

# **PERSPECTIVA DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR EN CHILE**

Verónica Loewe M. <sup>1</sup>  
Editora

Santiago, noviembre 2003

---

<sup>1</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro Norte. Huerfános 554. Santiago. vloewe@infor.cl

© Fundación para la Innovación Agraria Instituto Forestal  
Noviembre de 2003  
I.S.B.N.: 956-827-415-4  
Registro de Propiedad: N°136.243  
Diseño y Diagramación: Proyecta Ltda.  
Impresión:

La información contenida en el presente documento procede de las siguientes fuentes complementarias: una gira tecnológica internacional, denominada "Gira tecnológica para conocer la cadena productiva de maderas de alto valor en Italia: desde la arboricultura hasta la comercialización", una contratación de un consultor mediante la propuesta denominada "Nuevas alternativas de cultivo para el sector forestal, basadas en la diversidad, productividad y sustentabilidad", y un proyecto de innovación, denominado "Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva", Fase II», las que fueron propuestas y ejecutadas por el Instituto Forestal (INFOR) entre los años 1998 y 2003, y financiadas en forma conjunta entre la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y el sector privado.

## ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ARBORICULTURA PARA PRODUCCION DE MADERAS VALIOSAS EN ITALIA Verónica Loewe M. y Marta González O.	17
3.	PRODUCCIÓN DE MADERAS DE ALTO VALOR EN FRANCIA. LA ARBORICULTURA Y LA AGROLIGNICULTURA Verónica Loewe M. y Florence Péliissou	103
4.	ARBORICULTURA PARA PRODUCCION DE MADERAS VALIOSAS EN EL RESTO DE EUROPA. Verónica Loewe M. y Marta González O.	147
5.	ARBORICULTURA PARA PRODUCCION DE MADERAS VALIOSAS EN NORTE AMÉRICA Verónica Loewe M.	177
6.	ARBORICULTURA PARA PRODUCCION DE MADERAS VALIOSAS EN OTROS PAÍSES DEL MUNDO Verónica Loewe M. y Marta González O.	205
7.	PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA PARA PRODUCIR MADERA DE ALTO VALOR EN CHILE Verónica Loewe M.	217
8.	ESPECIES CONSIDERADAS EN EL DOCUMENTO	237
9.	ANEXO 1: ENCUESTA SOBRE PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE ESPECIES DE ALTO VALOR (NOBLES)	241
10.	ANEXO 2: FAENAS Y COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES MIXTAS ORIENTADAS A LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR	257
11.	ANEXO 3: NUEVAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO PARA EL SECTOR FORESTAL, BASADAS EN LA DIVERSIDAD, PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD	271



## I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas dos décadas el sector forestal chileno ha mostrado un desarrollo sostenido y reconocido, con una producción en aumento y una exportación diversificada. Sin embargo, este desarrollo se ha concentrado geográficamente (un 75,8% de las plantaciones se concentra en solo tres regiones y el 90,3% en cinco regiones), en especies de rápido crecimiento (de un total de 1.989.200 ha, el 74,1% está constituido por *Pinus radiata* y 18% por *Eucalyptus spp.* (INFOR, 2001)). Lo anterior se debió en parte a la implementación del D.L. N° 701, presentándose insuficiencias respecto a la distribución de los beneficios, los que se concentraron en las grandes empresas, existiendo actualmente sectores marginados del desarrollo forestal debido a la poca flexibilidad de los modelos silvícolas, orientados a plantaciones monoespecíficas (puras) en vastas superficies. Dichos sectores socioeconómicos podrían incorporarse al sector productivo en la medida que cuenten con nuevas propuestas y modelos productivos.

Sin embargo, el sector agrícola se ha visto afectado por una sostenida y recurrente crisis, dada principalmente por los bajos rendimientos de los cultivos tradicionales (baja tecnología, escasa innovación); fluctuaciones en los mercados nacionales e internacionales; incorporación de Chile a tratados internacionales (con el consecuente ingreso de productos a un costo menor que sus similares chilenos); y venta de terrenos a bajo precio. Todo ello ha convergido en un proceso de transformación que se ha denominada “reconversión agrícola” (Loewe *et al.*, 1993).

A nivel mundial se aprecia la tendencia a valorar la conveniencia de disponer de un sector forestal diversificado con respecto tanto a la composición de especies como a su distribución espacial y territorial.

Las razones que impulsan a promover la diversificación se encuentran en elementos de economía y de política forestal, porque ésta permite limitar los riesgos bióticos y abióticos, distribuyéndolos en el espacio y tiempo; permite contener los riesgos económicos, enfrentando mejor las eventuales fluctuaciones en los mercados; permite maximizar el uso de los sitios; emplear cultivos de interés económico diferentes a los utilizados en forma tradicional; y finalmente es pertinente, ya que Chile dispone de una vasta gama de ambientes y existe la posibilidad de acceder a nichos de mercado de productos de alto valor.

Entonces resulta indispensable diversificar el abanico productivo por razones estratégicas, ecológicas y económicas. De seguridad para enfrentar mejor los mercados internacionales; ecológicas, para generar escenarios de mayor belleza aptos para la recreación y para reducir pérdidas por ataques de plagas o enfermedades, así como otros aspectos tales como agua, suelos, carbono, fauna etc.; y económicas, ya que se generan alternativas de cultivo interesantes económicamente, que pueden complementar con éxito el patrimonio forestal del país.

En sus orígenes, la diversificación surge como una respuesta a las extensas superficies con plantaciones de *pino radiata* en el país, identificadas con el concepto de *monocultivo*. De allí que un contenido básico y fundamental de la diversificación sea la ampliación del número de especies utilizadas en el país. Sin embargo, siendo éste un contenido relevante, en la actualidad —según se desprende de un sinnúmero de intervenciones de carácter público de autoridades y otros personeros en relación al tema— el concepto contiene otros tres importantes aspectos: económico, ambiental y social (Meneses, 2000).

Desde el punto de vista económico se trata de diversificar la producción, generando nuevos productos, asegurando y ampliando una adecuada inserción en los mercados internacionales. Es un esfuerzo por integrarse a espacios de mercado existentes, en los cuales no se reconoce presencia, debido a que no se dispone de una oferta de productos forestales para dichos mercados; y, por otra parte, es un esfuerzo por crear nuevos nichos para productos específicos. En ambos casos se trataría de mercados más exigentes y de productos de alto valor agregado.

Desde una perspectiva ambiental, la diversificación comprende principalmente la ampliación de la forestación a suelos degradados y a otras zonas geográficas carentes de plantaciones. Simultáneamente se asocia la diversificación con efectos ambientales positivos.

Socialmente hablando, la diversificación consiste en incorporar a nuevos actores sociales al desarrollo forestal, con énfasis en los campesinos o pequeños propietarios como comúnmente se les denomina. Este aspecto surge como reacción al desarrollo forestal actual —concentrado en un pequeño sector social ligado a la industria papelera— y de las preocupaciones políticas en torno al desarrollo rural.

En resumen, la diversificación es un concepto que denota simultáneamente diversidad de especies, de productos y mercados, de zonas geográficas y de actores sociales que participan del esfuerzo y resultados de la forestación, conjugando el ambiente biofísico, y factores económicos y sociales.

Estratégicamente, la producción debería centrarse en especies que originan productos de alto valor, así como en la búsqueda de nuevos cultivos aptos para las zonas actualmente marginales a la producción silvoagropecuaria en términos económicos, siempre en pos de la transformación productiva del sector.

Una de las técnicas que permite diversificar tanto el sector forestal como el sector agrícola es la *arboricultura*, que se centra en algunas especies latifoliadas llamadas “nobles” o menores, porque generalmente no conforman bosques puros, permitiendo con ello que su empleo cumpla finalidades económicas, estéticas y ambientales, dando lugar a la generación de productos múltiples, que junto con valorar el ambiente constituyen una opción valiosa de diversificación aplicable tanto a pequeños como a medianos y grandes propietarios o empresas.

