto requiere de suficiente espacio para desarrollarse. Los clareos y claras necesarios para conducir una plantación a elevada densidad van a suponer un gasto mayor que el beneficio obtenido en los productos intermedios, a excepción de la posible venta como biomasa. Por lo tanto es aconsejable plantar menos árboles, entre 800 y 1000, y podar hasta alcanzar la troza de calidad. Esta densidad permite asegurar la obtención de un número suficiente de árboles de calidad en la corta final. Por debajo sería difícil que se produjera una adecuada autopoda, y por encima el coste de instalación es excesivamente oneroso
- **Plantación de aliso como especie de acompañamiento:** El crecimiento inicial del aliso supera a otras frondosas presentes en los mismos ecosistemas, según se observa en la figura II.1. Esta característica, junto con el enriquecimiento en nitrógeno derivado de la simbiosis radicular, ha favorecido el empleo del aliso como especie acompañante de otras de mayor valor. Se persigue imitar el efecto del sotobosque (mejorar la protección al suelo, disminuir la competencia herbácea, proteger de la caza, de la acción del sol, etc) y lograr los beneficios asociados a la competencia interespecífica sobre la especie principal (disminución del grosor de las ramas, mayor crecimiento en altura, etc). El esquema de plantación puede consistir en plantar líneas de aliso intercaladas entre la especie principal o alisos rodeando a la especie principal.

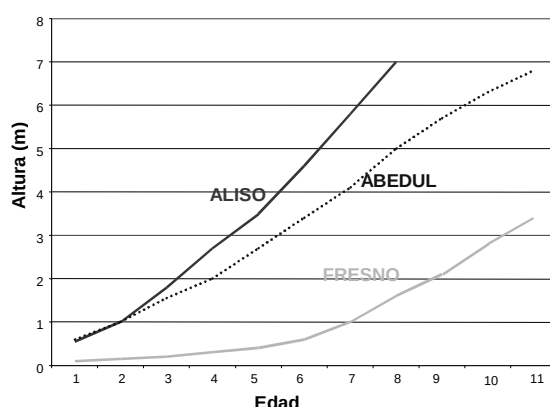


Figura II.1: Crecimiento en altura durante los primeros años de la plantación de tres especies de madera de calidad (Leibundgut, 1966, en Lanier, 1986)

El efecto del enriquecimiento en nitrógeno no repercute inmediatamente sobre la especie principal. El periodo medio para que el nitrógeno fijado en los nódulos beneficie a otras especies es de 5 – 10 años (Hood y Moffat, 1995). Moffat

(2000) encontró diferencias significativas en una plantación mixta de alerce y aliso a partir del 5º año, mientras que Balandier y Marquier (1998) no observaron el efecto positivo sobre el crecimiento de fresno acompañado por aliso hasta el 7º año. Hay que indicar que existen otras especies del género *Alnus* con crecimiento inicial superior (Gavaland *et al.*, 2002; Moffat, 2000) y otras especies adecuadas para el mismo fin como *Eleagnus angustifolia* L., *Sambucus nigra* L., etc.

III. TRATAMIENTOS CULTURALES

III.1. LIMPIAS

Los terrenos favorables al desarrollo del aliso son húmedos y favorecen el desarrollo de un importante estrato herbáceo. A pesar de esta circunstancia, las limpieas no son frecuentes. En el caso de los rebrotes, la competencia herbácea no supone ningún impedimento al desarrollo, ya que está creado el sistema radicular. En las plantaciones, los plantones de dos savias tienen suficiente altura para superar a la mayoría de las herbáceas. No se han observado los problemas de alelopatías que afectan a otras especies y la fijación de nitrógeno favorece su arraigo y desarrollo. Por otro lado la mecanización de estas labores suele ser complicada en terrenos con largos periodos de encharcamiento o situados en riberas y lindes de fincas.

III.2. CLAREOS Y CLARAS

El temperamento de la especie exige que las intervenciones sean frecuentes y vigorosas. Bary-Lenger *et al.* (1988) recomiendan que la primera clara se haga antes de los 10 años. Boudru (1986) indica que las rotaciones deben ser cortas, cada 4 ó 5 años, favoreciendo el desarrollo de la copa de los árboles reservados para la corta final. La necesidad de realizar clareos y claras frecuentes también ha sido constatada por Johansson (2005) en un estudio sobre la especie en Suecia. Para este autor es fundamental aclarar pronto el aliso, cuando los árboles alcanzan 3-4 m, de forma que queden menos de 3000 árboles/ha. El mismo autor recomienda que en las estaciones más fértiles, como antiguos terrenos cultivados, las claras deben hacerse antes, cuando alcanzan 2-4 m (antes de los 5 años) y aclarar hasta llegar a un máximo de 2000 árboles/ha. Según Bazin (1995) en plantaciones con más de 1000 árboles/ha se deben obtener 400 árboles/ha a los 10-20 años y dejar para el objetivo final 150 a 200 árboles. Fennessy (2004) plantea que las claras se retrasen hasta conseguir una troza limpia de 6-7 m de altura. A partir de ese momento se deben realizar claras fuertes para alcanzar rápidamente el diámetro de corta. También indica la necesidad de hacer clareos hasta llegar a 700-1500 árboles/ha en los 15 primeros años, ya que la ausencia de tratamientos implica que los diámetros sean hasta un 20% menores. Por el contrario, en los bosquetes en los que no se han realizado claras, las intervenciones no suelen tener una respuesta adecuada, y pueden ser contraproducentes por la escasa capacidad de reacción de los alisos viejos. En este caso las claras se deben concentrar en favorecer a los árboles dominantes de 15 a 20 años. En la tabla III.1 se resumen las intervenciones recomendadas por Fennessy (2004).