Para entender parte de la evolución de la arboricultura vale la pena esbozar parte de su evolución en Europa, cuna de su desarrollo y centro mundial de su aplicación. En la década de los 90 la Comunidad Europea tomó una decisión estratégica de gran impacto para la Política Agrícola Comunitaria (PAC) y la situación rural de sus países. Esta decisión correspondió a la reducción de las cantidades producidas de determinados productos agrícolas excedentarios en el ámbito comunitario, y al fomento para producir otros productos para los cuales la Comunidad era deficitaria; la madera de alto valor fue uno de los objetivos prioritarios a este respecto.

En una primera etapa, la directiva comunitaria se tradujo en la instauración del reglamento N° 1094/88 conocido como “Set Aside”, cuyo objetivo fue bonificar la sustracción de la producción terrenos cultivados para producciones sujetas a la reglamentación comunitaria de mercado, para reducir gradualmente la producción agrícola excedentaria. Para ello se financió el cese de cultivos en terrenos agrícolas, los cuales podían destinarse a diversos usos, como por ejemplo dejarlos sin cultivar, reforestarlos, implementar sistemas de ganadería extensiva o la utilización no agrícola (agroturismo), con cuantiosos incentivos (Bagnaresi, 1989).

Los incentivos destinados a la forestación consistieron en:

- Subsidio de 3.000 Euro/ha, que se reducía a 1.800 Euro/ha en el caso de los álamos;

- Bono forestal de 50 Euro/ha/año por 20 años como máximo (25 Euro y 10 años para álamos) por concepto de ingreso agrícola no percibido.

El “Set Aside” fue más tarde modificado y perfeccionado en el reglamento CEE N° 2080/92, cuyo objetivo principal era disminuir la extensión de la superficie agrícola utilizada en la Comunidad Europea (y por consiguiente proteger los precios de los productos agrícolas), destinándose parte a las plantaciones forestales. La intención fue sustraer terrenos destinados a usos agrícolas y ganaderos para destinarlos a usos alternativos, como la arboricultura y silvicultura (Colletti, 2001).

Los objetivos del régimen de ayuda instaurado por el reglamento fueron:

- Transformar la organización territorial de los mercados;
- Contribuir a un mejoramiento gradual de los recursos silvícolas;
- Favorecer una gestión del espacio natural más compatible con el ambiente;
- Reducir el efecto invernadero y absorber CO<sub>2</sub> (*op. cit.*).

A diferencia de los reglamentos anteriores, este se caracterizó por los mayores subsidios para la plantación de tierras agrícolas y del ingreso no percibido por 20 años, así como de las asignaciones por cinco años para los cuidados culturales iniciales. En particular consideraba los siguientes beneficios:

- Bonificación del 100% de los costos de plantación.
- Asistencia técnica.
- Pago por 20 años de los ingresos no percibidos en la actividad agrícola.
- Financiamiento de las actividades culturales durante los primeros cinco años.
- Otros (construcción de caminos, cortafuegos, etc.).

Los valores máximos que alcanzó esta bonificación se indican en el Cuadro 1.

**CUADRO 1. BONIFICACIÓN A LA FORESTACIÓN, REGLAMENTO 2080/92**

Especie	Contribución Euro/ha	Mantenimiento por 5 años Euro/ha/año	Premio por 20 años por ingreso no percibido Euro/ha
Eucaliptos	2.000	-	-
Coníferas	3.000	250 (primeros 2 años) 150 (años siguientes)	600 (para agricultores) 150 (para otros productores)
Latifoliadas, plantaciones mixtas con más del 75%	4.000	500 (primeros 2 años) 300 (años siguientes)	600 (para agricultores) 150 (para otros productores)

Fuente: Bertolotto *et al.* (1996); Pettenella y Merlo (1993).

Este reglamento fue aprobado como una medida complementaria a la reforma de la organización del mercado de cereales y cultivos oleaginosos, ya que pretendía incentivar cultivos alternativos a aquellos

excedentarios; mejorar los recursos forestales europeos; y contribuir a un mejoramiento del ambiente, en particular contrarrestar el efecto invernadero.

A pesar del atractivo de las bonificaciones establecidas, los resultados fueron modestos respecto a lo esperado. A modo de ejemplo, en Italia la superficie forestal aumentó solo en un 1,5%, mejorando posteriormente esta cifra en otro 1,6 %, mientras que la superficie agrícola utilizada disminuyó en un 0,7%, y la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los bosques aumentó en al menos un 5,4% (Colletti, 2001), debido a que (Gallo *et al.*, 1998):

- Los procedimientos burocráticos establecidos eran complejos.
- Existió falta de coordinación entre los ministerios involucrados.
- La falta de experiencia de los operadores y técnicos respecto a las técnicas de la arboricultura.
- Retrasos de la autoridad en la emisión de las autorizaciones para efectuar las plantaciones e infraestructura relacionada.
- Paralización del pago a los beneficiarios en determinadas instancias.
- Problemas derivados del establecimiento de plantaciones puras de grandes dimensiones, difíciles de administrar, sobretodo desde el punto de vista fitosanitario.

El establecimiento y aplicación de esta parte de la Política Agrícola Comunitaria (PAC) llevó al establecimiento de una cantidad considerable de hectáreas plantadas con especies de alto valor (78.362 ha principalmente de cerezo y nogal solo en Italia al año 2000). Sin embargo, una parte significativa (más del 60%) de dicho recurso es de mala calidad y no permitirá originar productos valiosos o, aún más, comercializables.

Ello se ha verificado debido a que por razones políticas y socioeconómicas las plantaciones a nivel operativo se iniciaron en forma previa a la realización de los programas de Investigación y Desarrollo (I&D) en el tema, lo que causó la aplicación de muchas técnicas erróneas (*op. cit.*), como por ejemplo la utilización de plantas de mala calidad (viveros poco organizados, uso de material de origen desconocido, técnicas de producción poco adecuadas; manejo técnico inadecuado de las plantaciones (técnicas mal realizadas, uso masivo de plantaciones puras de especies nobles); y baja claridad de los objetivos culturales (mayor interés por recibir los subsidios que por producir madera de calidad) (Mezzalana, 1997).

Sin embargo, la situación descrita también tuvo impactos positivos: por una parte, se impulsó un avance rápido y significativo de la investigación relacionada con el tema, y por otra se destinaron recursos importantes a I&D tanto en el ámbito europeo como de varios países en particular (de mayor magnitud especialmente en Francia, Italia, Alemania, Bélgica e Inglaterra).

En particular, Italia y Francia son los países de mayor interés con relación a los avances sobre arboricultura para producción de madera de alto valor, e Italia el país de mayor interés con relación a las plantaciones mixtas como un modelo alternativo y de gran atractivo para producir madera de calidad, además de otros productos tradicionales.

Varios autores coinciden con lo anterior, confirmándose en la última década que el número de plantaciones aumentó considerablemente, pero sólo una pequeña proporción fue establecida o mantenida con criterios aceptables (Buresti, 1992b; Buresti, 1993a), o han sido abandonados (Bagnaresi *et al.*, 1986), lo que descarta su futuro para producir madera de calidad. Esto se produjo debido a que las autoridades que administraban los

incentivos se limitaron a distribuir los recursos disponibles de forma de maximizar la superficie de cultivos retirada de la producción agrícola, sin dar mucha importancia a los aspectos técnicos de los nuevos cultivos que se fomentaron, faltando divulgación, capacitación, asistencia técnica y coordinación (Giau, 1995).

En el curso del año 2000 se instauró para el período 2000–2006 la política conocida como Agenda 2000 (Reglamento N° 1257/99), por medio de la cual se decidió establecer los términos de los subsidios en el ámbito de los gobiernos regionales, los que pasaron a canalizar las ayudas comunitarias; adicionalmente a éstas, podrían existir subsidios a nivel nacional (Falcioni, 1999).

El objetivo principal de dicho reglamento es estimular un desarrollo rural sustentable, y las medidas para lograrlo corresponden en líneas generales a fomentar lo siguiente (Gazzetta, 1999):

- Inversiones en empresas agrícolas.
- Inserción de agricultores jóvenes.
- Formación y capacitación.
- Jubilaciones anticipadas.
- Apoyo a zonas en desventaja y a zonas con importancia ambiental.
- Medidas agroambientales.
- Mejoramiento de las condiciones de transformación y de comercialización de los productos agrícolas.
- Producción silvícola.
- Promoción de la transformación productiva y del desarrollo de las zonas rurales.