Tabla III.1: Claras y clareos para plantaciones puras de aliso en Irlanda (Fennessy, 2004)

Altura total (m)	Árboles/ha tras la intervención	Intervención	Objetivo
0,5/0,8	3300	Plantado a 2,0 x 1,5	Disminuir competencia y favorecer el crecimiento en diámetro
2,0/3,0	3000	1 ^{er} clareo	Disminuir competencia y favorecer el crecimiento en diámetro
4,0/5,0	2500	2 ^o clareo	Disminuir competencia y favorecer el crecimiento en diámetro
7,0/8,0	2100	3 ^{er} clareo	Selectivo para eliminar los defectuosos
9/11,0	1000	1 ^a Clara	Fuerte para liberar las copas
12/13	700	2 ^a Clara	Eliminar la competencia de los dominantes
15/16	450	3 ^a Clara	Seleccionar los 150/200 mejores árboles/ha
17/18	200	4 ^a Clara	Seleccionar los 100/120 árboles/ha de la corta final

III.3. PODAS

El aliso desarrolla sin dificultad un eje único, aunque tiene el inconveniente de que las ramas engrosan con rapidez. Las plantaciones a elevada densidad, por encima de 1100 arb/ha, inician rápidamente la competencia, lo cual favorece la formación del tronco y la autopoda. Bazin (1995) recomienda no realizar podas de formación e iniciar las podas de calidad cuando el árbol mida 6 m, interviniendo otra vez cuando hayan crecido otros 2 m. Fennessy (2004) señala que sólo son necesarias dos podas de formación, coincidentes con los clareos de la tabla 3, para conseguir un fuste sin bifurcaciones. La elevada densidad que recomienda este autor hace innecesarias las podas de calidad. Cuando se opta por la plantación de menos de 1100 arb/ha, puede ser necesario planificar al menos las siguientes intervenciones (tabla III.2; Montero *et al.*, 2003):

Tabla III.2: Edad a la que deben realizarse las podas y el número de árboles que deben podarse para plantaciones de aliso (Montero *et al.*, 2003)

Tipo de poda	Edad	Nº de árboles que podar
1ª Poda de formación	Año 3	Todos los árboles defectuosos
2ª poda de formación	Año 6	400 árboles escogidos
1ª Poda de calidad	Año 9	400 árboles escogidos
2ª poda de calidad	Año 12	200 árboles definitivos

III.4. FERTILIZACIÓN

La capacidad de fijar nitrógeno atmosférico permite al aliso cubrir hasta el 75% de sus necesidades en este nutriente (Hood y Moffat, 1995). También se ha constatado que produce un incremento en el porcentaje de fósforo en el suelo. Estas características le confieren una notable capacidad para prosperar sobre sustratos pobres, por lo tanto la fertilización no se suele contemplar como una labor necesaria.

III.5. SANITARIOS

No se ha considerado especialmente sensible a las enfermedades, sin embargo en los últimos años se han multiplicado los casos de decaimiento en masas naturales. Desconocemos la existencia de estudios sobre este particular, aunque estos daños se han relacionado con episodios de sequía, variaciones en los cauces, contaminación y hongos del género *Phytophthora*.

IV. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

IV.1. CALIDAD DE ESTACIÓN

No existen curvas desarrolladas para España. En Europa se han llevado a cabo diversos estudios, aunque su validez para las alisedas peninsulares no está probada. Thibaut *et al.* (2004) han elaborado curvas de calidad para el sur de Bélgica, y han estudiado la influencia de la estación sobre la forma de las curvas. Encontraron que los factores edáficos son tan importantes como los climáticos al definir la forma de la curva, lo que concuerda con el carácter “azonal” de la especie, con un amplio rango climático y menor rango edáfico. Un factor edáfico importante es el desecamiento temporal del horizonte superficial. En esta situación, el aliso tarda varios años en desarrollar un sistema radical capaz de suministrar agua durante todo el periodo de crecimiento, de forma que la sequía estival afecta al crecimiento. Este retraso en el crecimiento juvenil se refleja en la forma de las curvas. Observaron dos grupos de curvas, que definen como superiores e inferiores, correspondientes a las condiciones ecológicas descritas en la tabla IV.1.