Lo anterior fue decidido en el marco de una estrategia europea de concentración de la producción en productos de alto valor, y que coincide con las estrategias adquiridas por los demás países industrializados del mundo. En este sentido es importante resaltar que la producción de productos masivos de bajo valor unitario (pulpa, astillas, etc.) se ha ido concentrando a escala mundial en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo.

En el ámbito de la silvicultura, los subsidios al sector forestal consideran la plantación y la reconstitución de superficies agrícolas, inversiones en empresas forestales, inversiones orientadas a mejorar y a racionalizar la transformación y la comercialización de los productos forestales, la promoción de nuevas formas de utilización y de comercialización de la madera, la constitución de asociaciones de empresarios forestales y la reconstitución del potencial silvícola afectado por desastres naturales e incendios, así como la introducción de instrumentos de protección adecuados (Falcioni, 1999; Mori, 1999).

En particular se prevé un subsidio para la forestación de superficies agrícolas que no puede superar 600 euro/ha para agricultores o asociaciones de agricultores, y 150 euro/ha para personas naturales; montos entre 40 y 120 euro/ha para mantener o mejorar la estabilidad ecológica de los bosques o reconstituir bosques dañados en zonas en las cuales la función de protección ecológica es de interés público (Falcioni, 1998 y 1999).

Con relación a la investigación y desarrollo, en el último quinquenio (1998-2002) la Unión Europea ha destinado 12.700 millones de euros a esta área, y se han introducido algunas innovaciones de interés; una de ellas corresponde a la posibilidad por parte de los agricultores de participar directamente en la realización de proyectos, con un rol protagonista en la fase demostrativa final de una innovación productiva, lo que conlleva interesantes beneficios (Donini y Rossi, 1998).

Dentro de esta política, las plantaciones mixtas son privilegiadas en el contexto europeo, llegándose a extremos de algunos gobiernos regionales italianos en que los subsidios a las plantaciones de ciertas especies (como el nogal común) son otorgados sólo cuando se establecen en forma mixta (Buresti E., 2000. Com. Personal; Ciardi C., 2002, Com. personal).

En forma paralela a lo mencionado anteriormente, otro de los incentivos para la producción de maderas duras de alto valor ha sido el menor rol que están jugando en el mercado internacional las maderas tropicales. En particular se ha constatado que, globalmente, las maderas africanas son menos competitivas que en el pasado; en particular, las exportaciones africanas de madera de calidad han disminuido en un tercio desde 1970, al tiempo que existe una mayor oferta de productos sustitutos de menor precio (Carret y Clement, 1993).

Las maderas tropicales africanas y de otros continentes están sujetas a dos tipos de competencia: por materia prima de la misma naturaleza (maderas tropicales o de países templados), y por materia prima de diferente naturaleza.

Los mercados de madera de calidad han presentado un crecimiento sostenido desde el fin de la segunda guerra mundial, por lo que se considera que la sustitución de maderas africanas se debe, al menos en parte, a la inelasticidad de la oferta africana, lo que significa que las tasas de crecimiento de los mercados demandantes han sido la más importante de la historia, muy superior a la tasa de crecimiento de la oferta africana (*op. cit.*).

Las relaciones comerciales entre el sur y el norte han evolucionado considerablemente en el transcurso del siglo XX, privilegiándose el comercio entre los países del norte, en detrimento de los países del sur, con la sola excepción de Japón; de hecho, el continente africano no representaba en 1990 más que un 1,3% de los intercambios comerciales internacionales.

El mercado de madera tropical ocupa una fracción modesta del mercado mundial de madera y productos derivados, y desde 1965 ha venido decreciendo. En efecto, los intercambios internacionales se efectúan más y más entre países del hemisferio norte, que son al mismo tiempo los principales centros de producción y consumo. El único límite a esta tendencia reside en las diferencias de costo de la mano de obra.

Por otra parte, se da cada vez menor valor a las trozas, intercambiándose cada vez mayores volúmenes de madera aserrada y paneles, tendencia que no ha sido seguida por África, en parte por su retraso tecnológico.

Además, en los países africanos el sistema tributario interno considera impuestos muy bajos como para procurar una ventaja comparativa a la gestión sostenible de los bosques, y las condiciones de los mercados externos son poco atractivas como para estimular una industrialización más avanzada, a pesar de que, contrariamente a lo comúnmente pensado, el costo del transporte marítimo interviene solamente en un 20% del precio de venta final.

El análisis de series históricas de precios ha demostrado la mantención de buenos precios de las latifoliadas de madera de alto valor, tanto de trozas como de madera aserrada (Marinelli *et al.*, 1997).

Tres aspectos principales delimitan la evolución de la demanda de productos madereros: el aumento del consumo de productos a base de madera; los procesos de globalización del sector, y los procesos de sustitución. Todos los estudios recientes del sector concuerdan en que existe una tendencia creciente del consumo de productos madereros, ya sea para uso industrial o para uso energético; de hecho el crecimiento del consumo se concentrará en los productos de pulpa y papel y paneles, los que se prevé aumentarán en uno o dos puntos porcentuales respecto al crecimiento del consumo de madera aserrada y foliada (Pettenella, 2001).

En particular en Europa, el crecimiento de la demanda en la construcción, en la industria de pulpa y papel, del mueble y del embalaje, está fuertemente correlacionado con el aumento del producto interno bruto, debido a que el desarrollo económico tendrá efectos positivos sobre la demanda.

Además, para el consumo energético de biomasa, en Europa se prevé un crecimiento del consumo entre un 0,8 y 1,5% anual en el periodo 1990-2020, en línea con la creciente disponibilidad de materia prima. Esto debería considerar un crecimiento del consumo, para pasar de 208 millones de m<sup>3</sup> en 1990 a 265–325 millones de m<sup>3</sup> en el año 2020 (*op. cit.*).

La demanda está fuertemente influenciada por la modalidad de organización de la empresa y por el proceso de globalización de los mercados, respecto a lo cual un aspecto fundamental es la concentración e internacionalización de las empresas industriales, la consiguiente integración vertical (gestión forestal asociada a la transformación industrial) y horizontal de la actividad (producción de pulpa y papel asociada a la producción de madera aserrada).

Un fenómeno que hay que tener presente y que permite comprender la evolución del mercado de las maderas corresponde a los procesos de sustitución, que pueden tener dos modalidades: la sustitución “interna” de productos a base de madera por otros productos obtenidos de fibra vegetal leñosa; y la sustitución “externa”, que se refiere a otros materiales que compiten con la madera (aluminio, plástico, fierro, etc.) (*op. cit.*).

En un mercado evolucionado y fuertemente competitivo como el europeo, la renovabilidad y reciclabilidad de los productos madereros respecto a los sustitutos podrían extender la magnitud del mercado, sobretodo si se difunden instrumentos correctos de valoración de los impactos ambientales, como el análisis del Ciclo de Vida de los Productos, acompañado de una mayor sensibilidad de los usuarios, de los inversionistas y del sector público.

Respecto a la sustitución interna, se señala que los productos de madera en el pasado se han catalogado erróneamente como productos tecnológicamente maduros, caracterizados por un bajo potencial de innovación. Pero la evolución reciente del sector industrial de la madera ha demostrado la posibilidad de introducir importantes innovaciones que valorizan las trozas de pequeños diámetros, los desechos de la elaboración industrial, los productos madereros reciclables (como la pulpa y celulosa), los tableros MDF (medium density fiberboard) y OSB (oriented strand board), estructuras laminares y otros productos madereros; productos compuestos por madera y plástico, revestimiento de paneles, etc. (*op. cit.*).