Tabla IV.1: Parámetros ecológicos que definen los dos grupos de curvas altura-edad del aliso en Bélgica (Thibaut *et al.* 2004)

Parámetros ecológicos	Curvas superiores	Curvas inferiores
Altitud (m)	257	457
Temperatura media anual (°C)	8,2	6,8
Situación topográfica	Terraza aluvial o manantial, zona de mayor humedad edáfica en pendiente	Pendiente
Capa freática	Permanente	Temporal
Humus	Mesotrófico	Oligotrófico
Estación	Terreno pantanoso, inundable o ribera	Meseta con épocas húmedas y secas alternantes

El modelo altura-edad propuesto es el siguiente, con edad de referencia a los 50 años:

$$H_{dom} = (a_1 Edad + b) \left[1 - \exp \left(- \left(\frac{Edad}{a_2} \right)^{a_3} \right) \right]^{a_4} + a_5 Edad$$

Donde $a_1 = 0,97347$; $a_2 = 8,88479$; $a_3 = 0,80924$; $a_4 = 1,47890$; $a_5 = -0,86971$

$$b = \frac{H_{50} - a_5 50}{\left[1 - \exp \left(- \left(\frac{50}{a_2} \right)^{a_3} \right) \right]^{a_4}} - a_1 50$$

y

Las alturas para la edad de referencia 50 años que definen las clases de calidad son 26, 23, 20, 17 y 14 m.

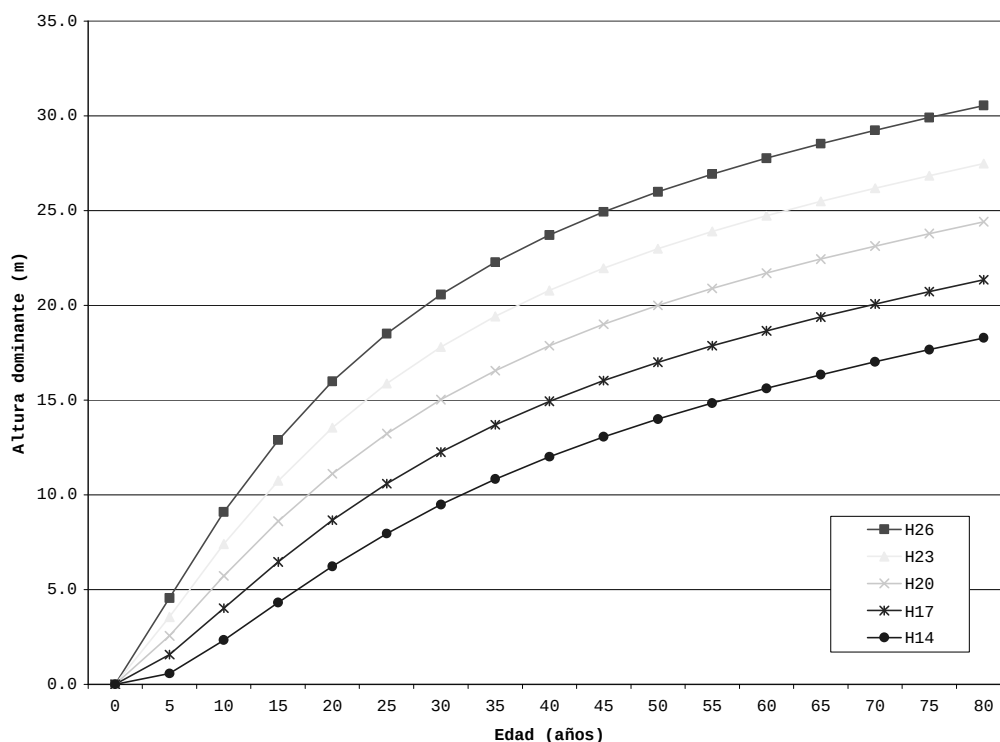


Figura IV.1: Curvas de altura dominante-edad para el aliso en el sur de Bélgica (Thibaut *et al.*, 2004)

Los autores compararon estas curvas con otros modelos existentes en Europa y encontraron una notable similitud en las relaciones altura-edad.

Johansson (1999) ha elaborado las curvas de calidad de la especie en Suecia (figura IV.2), siguiendo el modelo de Hossfeld IV.

$$H_2 = (H_1 + d + r) / \left[2 + \left(4 \cdot b_3 / t_2^{b_2} \right) / (H_1 - d + r) \right]$$

$$d = b_3 / Asi^{b_2}$$

Donde H2 es la altura, t2 es la edad, H1 es el índice de calidad (26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12, 10), t1 es la edad de referencia (40 años) y b2, b3 y Asi son parámetros (b2 = 1.3823, b3 = 381.5442 y Asi = 7).

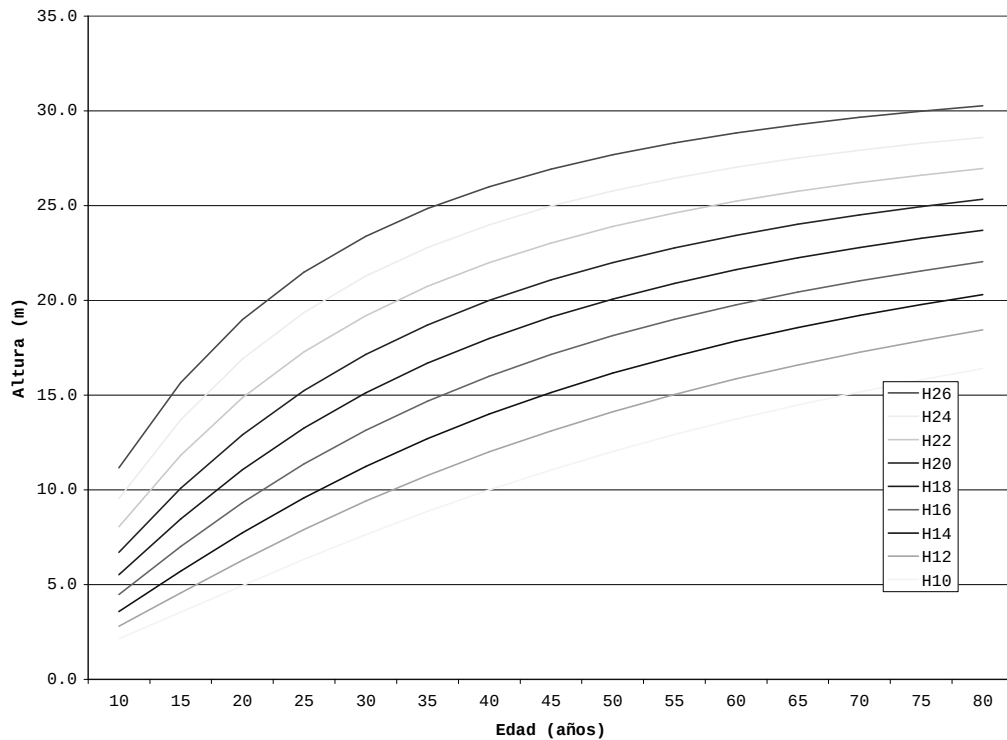


Figura IV.2: Curvas de calidad del aliso en Suecia. Johansson (1999).

Otras curvas de calidad son las de Mitscherlich (1945, en Schober, 1975) para Alemania o las de Jansen *et al.* (1996) propuestas para Holanda, a partir de la adaptación de las tablas de Mitscherlich para el norte de Alemania

IV.2. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

A partir de los datos del Primer Inventario Forestal, se puede cifrar la productividad media del aliso en España en $4,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ para el turno de 70 años.

En Francia, Perrin (1964) da una producción del aliso en monte bajo entre 4 y $8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, el mismo rango que Lanier (1986) para alisos crecidos en la proximidad de cursos de agua.

Claessens *et al.*, (2002) compara en la siguiente tabla (tabla IV.2) la productividad encontrada en Bélgica con la de las tablas de Mitscherlich (1945 en Schober, 1995) y las de Hungría elaboradas por Sopp en 1974.

Tabla IV.2: Crecimiento corriente anual en volumen (m³/ha/año) según la clase de calidad.
Wall= Valonia (Bélgica), Sopp = Hungría, Mitsch= Alemania. Claessens *et al.*, (2002).

Clase de edad (años)	Calidad					
	H ₅₀ = 26 m		H ₅₀ = 23 m		H ₅₀ = 20 m	
	I Sopp 0. Mitsch	I Wall.	I Sopp 0. Mitsch	II Wall.	I Sopp 0. Mitsch	III Wall.
10-19	13,7 -	16,5	10,5 -	13,9	7,9 -	13,9
20-29	13,5 15,4	14,5	10,6 12,4	-	8,4 9,4	-
30-39	12,7 11,2	11,8	10,3 10,0	10,2	8,2 8,8	-
40-49	11,5 10,1	8,7	9,5 8,9	9,4	7,6 7,7	8,1
50-59	10,3 9,2	-	8,3 8,0	7,6	6,6 6,8	6,4
60-69	8,5 8,4	-	6,9 7,3	7,6	5,5 6,2	7,8
70-79	6,8 7,7	-	5,5 6,8	-	4,5 5,7	8,1
> 80	4,9 7,0	-	3,9 6,1	6,1	3,0 5,1	-
Sopp (Tablas para Hungría, 1974. El volumen se contabiliza hasta 5 cm de diámetro en punta delgada); Mitscherlich (1945, tablas para Alemania, en Schober 1995). Wall. (Valonia (Bélgica), datos basados en 1 a 4 rodales, Claessens <i>et al.</i> , 2002.)						

A partir de la información de la tabla anterior y de las curvas de crecimiento, Claessens *et al.* (2002) elaboran la siguiente tabla para relacionar el crecimiento con el turno y la potencialidad selvícola (tabla IV.3):

Tabla IV.3: Potencialidad selvícola del aliso según las clase de calidad en Valonia (Bélgica).
Claessens *et al.*, (2002)

Calidad	Índice de calidad H ₅₀ (m)	Turno mínimo (años)	Crecimiento medio anual hasta alcanzar 150 cm de circunferencia (m ³ /ha/año)	Potencialidad para la producción de calidad
I	26	50	9,2	Apto en ciclo corto
II	23	65	7,8	
III	20	80	6,3	Apto en ciclo largo
IV	17	100	4,8	
V	14	-	-	Inviable

Bary-Lenger *et al* (1988) estiman para Bélgica que el crecimiento medio es superior a 8 m³/ha/año. Para turnos de 50 a 60 años el volumen recogido en la corta final es 400 m³/ha. También en Bélgica, Boudru (1986) considera que entre 30 y 70 años la producción puede variar entre 5 y 8 m³/ha/año. El mismo autor recoge los

crecimientos que figuran en las tablas austriacas de Frauendorfer de 1954 para poblaciones de aliso a los 60 años (tabla IV.4).