El consumo interno de sustitutos está desarrollándose no sólo porque son productos menos costosos (por ejemplo un revestimiento de papel o una hoja multilaminar respecto a una chapa foliada), sino que también porque frecuentemente se caracterizan por una calidad prestacional mejor (pisos de madera con soporte en MDF). En Italia, la transformación y exportación de productos madereros, y el alto valor agregado, sobre todo de los muebles, han demostrado, más que en otros países, una notable capacidad innovativa en las tecnologías de sustitución, estimulados por la reducida disponibilidad de materia prima y por la necesidad de bajar los costos de importación. Tales innovaciones están ampliando el área del mercado de producción de madera en rotaciones cortas, y por lo tanto de una cierta tipología de arboricultura, en desmedro de aquellas producciones de bosques semi-naturales de rotaciones largas.

La creciente demanda de productos madereros no influenciará significativamente la demanda de madera de alto valor procedente de bosques semi-naturales, de varias especies, manejados en rotaciones largas, sin talas rasas sobre grandes superficies y por lo tanto caracterizados por costos relativamente altos.

La evolución del mercado tiende a privilegiar la madera de menor costo que proviene de formaciones coetáneas, de rotaciones cortas, altamente mecanizadas; en otras palabras, los productos que se originan en plantaciones de arboricultura de cantidad.

Se estima que el 34% de la demanda de la madera a nivel mundial proviene de plantaciones; aunque tal estimación posee amplios márgenes de incertidumbre, es interesante evidenciar que todos los modelos a nivel internacional indican el rol creciente que tendrán las plantaciones forestales en áreas planas, fácilmente mecanizables, para satisfacer la demanda de madera.

Es oportuno indicar que el rol creciente de las plantaciones es un fenómeno asociado a la deforestación en los países en vías de desarrollo, a la disponibilidad de terrenos agrícolas en los países occidentales, a la reserva de los bosques naturales y a la expansión de las áreas protegidas.

La competencia entre los países y empresas respecto a los productos madereros, y entre las maderas y otras materias primas, tenderá a aumentar. El mercado mutará más rápido, tanto respecto a los tiempos de adecuación de las instituciones y de las políticas, como a la oferta, fuertemente condicionada por los ritmos biológicos.

Ciertamente se desarrollará una demanda de madera a precios reducidos y un crecimiento en la capacidad de utilizar residuos de la elaboración industrial y del reciclaje. En el amplio segmento de la producción de productos de baja calidad, probablemente la arboricultura italiana se encontrará con problemas para competir con productores de fibras nativas del Este, y con otros productos madereros de poca duración. El alto nivel de concentración industrial en el sector de paneles y de la pulpa genera la necesidad de aprovisionarse en forma continua. La competencia ahora se traduce en los precios, en la capacidad de agregar valor a la oferta interna y en la logística, aspectos que representan vínculos para la producción interna de madera, caracterizada por la fragmentación de las empresas forestales en dicho país.

Condiciones diversas caracterizan el mercado de las maderas de alto valor unitario para satisfacer usos nobles (muebles de calidad, pisos, vigas y otros) dirigido a consumidores con elevado poder adquisitivo, como son los consumidores europeos.

En relación a esto, un aspecto importante para la arboricultura será su aceptabilidad desde el punto de vista de los impactos ambientales. En la opinión pública occidental la arboricultura frecuentemente se relaciona con cultivos monoespecíficos de rotaciones cortas (pino y eucalipto), cosechadas a tala rasa, fácilmente expuestas a patógenos. Esta tipología de plantaciones es criticada por los efectos negativos sobre la biodiversidad, el suelo, la disponibilidad de agua en los valles y la calidad del paisaje.

La arboricultura basada sobre criterios que han señalado otros autores, en particular Buresti, representa una respuesta o alternativa a las críticas realizadas a las técnicas tradicionales de plantación. Whiteman *et al.* (1999), cit. por Pettenella (2001), señala que la clave para asegurar en el futuro la aceptabilidad de las plantaciones forestales, estará ligada a la posibilidad de que estas se realicen en un contexto de amplia sustentabilidad. Las plantaciones mixtas corresponden a un buen ejemplo de esto.

Queda por resaltar que la demanda por madera de alto valor, en el peor escenario, se mantendrá constante, aunque las tendencias de las últimas décadas muestran un crecimiento sostenido. Y este segmento del mercado se hace cada vez más exigente y sofisticado, y en gran parte se mantendrá indiferente a los productos sustitutos, ya que éstos apuntan a otro segmento (el de aquellos consumidores que desearían poseer un mueble de nogal o cerezo, pero cuyo poder adquisitivo no se los permite). De ahí la motivación para hacer este documento, que se espera constituya un aporte para el desarrollo del cultivo de especies de madera fina en Chile.

La publicación de este documento recoge resultados de tres iniciativas de innovación ejecutadas por el Instituto Forestal y que recibieron el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria junto al sector privado, las que corresponden a:

- Proyecto de innovación realizado entre los años 1998 y 2003, denominado «Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva», Fase II, cuyo principal objetivo es promover la diversificación silvícola del sector forestal a nivel nacional, con base en antecedentes científicos, mediante el empleo de especies de alto potencial. Los principales resultados corresponden a información sobre un grupo de especies de interés y su potencialidad de cultivo en Chile, incluyendo una red de ensayos distribuidos entre la V y X regiones, recurso de gran valor para monitorear a futuro el comportamiento de las especies bajo diferentes condiciones; un completo documento por especie, con información técnica y económica; y una base cartográfica para orientar su cultivo. Se publicaron 10 libros y se realizaron 10 publicaciones nacionales, 2 internacionales, 11 documentos internos, y 10 trabajos enviados y aceptados en congresos nacionales e internacionales; dos giras tecnológicas; una pasantía de dos profesionales; traída de cinco expertos internacionales, y dos videos técnicos. El listado de publicaciones se adjunta en Anexo 1.
- Gira tecnológica, realizada en octubre del 2001, denominada «Gira tecnológica para conocer la cadena productiva de maderas de alto valor en Italia: desde la arboricultura hasta la comercialización». Su objetivo fue obtener conocimientos sobre el cultivo, manejo, transformación y comercialización de maderas de especies de alto valor, basada en el análisis y conocimiento de la realidad italiana, con el fin de promover metodologías productivas innovadoras aplicables al sector silvoagropecuario chileno. Las visitas se concentraron en la empresa procesadora de madera de alto valor Walnut (Nápoles), el Instituto de Agrosilvicultura (CNR) y plantaciones cercanas (Porano), el Instituto de Silvicultura y plantaciones cercanas (Arezzo), el Instituto Tecnológico de la Madera (CNR) (Florencia), el Consorzio de Bonifica Reno Palata (Bologna), plantaciones mixtas y puras de alto valor (cassalmaggiore), la empresa comercializadora de madera Dal Lago (Padua), la empresa de muebles Snaidero (Udine) y la Asociación Federlegno, y plantaciones cercanas (Milán). Los principales contactos establecidos se adjuntan en Anexo 2.
- Contratación del consultor Enrico Buresti, mediante la propuesta denominada «Nuevas alternativas de cultivo para el sector forestal, basadas en la diversidad, productividad y sustentabilidad», realizada en septiembre del 2000. El Dr. Buresti (Istituto per la Selvicoltura, Arezzo, Italia) es un experto en latifoliadas nobles, contratado para entregar herramientas y asesorar en diversificación y plantaciones mixtas. Durante su estadía visitó plantaciones de pino y eucalipto, y algunas experiencias con especies no tradicionales realizadas por INFOR y privados (Regiones Metropolitana a Décima). El consultor realizó tres charlas técnicas sobre arboricultura, plantaciones mixtas y poda de latifoliadas.

El documento se estructura en capítulos, en el que se describe las principales orientaciones que ha tenido la arboricultura a nivel mundial, así como las principales experiencias en cada una de ellas; además se entregan antecedentes sobre la arboricultura y su aplicabilidad en Chile.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

BAGNARESI, U. 1989. Congresso Mondiale sull'Educazione Forestale

BAGNARESI, U.; CIANCIO, O.; ECCHER, A.; MINOTTA, G.; PETTENELLA, D.; PONTICELLI, P. 1986. Il miglioramento dei boschi e la possibilità di recupero alla produzione legnosa dei terreni agricoli abbandonati nella collina italiana. In: Studio generale della collina italiana. Ed. Edagricole. 386 p.