Tabla IV.4: Altura y crecimientos del aliso a los 60 años en Austria (Fraundorfer, 1954 en Boudru 1986)

Calidad	Altura total del árbol medio (m)	Crecimiento medio (m ³ /año)	Crecimiento corriente (m ³ /año)
I	22,6	7,8	9,7
II	20,9	6,8	8,7
III	19,0	5,7	7,5
IV	17,2	4,6	6,5

Las tablas de producción de Mitschelich (1945, en Schober, 1975), indican que el crecimiento medio anual en turno de 90 años en Alemania es de 8 m³/ha/año para la calidad I; 6,2 m³/ha/año para la calidad II y 4,5 m³/ha/año para la calidad III.

También en Alemania Lockow (1995; en Johansson, 1999) cita producciones de 310, 400, y 500 m³/ha a los 100 años para las clases de H100 = 24, 28 y 32 m. En Suecia Johansson (2005) obtiene el siguiente modelo para predecir el crecimiento medio anual $\text{Crecimiento medio anual (m}^3\text{/ha/año)} = 24,372 - 4,1989 \ln(\text{Edad})$. El dato medio obtenido por este autor en bosquetes en crecimiento libre en Suecia es de 8,4 m³/ha/año a los 45 años.

En la adaptación de las tablas de productividad alemanas a Holanda, Jansen *et al.* (1996) citan crecimientos entre 3,2 y 8,6 m³/ha/año a los 40 años. Hamilton y Christie (1971) recomiendan que los crecimientos y tablas de producción del aliso se asimilen a las tablas del arce, fresno y abedul.

Según Savill (1991) en Gran Bretaña supera con dificultad los 10 m³/ha/año. En el mismo país, Evans (1984) fija en 12 m³/ha/año el máximo crecimiento medio anual, alcanzado a los 20-25 años, aunque en las peores estaciones el crecimiento es de 6 m³/ha/año. El crecimiento inicial en altura es rápido, entre 0,5 y 1 m en altura durante los primeros 15-20 años.

IV.3. TURNO

No es una especie longeva, y su crecimiento inicial es rápido, por lo que se recomiendan turnos medios, entre 30 y 60 años. Evans (1984) considera que su a los 30-40 años alcanza desarrollo completo, y a los 60 no se observan incrementos significativos en altura. Perrin (1964) recomienda que la rotación en monte bajo no sea superior a 25 años. Los turnos que recomienda son de 15, 20 ó 25 años. Bazin (1995) plantea que el turno para plantaciones varía entre 40 y 50 años. Boudru (1986) y Bary-Lenger *et al.*, (1988) establecen que la edad de explotación no debe superar los 60 años.

IV.4. MODELOS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

Según se ha comentado anteriormente, no existen modelos construidos específicamente para las poblaciones peninsulares. Se realizó una aproximación a partir de los datos del 1^{er} Inventario Forestal Nacional (ICONA, 1980). Con los datos de este inventario se elaboraron ecuaciones y tarifas de cubicación, así como tablas de producción, de masa regular e irregular. En la tabla IV.5 se resume la tabla de producción de masa regular. Hay que pensar que los datos corresponden a poblaciones

silvestres en las que no se ha realizado ninguna selvicultura, de hecho no se diferencian calidades, por lo tanto los crecimientos obtenidos no representan el potencial de la especie. En este trabajo se proponen intervenciones quinquenales para lograr que no se llegue a la tangencia de copas. Los datos de esta tabla presentan un comportamiento similar en la tendencia densidad/edad a los que Lanier (1986) recoge para poblaciones naturales de aliso en Francia.

Tabla IV.5: Tabla de producción para masa regular de aliso (ICONA, 1980)

Edad	Valores del árbol medio			Masa principal antes de la clara		Masa extraída		Masa principal después de la clara		Masa total	Densidad de corta
	Dg	Hg	V	Nº /ha	VT	Nº/ha	VT	Nº /ha	VT	V	%
20	10,1	9	21	1209	25	362	7	847	18	25	28
25	13,7	10,2	61	847	52	215	13	632	39	59	25
30	17,4	11,4	112	632	71	140	16	492	55	91	23
35	21,2	12,4	175	492	86	93	16	399	70	122	19
40	24,9	13,2	246	399	98	69	17	330	81	150	17
45	28,7	13,9	330	330	109	52	17	278	92	178	16
50	32,5	14,5	424	278	118	41	18	237	100	204	15
55	36,4	14,9	532	237	126	32	17	205	109	230	13
60	40,3	15,1	651	205	133	26	16	179	117	254	12
65	44,2	15,1	781	179	140	22	17	157	123	277	12
70	48,2	15	926	157	145						

En Europa se han elaborado numerosas tablas de producción. Entre las consultadas, las únicas que ofrecen cierta similitud en el crecimiento en altura con los datos de la tabla anterior son las de Mitschelich (1945, en Schober, 1975), en particular la correspondiente a la calidad III (tabla IV.8). Se incluyen como posible orientación para situaciones que no estén adecuadamente reflejadas con la tabla IV.5.

Tabla IV.6: Tabla de producción del aliso en Alemania Mitschelich (1945, en Schober, 1975). Calidad I

	Masa antes de la clara								Masa extraída						Crecimiento corriente				Volumen total extraído	Volumen total	Porcentaje de volumen total extraído	Crecimiento medio	
Edad	Nº pies	Altura media	Rango inferior altura	Rango superior altura	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	Nº pies extraídos	Altura media	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	en área basimétrica		en volumen					de la masa principal	de la masa total
años		m	m	m	m²	cm		m³		m	m²	cm		m³	m²	%	m³	%	m³	m³	%	m³	m³
20	1578	15.1	13.0	17.5	16.4	11.5	443	110												110		5.5	5.5
25	1224	17.3	15.1	19.7	19.1	14.1	465	154	354	16.3	3.1	10.6	451	23	1.17		13.4		23	177	13.0	6.1	7.1
30	972	18.5	16.6	20.5	20.8	16.5	478	184	252	17.5	3.2	12.8	466	26	0.98		11.3		49	233	21.2	6.1	7.8
35	796	19.7	17.9	21.5	21.9	18.7	483	208	176	18.7	3.2	15.1	479	28	0.85		10.5		78	286	27.2	5.9	8.2
40	665	20.8	19.0	22.6	22.6	20.8	485	228	131	19.8	3.0	17.1	486	29	0.75		9.8		107	335	31.9	5.7	8.4
45	561	21.9	20.1	23.7	23.1	22.9	484	245	104	20.9	2.9	18.8	489	30	0.68		9.3		136	381	35.7	5.4	8.5
50	479	22.9	21.1	24.8	23.5	25	483	260	82	21.9	2.8	20.7	491	30	0.63		9.0		166	426	38.9	5.2	8.5
55	415	23.8	21.9	25.7	23.8	27	481	272	64	22.9	2.7	23	488	30	0.58		8.3		195	467	41.8	4.9	8.5
60	363	24.7	22.8	26.7	24.0	29	479	284	52	23.8	2.6	25	486	30	0.55		8.2		225	509	44.2	4.7	8.5
65	320	25.5	23.5	27.5	24.0	30.9	477	292	43	24.6	2.5	27	483	29	0.50		7.5		254	546	46.6	4.5	8.4
70	284	26.3	24.3	28.4	24.0	32.8	475	300	36	25.4	2.4	29	480	29	0.48		7.4		283	583	48.6	4.3	8.3
75	254	27	25.0	29.0	24.0	34.7	473	307	30	26.2	2.3	31.2	477	29	0.46		7.1		312	619	50.4	4.1	8.2
80	229	27.7	25.6	29.8	24.0	36.5	471	313	25	26.9	2.2	33.2	475	28	0.42		6.7		340	652	52.1	3.9	8.2
85	208	28.3	26.2	30.4	24.0	38.3	470	319	21	27.5	2.1	35.3	473	27	0.41		6.6		366	685	53.5	3.7	8.1
90	190	28.8	26.7	30.9	24.0	40.1	469	324	18	28	2.0	37.3	471	26	0.40		6.3		392	716	54.8	3.6	8.0

Tabla IV.7: Tabla de producción del aliso en Alemania Mitschelich (1945, en Schober, 1975). Calidad II

	Masa antes de la clara								Masa extraída						Crecimiento corriente				Volumen total extraído	Volumen total	Porcentaje de volumen total extraído	Crecimiento medio				
Edad	Nº pies	Altura media	Rango inferior altura	Rango superior altura	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	Nº pies extraídos	Altura media	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	en área basimétrica		en volumen					de la masa principal	de la masa total			
años		m	m	m	m²	cm		m³		m	m²	cm		m³	m²	%	m³	%	m³	m³	%	m³	m³			
20	1697	11.1	9.8	12.9	14.7	10.5	418	68														68			3.4	3.4
25	1319	13.1	11.6	15.0	17.2	12.9	445	100	378	12.2	2.9	9.9	427	15	1.09		9.5		15	116	13.1	4.0	4.6			
30	1057	14.7	13.1	16.5	18.9	15.1	463	129	262	13.8	3.0	12.0	443	18	0.93		9.3		33	162	20.5	4.3	5.4			
35	866	16.0	14.3	17.8	19.9	17.1	478	152	191	15.1	2.9	14.0	464	21	0.78		8.8		54	206	26.2	4.3	5.9			
40	723	17.1	15.4	18.9	20.5	19.0	487	171	143	16.2	2.9	16.0	479	22	0.70		8.2		76	247	30.9	4.3	6.2			
45	611	18.2	16.4	20.0	21.0	20.9	490	187	112	17.3	2.8	17.9	489	24	0.66		8.0		100	287	34.9	4.2	6.4			
50	523	19.1	17.2	21.0	21.2	22.7	490	198	88	18.3	2.7	19.8	493	24	0.58		7.1		124	323	38.6	4.0	6.5			
55	452	19.9	18.0	21.8	21.3	24.5	489	207	71	19.1	2.6	21.6	493	24	0.55		6.8		149	356	41.8	3.8	6.5			
60	395	20.7	18.8	22.7	21.5	26.3	487	216	57	19.9	2.5	23.4	492	24	0.52		6.6		173	389	44.4	3.6	6.5			
65	346	21.4	19.5	23.4	21.5	28.1	484	222	49	20.7	2.4	25.2	489	25	0.49		6.1		198	420	47.1	3.4	6.5			
70	306	22.1	20.1	24.2	21.5	29.9	482	229	40	21.4	2.3	27.0	486	24	0.46		6.1		222	450	49.2	3.3	6.4			
75	274	22.8	20.8	24.9	21.5	31.6	479	235	32	22.1	2.1	28.9	483	22	0.42		5.6		244	479	51.0	3.1	6.4			
80	247	23.4	21.4	25.5	21.5	33.3	477	240	27	22.8	2.0	30.7	481	22	0.40		5.5		266	506	52.5	3.0	6.3			
85	223	24.0	21.9	26.1	21.5	35.0	475	245	24	23.4	2.0	32.6	478	22	0.39		5.4		288	533	54.1	2.9	6.3			
90	203	24.5	22.4	26.6	21.5	36.7	473	249	20	23.9	1.9	34.4	475	21	0.38		5.1		309	558	55.4	2.8	6.2			