BERTOLOTTO, C.; PISANELLI, A.; CANNATA, F. 1996. Le modalità di applicazione del Reg. CE 2080/92 in Italia ed in Francia; incentivi alla forestazione su terreni agricoli. Linea Ecologica XXVIII, N° 5.

BURESTI, E. 1992b. La coltivazione del noce e del ciliegio. Convegno Ass. Nazionale Dottori in Scienze Forestali, Bologna, 7/2/1992.

BURESTI, E. 1993a. Arboricoltura di pregio. Agricoltura Ricerca N° 147/148: 67-76.

CARRET, J. C.; CLEMENT, J. 1993. La compétitivité des bois d'oeuvre africains. Ministère de la Coopération. 298 p.

COLLETTI, L. 2001. Risultati dell'applicazione del regolamento CEE 2080/92 in Italia. Sherwood N° 70: 23-31.

DONINI, B.; ROSSI, L. 1998. Ricerca e sviluppo tecnologico in Europa. L'Informatore Agrario N° 16:25-28.

FALCIONI, S. 1998. Nuove regole per lo sviluppo rurale. L'Informatore Agrario N° 24: 19-21.

FALCIONI, P. 1999. Lo sviluppo rurale secondo Agenda 2000. L'Informatore Agrario N° 14: 9-11.

GALLO, S.; PENNACCHIO, E.; SILEO, R.; CANESTRINI, L. 1998. Applicazione del reg. CEE 2080/92 in Basilicata: primi risultati. Sherwood N° 33: 21-25.

GAZZETTA UFFICIALE DELLE COMUNITÀ EUROPEE. 1999. Regolamento (CE) N° 1257/1999 del Consiglio, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo Europeo Agricolo di Orientamento e di Garanzia (FEOGA) e che modifica ed abroga taluni regolamenti.

GIAU, B. 1995. Prospettive per una nuova arboricoltura da legno. Monti e Boschi N° 3 (46): 3-4.

INFOR. 2001. El Sector Forestal Chileno 2000-2001. Folleto divulgativo Instituto Forestal.

LOEWE, V., RAVANAL, C.; VENEGAS, V. 1993. El aporte forestal a la transformación productiva de la Agricultura. Serie Ruralidad N° 3. La voz del Campo, Santiago, Chile.

MARINELLI, A.; CASINI, L.; BERNETTI, I.; MARONE, E.; FRATINI, R.; ALBANI, M.; SAVIGNANO, A. 1997. L'impatto economico dei nuovi interventi di politica forestale comunitaria: i nuovi impianti di latifoglie pregiate. Ann. Ist. Selv. 429-476 XXV y XXVI.

MENESES, M. 2000. El fomento al castaño en el marco de la diversificación y de la intervención pública. Universidad Austral de Chile. Informe. 17 p.

MEZZALIRA, G. 1997. Primo bilancio dell'applicazione del regolamento 2080/92 in Italia. L'Informatore Agrario N° 8: 29-32.

MORI, P. 1999. Agenda 2000: é il momento dei piani di sviluppo rurale. Sherwood N° 48: 8.

PETTENELLA, D. 2001. Un quadro previsionale del mercato del legname da arboricoltura da legno. Sherwood N° 70: 13-18.

PETTENELLA, D.; MERLO, M. 1993. Prospettive di sviluppo delle attività forestali alla luce della riforma della PAC. Cellulosa e Carta. 2: 64-71.



## **II. ARBORICULTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERAS VALIOSAS EN ITALIA**

Verónica Loewe M. y Marta González O.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Ing. Forestal (U. de Chile). Ingeniero de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Concepción. Camino a Coronel km 7,5. San Pedro de la Paz. [mgonzale@infor.cl](mailto:mgonzale@infor.cl)

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES	19
1.1 HISTÓRICOS	19
1.2 POLÍTICOS	21
1.3 SOCIOECONÓMICOS	23
2. DEFINICIONES TECNICAS	28
2.1 CONCEPTOS	28
2.2 PLANTACIONES PURAS VERSUS PLANTACIONES MIXTAS	33
2.3 EXPERIENCIAS	35
2.4 ESTABLECIMIENTO	42
2.4.1 Diseño	42
2.4.2 Plantas	42
2.4.3 Preparación del suelo	47
2.4.4 Plantación	49
2.5 CUIDADOS CULTURALES	54
2.5.1 Podas	54
2.5.2 Raleos	58
2.5.3 Limpias	61
2.5.4 Protecciones	62
2.5.5 Fertilización	64
2.5.6 Riego	65
2.5.7 Mulching	65
2.5.8 Control Fitosanitario	69
2.5.9 Principales problemas encontrados en plantaciones especializadas	69
3. ESPECIES	71
3.1 NOGAL COMÚN	72
3.2 NOGAL NEGRO	80
3.3 CEREZO	81
3.4 CASTAÑO	84
3.5 FRESNO	85
3.6 ARCE	86
3.7 ALISO	87
3.8 OTRAS MENORES	87
3.9 CONÍFERAS	89
4. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA EN ITALIA	90
5. CONCLUSIONES	93
6. BIBLIOGRAFIA CITADA	94
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA NO CITADA	101

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1 HISTÓRICOS

El desarrollo de la industria y de la artesanía de madera que se verificó en la época de la pos guerra, sobretudo en la zona centro-norte de Italia, llevó a un notable aumento de la demanda interna de madera para ebanistería, en particular de madera de nogal, muy solicitada para la producción de muebles y artesanía valiosa (Minotta, 1981).

Después de los años 50, en pocas décadas se modificó profundamente la economía y la sociedad italiana. En el campo de la agricultura se verificó una verdadera revolución, estimulada por la necesidad de alimentar a un pueblo con hambre, y con la ayuda de la ciencia y de decisiones políticas acertadas, se incrementó el área destinada a la ganadería (CBRP, 1995).

De esa manera el bosque fue paulatinamente decreciendo, hasta llegar a desaparecer casi totalmente en los valles y colinas adyacentes. Posteriormente, y en forma brusca, se produjo una inversión en dicha tendencia (*op. cit.*).

Así, Europa acumuló un superhábit de producciones agrícolas de tal magnitud que la Comunidad Europea llegó a premiar a los agricultores que no cultivaban su tierra (subsidio “set aside”), traduciéndose en una reconversión productiva que buscaba, a la vez, aumentar el abastecimiento de madera de calidad (Minotta, 1989). En este escenario el bosque encontró una utilización tanto productiva como ambiental.

Actualmente se considera que muchas áreas de colina y montaña pueden reconquistar su aspecto original, y que también los valles o llanuras pueden adornarse nuevamente de paños arbóreos con técnicas modernas para el establecimiento de bosques naturales y de maderas valiosas (CBRP, 1995). Es lo que se ha denominado “el regreso del bosque al valle” (Negrini, 1994).

Hasta los años 70 se forestaron terrenos agrícolas abandonados con técnicas traídas desde otras áreas, considerándose que el uso masivo de especies de maderas valiosas era positivo. En las dos décadas posteriores se desarrollaron muchas experiencias en diferentes condiciones climáticas y pedológicas, en general en condiciones de mecanización, y sus resultados han entregado información de gran valor.

En particular, se considera que las plantaciones pueden clasificarse como “con preponderancia de la finalidad productiva de madera” o como “con preponderancia de la finalidad ambiental”, aunque el límite entre ambas categorías es muy difícil de establecer (CBRP, 1995). En todo caso se ha llegado a considerar que el modelo de las plantaciones mixtas es apto para ambos objetivos (Minotta, 1994a).

La arboricultura es una disciplina que ha evolucionado considerablemente en los últimos 70 años y junto a los cambios socio económicos ha ido transformando las relaciones entre hombre y ambiente.

En los años ‘30 Pavari<sup>4</sup> hablaba de arboricultura haciendo referencia al cultivo de árboles en hileras y cercos vivos, de gran importancia en dicho período (Buresti y Frattegiani, 1995). Posteriormente, la arboricultura se identificó con el cultivo del álamo, y hasta los años 50 se definió como el cultivo acelerado de árboles de rápido crecimiento.