Tabla IV.8: Tabla de producción del aliso en Alemania Mitschelich (1945, en Schober, 1975). Calidad III

	Masa antes de la clara								Masa extraída						Crecimiento corriente							Crecimiento medio	
Edad	Nº pies	Altura media	Rango inferior altura	Rango superior altura	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	Nº pies extraídos	Altura media	Área basimétrica	Diámetro medio	Coefficiente de forma	Volumen	en área basimétrica		en volumen					Volumen total extraído	Volumen total
años		m	m	m	m²	cm		m³		m	m²	cm		m³	m²	%	m³	%	m³	m³	%	m³	m³
20	2587	8.6	7.6	9.7	13.0	8.0	345	39												39		1.9	1.9
25	1969	10.2	9.0	11.5	15.5	10.0	385	61	618	9.5	2.7	7.4	355	9	1.02		6.2		9	70	12.9	2.4	2.8
30	1529	11.5	10.0	13.0	17.0	11.9	416	81	440	10.8	2.8	9.0	385	12	0.87		6.5		21	102	20.2	2.7	3.4
35	1218	12.6	11.0	14.2	18.0	13.7	439	99	311	11.9	2.8	10.7	412	14	0.75		6.3		34	134	25.7	2.8	3.8
40	989	13.5	11.7	15.3	18.4	15.4	456	113	229	12.8	2.8	12.5	434	16	0.66		5.9		50	163	30.6	2.8	4.1
45	825	14.4	12.5	16.3	18.7	17.0	470	127	164	13.7	2.6	14.2	451	16	0.58		5.9		66	193	34.2	2.8	4.3
50	703	15.2	13.3	17.1	18.9	18.5	481	138	122	14.6	2.4	15.7	465	16	0.51		5.5		82	220	37.2	2.8	4.4
55	604	16.0	14.1	17.9	19.0	20.0	488	148	99	15.4	2.3	17.2	477	17	0.48		5.4		99	247	40.0	2.7	4.5
60	523	16.7	14.7	18.7	19.0	21.5	491	156	81	16.1	2.2	18.7	487	17	0.45		5.0		116	272	42.8	2.6	4.5
65	462	17.4	15.4	19.4	19.0	22.9	493	163	61	16.8	2.0	20.2	493	16	0.40		4.7		133	296	44.8	2.5	4.6
70	410	18.0	16.0	20.0	18.9	24.2	494	168	52	17.4	1.9	21.7	496	17	0.35		4.2		149	317	47.1	2.4	4.5
75	368	18.6	16.5	20.7	18.9	25.6	493	174	42	18.0	1.8	23.3	497	16	0.37		4.4		165	339	48.7	2.3	4.5
80	331	19.2	17.1	21.3	19.0	27.0	491	179	37	18.6	1.8	24.9	496	17	0.36		4.3		182	360	50.4	2.2	4.5
85	300	19.7	17.6	21.8	19.0	28.4	490	183	31	19.2	1.7	26.4	494	16	0.35		4.2		198	381	51.9	2.2	4.5
90	272	20.2	18.1	22.3	19.0	29.8	488	187	28	19.7	1.7	27.8	492	16	0.33		4.0		214	401	53.4	2.1	4.5

V. ESQUEMA SELVÍCOLA

A partir de las recomendaciones recogidas en el texto se plante el siguiente esquema, con dos itinerarios en función de la densidad inicial.

Tabla V.1: Esquema selvícola propuesto.

Rango de alturas (m)	Número de árboles al que hay que llegar tras la intervención	
	Alta densidad (repoblaciones y poblaciones silvestres)	Baja densidad
1,0 - 0,5	1600-4400	800-1000, plantación inicial
1,3 - 2,6		Poda de formación a todos
1,9 - 3,6	3000 clareo, poda de formación	
3,2 - 5,5	2500 clareo, poda de formación	Poda de formación a 400 arb/ha
5,1 - 8,3	2100 clareo	Poda de calidad a 400 arb/ha
6,9 - 10,7	1000 clara	Poda de calidad a 200 árboles definitivos 700 clareo
8,6 - 12,9	700 clara	500 clara
11,1 - 16,0	450 clara	400 clara
13,2 - 18,5	200 clara (corta final si se trata de monte bajo)	200 clara
15,0 - 20,6	150 clara	
20,0 - 26,0	Corta final	Corta final

VI. BIBLIOGRAFÍA

- BALANDIER P., MARQUIER A., 1998. Vers une remise en question des avantages d'une plantation frêne-aulne. Rev. For. Fr. Vol. L, nº 3, 231-243.
- BARY-LENGER A., EVRARD R., GATHY P., 1988. La forêt. Ecologie, gestion, économie, conservation. Ed. Gerfaut Club. Liège, Bélgica. 619 pp.
- BAZIN P., 1995. Repoblación forestal de tierras agrícolas. Institut pour le Développement Forestier. Ed. Mundiprensa (edición en español). Madrid. 63 pp.
- BLANCO E., CASADO M.A., COSTA M., ESCRIBANO R., GARCÍA M., GÉNOVA M., GÓMEZ A., GÓMEZ F., MORENO J.C., MORLA C., REGATO P., SAINZ H. 1997., Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed. Planeta. Barcelona. 572 pp.
- BOUDRU M., 1986. Fôret et sylviculture: sylviculture appliquée. Les Presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, Bélgica. 244 pp.
- EVANS J., 1984. Silviculture of Broadleaved Woodland. Forestry Commission Bulletinº 62. Londres, Reino Unido. 232 pp.
- FENNESSY J., 2004. Common alder (*Alnus glutinosa*) as a forest tree in Ireland. Coford Connects. Reproductive material nº 8, 4 pp. [en línea]. Disponible en <http://www.coford.ie/iopen24/pub/pub/COFORD-Connects/Alder-reprod.pdf> [Consulta: 5 enero de 2006]
- FUNK D.T., 1990. *Alnus glutinosa* (L.). Gaertn. En: Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. vol.2, 877 pp. [en línea]. Disponible en http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/alnus/glutinosa.htm [Consulta: 5 enero de 2006]
- HAMILTON G.J., CHRISTIE J.M., 1971. Forest management tables (metric). Forestry Commision Booklet nº 34. Londres, Reino Unido. 201 pp.
- HOOD R.C., MOFFAT A.J., 1995. Reclamation of opencast coal spoil using alder. NERC News 33, 12-14.
- ICONA., 1980. Las frondosas en el primer inventario forestal nacional. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid. 236 pp.
- JANSEN J.J., SEVENSTER J., FABER P.J., 1996. Opbrengst tabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. IBN-rapport 221. Hinkeloord Report nº 17. Landbouwniversiteit Wageningen. Holanda. 202 pp.
- JOHANSSON T., 1999. Site index curves for common alder and grey alder growing on different types of forest soil in Sweden. Scand. J. For. Res. Vol 14, 441-453.
- JOHANSSON T., 2005. Stem volume equations and basic density for grey alder and common alder in Sweden. Forestry, Vol. 78, nº 3, 249-262.
- KAJBA D., GRACAN J. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. 4 pp. [en línea]. Disponible en <http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pdf/854.pdf> [Consulta: 5 enero de 2006]
- LANIER L., 1986. Précis de sylviculture. École National du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Nancy, Francia. 468 pp.
- LÓPEZ G., 2002. Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares. Ed. Mundiprensa, Madrid. 894 pp.

- MCVEAN, D. N. 1956. Ecology of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. IV. Root system. Journal of Ecology 44, 219-225.
- MOFFAT A.J., 2000. Effects of inoculation with *Frankia* on the growth and nutrition of alder species and interplanted Japanese larch on restored mineral workings. Forestry Vol. 73, nº 3, 215-223.
- MONTERO G., CISNEROS O., CAÑELLAS I., 2003. Manual de selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. Ed. MundiPrensa. Madrid. 284 pp.
- PERRIN H., 1964. Sylviculture. Tome II: Le traitement des Fôrets. Théorie et pratique des techniques sylvicoles. Ecole Nationale des Eaux et Forêts. Nancy, Francia. 411 pp.
- ROCHA M.L., 1990. *Alnus*. En: Flora Ibérica: plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Volumen II. Platanaceae-Plumbaginaceae (Castroviejo S., Laínz M., López G., Montserrat P., Muñoz F., Paiva J., Villar L., eds.) Real Jardín Botánico. Madrid. pp. 43-44.
- SCHOBER R., 1975. Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., Alemania. 166 pp.
- SUSZKA B., MULLER C., BONNET-MASIMBERT M., 1994. Graines des feuillus forestiers. De la récolte au semis. INRA. Paris, Francia. 292 pp.
- THIBAUT A., CLAESSENS H., RONDEUX J., 2004. Site index curves for *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. in southern Belgium: effect of site on curve shape. Forestry, Vol. 77, nº 2, 157-171.
- THIBAUT A., RONDEUX J., CLAESSENS H., 1988. Tarifs de cubage pour l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) en Belgique méridionale. Rev. For. Fr. Vol L, nº 3. pp. 244-250.