---

<sup>4</sup> Forestal Italiano de gran prestigio que marcó el desarrollo de las ciencias forestales del país y de Europa.

A partir de los años '60, debido al abandono de los terrenos agrícolas de montaña u otros marginales, se desarrolló el cultivo de coníferas de rápido crecimiento para la producción de madera y de pulpa. Esta evolución llevó, a principios de los años '80, a una nueva definición de arboricultura, que la consideraba como el cultivo de un conjunto de árboles constituyendo un sistema artificial transitorio, que puede evolucionar hacia un ecosistema forestal, con el objetivo de obtener, en períodos más o menos breves, productos madereros en gran cantidad y de determinada calidad en función de los sitios y las condiciones socio económicas (Buresti y Frattegiani, 1995).

En los últimos años se han abierto nuevos horizontes, ya que ha aumentado el interés por las plantaciones de latifoliadas de alto valor debido a la disponibilidad de terrenos, a las limitaciones para importar maderas valiosas y a su mayor precio de mercado. Es por ello que ha tomado gran importancia la arboricultura de calidad, que busca obtener el máximo de cada árbol en particular (*op. cit.*), existiendo actualmente en Italia alrededor de 78.000 ha<sup>5</sup> plantadas con especies de alto valor<sup>6</sup>.

Un ejemplo del gran interés que ha despertado esta temática en los últimos años lo constituye el proyecto de investigación RISELVITALIA, financiado por el Ministerio para las Políticas Agrícolas y Forestales (MIPAF), desarrollado en colaboración con los gobiernos regionales, cuyo objetivo es generar nuevos conocimientos, básicos y aplicados, sobre el patrimonio forestal y de arboricultura italianos y sobre las estrategias de gestión factibles<sup>7</sup>.

Este proyecto está compuesto por 72 unidades de investigación e involucra a más de 100 investigadores del sector público y privado. Tiene nueve líneas de investigación agrupadas en cuatro temáticas principales: biodiversidad y producción de plantas en vivero, arboricultura, silvicultura y planificación. En particular el subproyecto titulado "Arboricultura con especies de alto valor y de rotaciones medio-largas" se concentra en el estudio de las podas, raleos, asociaciones y sitios potenciales.

Las investigaciones relativas a las podas corresponden a: efectos de la poda sobre la calidad de la madera; respuesta de especies de alto valor a las podas; construcción de modelos de la arquitectura de nogal en función a diferentes tipos de poda; estudios sobre herramientas, técnicas y rendimientos en faenas de poda de especies de alto valor; poda de plantaciones de arboricultura de alto valor.

Las investigaciones relativas a los raleos corresponden a: aprovechamiento de madera procedente de raleos; clasificación y aprovechamiento de madera de nogal y cerezo procedente de raleos; características técnicas, costos y seguridad en faenas de raleo en plantaciones de arboricultura; rol de raleos en plantaciones de arboricultura con latifoliadas de alto valor.

Todos los estudios realizados a la fecha y las observaciones de muchos arboricultores parecen llevar a una misma conclusión: las latifoliadas de alto valor, como el nogal común, proporcionan resultados mejores si se establecen junto a otras especies arbóreas y arbustivas, sobretodo si son fijadoras de nitrógeno; no obstante lo anterior, no están claros los mecanismos a través de los cuales la asociación ejercen efectos positivos.

De ahí que las investigaciones relacionadas a las asociaciones corresponden a: relaciones hídricas entre latifoliadas de alto valor en plantaciones mixtas; efectos de las asociaciones sobre la funcionalidad (aumentar a

---

<sup>5</sup> Cannata, F. 2003. Asesor científico Centro Nazionale della Ricerca (CNR). Comunicación personal.

<sup>6</sup> Pisanelli, A. 2003. Com. Personal. IBAF, CNR.

<sup>7</sup> [www.ricercaforestale.it/riselvitalia/Index.htm](http://www.ricercaforestale.it/riselvitalia/Index.htm). Online database. (Cited 03/09/2003).

través de una mayor diversidad biológica la probabilidad de éxito de las especies principales) de plantaciones con latifoliadas de alto valor; efecto de la micorrización y del control biológico sobre el crecimiento de plántulas de nogal común.

Dado que el primer factor que determina el éxito de una plantación es la selección de especies aptas para la zona, las investigaciones que se están desarrollando respecto a sitios potenciales dicen relación con: definiciones de indicadores físico hidrológicos del suelo para un mejor aprovechamiento del sitio; definición de indicadores pedológicos para evaluar la aptitud del sitio para especies de alto valor; estudio de especies indicadoras ecológicas.

A partir de lo anterior, la arboricultura se define como una ciencia aplicada que se dedica al cultivo temporáneo de árboles individuales o de un grupo de árboles, con el fin de producir madera de alta calidad y en gran cantidad, caracterizada por operaciones de cultivo repentinas, racionales, compatibles con las exigencias económicas y ambientales, fundada en bases ecológicas y agronómicas. En este caso la duración del ciclo de cultivo depende de las características estéticas y tecnológicas de la madera que se desea obtener.

Lo anterior no imposibilita que en una misma empresa o propiedad puedan coexistir las dos formas de cultivo descritas, la arboricultura de cantidad y la arboricultura de calidad.

## 1.2 POLÍTICOS

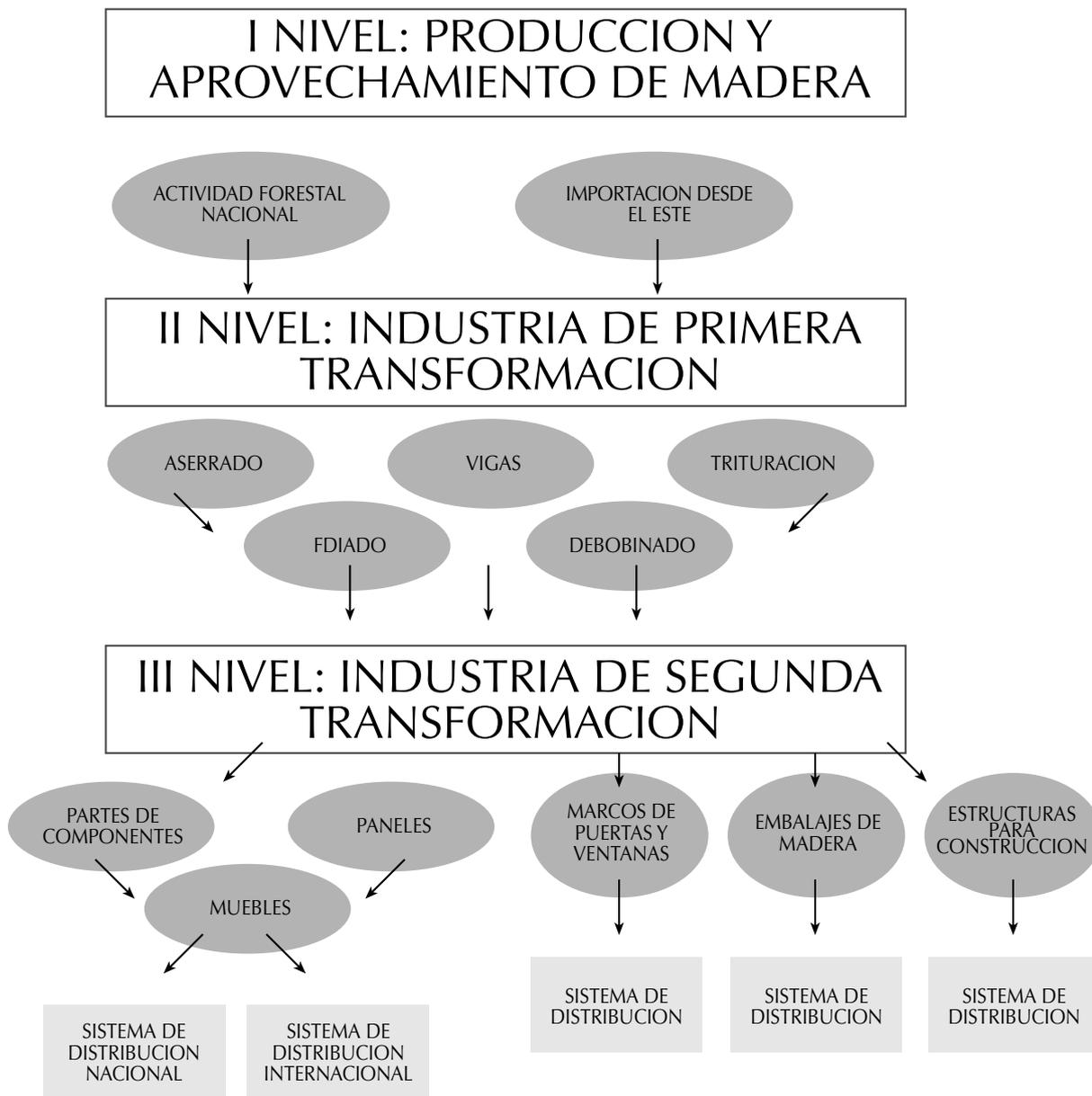
No hay dudas de que el interés despertado por la arboricultura para producir maderas valiosas se encuentra en la Política Agrícola Comunitaria, y en menor medida en la política nacional italiana (Giau, 1993).

En términos agronómicos y jurídicos, la destinación de los suelos a la arboricultura no equivale a una sustracción irreversible de éstos para un nuevo uso agrícola; al respecto existe consenso sobre su temporalidad y reversibilidad, lo que da tranquilidad a los propietarios, ya que bajo este entendido no pueden ser puestas restricciones a la corta futura de los árboles.

La política forestal que mira al mejoramiento y al incremento de la producción de maderas valiosas fue impulsada con los siguientes objetivos (Anónimo, 1987a):

- Volver a colocar en el mercado maderas que por su valor estético y económico podían constituir alternativas válidas a las maderas tropicales, cada vez más escasas y caras;
- Tener la posibilidad de utilizar zonas del territorio actualmente marginales a la agricultura intensiva, pero con buena fertilidad;
- Acumular reservas propias de maderas valiosas.

En forma complementaria, Cannata (s.f.) afirma que en Italia ha faltado una política de investigación del “sistema madera” (Figura 1) que llevara a una innovación tecnológica sobre la cadena productiva en su conjunto; asimismo falta un instituto o institución que se encargue de la coordinación de las investigaciones del sector.



Fuente: Cannata (s.f.).

Figura 1. Esquema simplificado de la "cadena productiva madera" en Italia

## 1.3 SOCIOECONÓMICOS

La arboricultura para producir madera tiene una antigua tradición en Italia, y su imagen se ha difundido en el mundo. De hecho, el cultivo del álamo constituye el ejemplo más claro de integración y alternancia racional de cultivos agrícolas tradicionales y cultivos arbóreos especializados en la producción de madera, con notables impactos económicos (Morandini, 1989).

La evolución económica y social ha llevado al abandono de los cultivos agrícolas en áreas cada vez más vastas; así, muchos terrenos quedaron disponibles para otros usos; ello, junto a los incentivos establecidos por la Comunidad Europea ha ampliado las superficies forestadas para producir madera en cantidad o de calidad (*op. cit.*). Es así como junto al cultivo del álamo se inserta el cultivo de otras especies, de elevada productividad o valor.

Los sujetos interesados en la arboricultura son los pequeños y medianos propietarios, y los empresarios agrícolas, con diferentes motivaciones. Los propietarios encuentran que es una alternativa productiva interesante para destinar suelos que no pueden cultivar y que no desean arrendar; por ello no se interesan por ciertas especies en particular, sino que manifiestan su intención de “plantar árboles”(Giau, 1993). Entre sus motivaciones se encuentran las siguientes: en la zona ya no quedan empresas agrícolas; los agricultores que han quedado (sobrevivido) usan toda la tierra que pueden o que saben cultivar; en la zona hay agricultores dispuestos a adquirir o arrendar otras tierras para su uso.

En el caso de los empresarios agrícolas, en general destinan una parte de su terreno a esta actividad, con el objetivo de maximizar la rentabilidad, aprovechar las alternativas productivas y los beneficios existentes. Por lo demás, entienden lo que este esquema significa, por la experiencia que poseen con el cultivo del álamo, a pesar de las diferencias en los tiempos de las rotaciones.

En este sentido, la arboricultura tiene los siguientes efectos derivados:

- Mantiene elevados valores de la tierra (o induce expectativas de ello);
- Reduce el interés de los propietarios por vender, en la espera de que el valor de la tierra crezca;
- Dada la naturaleza del cultivo, no es posible el arriendo;
- Define el uso del suelo por un período largo, condicionando la futura planificación de los espacios rurales.

Derivado de lo anterior, los principales puntos a favor de la técnica en Italia dicen relación con (Giau, 1993):

1. La selección espontánea por parte de los propietarios, los cuales perciben al árbol como un medio eficaz para dar un sentido productivo a suelos que están en riesgo de perderlo;
2. El objetivo de las políticas actuales, a pesar de que su origen es superar situaciones contingentes;
3. El interés general de producir madera;
4. Las consecuencias ambientales y paisajísticas.

Entre los argumentos en contra se citan:

1. La duración de la rotación y la gran incertidumbre técnica;
2. La dificultad de incorporar innovaciones en la pequeña y mediana propiedad;
3. La forma poco programada con que parece difundirse la arboricultura de maderas valiosas.

Buresti (1992c; 1993a) considera que una buena razón para hacer plantaciones de este tipo es la existencia de mercado para la madera, sobretudo para aquella de buena calidad. De hecho, el déficit italiano entre consumo y producción interna es muy alto, y el abastecimiento desde el exterior presenta cada vez mayores dificultades, tanto por la menor disponibilidad de materia prima, como por las limitaciones a las exportaciones en rollizo que están instaurando algunos países, como Turquía.

Una plantación de arboricultura, especialmente si es mixta, puede tener un valor muy alto porque, eventualmente aumenta la producción de miel, puede favorecer la fauna silvestre, polinizadores como avispas, mariposas y otros, y constituir un refugio para muchos insectos depredadores que llegan a ser muy útiles a los cultivos agrícolas cercanos.

En definitiva, puede contribuir a hacer un poco más complejos los ambientes agrarios, demasiado simplificados y artificializados por las técnicas culturales modernas (*op. cit.*). Otro efecto relevante, determinado por la presencia de árboles, especialmente cuando se disponen en hileras o cercos vivos, es el de modificar la velocidad del viento, lo que en ciertas zonas es indispensable para poder practicar una agricultura rentable.

La arboricultura en hileras, especialmente en zona de valles, a lo largo de cursos de agua, sostiene los bordes y el fondo de cauces evitando erosión y suprimiendo el crecimiento de malezas de zonas húmedas, manteniendo así la funcionalidad de la red hídrica.

Además, en los predios donde se desea hacer turismo rural, puede presentarse como un ecosistema complejo donde conviven plantas y animales y donde el visitante pueda vivir en equilibrio con el ambiente.

Si a todo lo anterior se le agregan los incentivos existentes a nivel de la Unión Europea o a nivel nacional/regional, resulta una opción aún más atractiva. En el Cuadro 2 se indican las etapas necesarias para realizar una plantación especializada en Italia. No obstante lo anterior, para lograr que los resultados sean similares a las expectativas, es necesario que las plantaciones sean manejadas de la manera más idónea.

En las últimas décadas se ha producido una valorización de las llamadas latifoliadas “menores” o “nobles”, es decir de aquellas que generalmente no conforman bosques puros y que se caracterizan por el elevado valor de su madera, debido a la oportunidad de emplearlas con fines económicos, estéticos y ecológicos (Mercurio y Tocci, 1983). Con técnicas de cultivo racionales estas especies pueden proporcionar múltiples servicios y productos, tales como maderas valiosas, mejoramiento ambiental y producción de frutos.

Vieceli (1989) señala que la arboricultura puede asumir un rol esencial en determinadas situaciones socio económicas donde las condiciones de mercado de los productos agrícolas y madereros y la disponibilidad de terrenos y de mano de obra la convierten en una alternativa rentable. Estas condiciones se cumplen en los siguientes casos:

- Plantaciones que reemplazan cultivos agrícolas en el ámbito del problema de las producciones excedentarias.
- Plantaciones en terrenos marginales a la agricultura, abandonados porque ya no es rentable su cultivo, pero dotados de suficiente fertilidad como para permitir buenas producciones madereras.

CUADRO 2. ACCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE UNA PLANTA DE ARBOLICULTURA PARA MADERAS VALIOSAS

Estación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 y sucesivos
<b>Otoño</b>	Decisión de efectuar la plantación	Mulching	Replante	Podas de formación	Podas de formación
<b>Invierno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Proyecto</li> <li>· Ordenar plantas</li> <li>· Solicitar bonificaciones</li> </ul>	Plantación Protección de animales silvestres	Podas de formación		Podas de producción
<b>Primavera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ordenación hidráulica</li> </ul>	Remoción del terreno	Podas de formación Remoción del terreno	Podas de formación Remoción del terreno	Podas de formación Remoción del terreno
<b>Verano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Preparación del suelo</li> </ul>				

Fuente: Elaboración propia.

La arboricultura para madera es considerada una actividad de carácter forestal, estrechamente relacionada con la actividad agrícola de un predio (Ciancio *et al.*, 1992). Conlleva la sustitución de cultivos agrarios ya no más rentables por cultivos forestales de mayor rotación; y considera favorables los mercados de productos madereros. Por todo lo anterior se configura como un sistema bioecológico artificial, caracterizado por modelos culturales intensos, y por la reversibilidad del cultivo.

En los últimos años, debido a la mayor disponibilidad de terrenos abandonados por la agricultura, la arboricultura se ha extendido en Italia. Esta técnica conlleva numerosos beneficios, como por ejemplo la eliminación, por un período más o menos largo, de los daños ecológicos derivados del uso/abuso de fertilizantes y pesticidas; se valorizan los factores naturales de producción; se logra una cobertura arbórea de interés ambiental y paisajístico; y se atenúa la presión sobre los ecosistemas forestales naturales. Además, el cultivo de un grupo de árboles con objetivo productivo podría llegar a evolucionar hacia un verdadero ecosistema forestal (Ciancio *et al.*, 1992).

Por otra parte, hay que considerar que la arboricultura implica una notable inversión energética, trabajo y capital, por un tiempo relativamente breve en comparación con cultivos forestales tradicionales, pero muy largo con relación a la mayor parte de los cultivos agrícolas.

En términos económicos, la determinación de los resultados de las plantaciones de arboricultura de calidad resulta difícil debido a las numerosas variables que influyen en estos. La carencia de datos sobre la potencialidad productiva de las plantaciones de latifoliadas nobles, el tiempo transcurrido entre la plantación y los primeros raleos comerciales, las incertidumbres de los mercados, son todos factores que hacen muy complejo el cálculo de la rentabilidad de tales inversiones (Cianciosi, 1996).

Un ejercicio realizado para una plantación de nogal en el contexto italiano mostró buena rentabilidad con relación a cultivos agrícolas alternativos a tasas de retorno del 3 y 7,5%<sup>8</sup>, aunque se evidencia que ese tipo de plantaciones conlleva fuertes riesgos culturales (enfermedades), accidentales (errores de tratamientos realizados, incendios), de coyuntura del mercado, etc. (*op. cit.*). De ahí que el autor concluya que plantaciones mixtas con varias especies representan una técnica eficaz para reducir los riesgos asociados, aunque manteniendo el objetivo productivo, a lo que deben sumarse beneficios secundarios derivados de la producción de fruta, miel, u otros productos transformados, así como un mejoramiento ambiental y un incremento en las potencialidades agroturísticas.

Existen muy pocos análisis de este tipo, lo que pareciera deberse a las dificultades mencionadas y a la existencia de bonificaciones que distorsionan las decisiones racionales de libre mercado.

Con la implementación del reglamento 2080/92, la mayoría de los gobiernos regionales se orientaron al desarrollo de plantaciones de nogal y cerezo, aunque ninguno estableció listas obligatorias de especies a emplear. También se usaron frecuentemente arce y fresno. Todas las administraciones aceptaron el subsidio máximo comunitario, equivalente a 4.000 euro/ha, aunque los costos reales fluctúan considerablemente entre ellas. Resulta interesante conocer que en muchos casos es posible obtener un adelanto de los subsidios antes de realizar las plantaciones, lo que reduce el uso de empresas crediticias (*Marinelli et al., 1997*).

No obstante lo anterior, parte de dicho financiamiento se transformó en un instrumento asistencial (interés más por el subsidio que por la inversión realizada), prescindiendo de una eficiencia efectiva de las plantaciones y permitiendo solo el logro parcial de los objetivos prefijados.

Con la aplicación del Reglamento CEE 2080/92 las Administraciones Regionales, Provinciales y las Comunidades de Montaña delegadas han sido llamadas a gestionar los financiamientos comunitarios. Algunos Entes se han preocupado de crear condiciones tales que permitan que las nuevas plantaciones para madera de calidad puedan tener éxito, a través de un adecuado apoyo a operadores y sus asociaciones. Es el caso de la Administración Provincial de Arezzo que, con tal objetivo definió un proyecto pluri anual orientado a mejorar el conocimiento de las plantaciones realizadas en el territorio de su competencia y de los factores críticos que pueden influenciar su éxito o su fracaso.

El Reglamento CEE 2080/92 sorprendió sin preparación no sólo a los entes públicos que deben garantizar su aplicación, sino que también a los profesionales y operadores que realizan las plantaciones. Durante los primeros años se vieron enfrentados a resolver rápidamente problemas burocráticos y administrativos derivados de su aplicación. Luego, una vez aclarada la importancia del éxito de la arboricultura como recurso integrador del ingreso para agricultores y población rural, quedó de manifiesto la utilidad de agregar a las actividades de capacitación y control también otras de apoyo externo a los operadores involucrados y a sus asociaciones.

Entre estos, la Provincia de Arezzo que, como muchos otros entes territoriales delegados, en el periodo 1995 - 2000 tuvieron el rol de instruir los proyectos financiados con el Reglamento CEE 2080/92 y de verificar las intervenciones realizadas. En el año 1999 esta administración decidió obtener un cuadro completo de las plantaciones

---

<sup>8</sup> La tasa del 3% es usada en bibliografía italiana y extranjera para evaluar inversiones forestales, ya que se considera como el límite inferior de las alternativas. La tasa del 7,5% representa la TIR mínima para acceder a bonificaciones para actividades forestales destinadas al sur de Italia (Cassa del Mezzogiorno).

realizadas con este instrumento, sus características cuantitativas y cualitativas, conjugando aspectos de administración pública, investigación, innovación y comunicación, que generalmente han actuado en forma separada. Esta sinergia dio origen a un plan de varios años dividido en subproyectos anuales cofinanciados por varias instituciones.

Inicialmente se realizó un estudio sobre el estado de las plantaciones realizadas y los factores críticos que pueden obstaculizarlas o favorecerlas. La estrategia consideró 7 fases: Informatización y elaboración de datos de las solicitudes de financiamiento; Selección de población muestral; Definición de parámetros a medir; Caracterización de la población muestral; Colecta y análisis de datos; Publicación de resultados; Difusión.

Se hizo un muestreo 50 plantaciones de un total de 216 (23,1% del total), cuyos principales resultados corresponden a:

- Se han dedicado a la arboricultura para maderas valiosas beneficiarios que no se dedican exclusivamente a la agricultura, por lo que es posible que parte de ellos no se hayan interesado en la producción de madera sino que en otros beneficios que derivan de una plantación, como por ejemplo las funciones estético recreativas, actividades agro turísticas, o simplemente los subsidios comunitarios.
- Se ha verificado un creciente interés por la arboricultura, ligado a la existencia de subsidios.
- Más del 60% de las plantaciones tiene una superficie de menos de 2 hectáreas, que cubren solamente el 25% de la superficie plantada. Las plantaciones de grandes dimensiones (>10 ha) corresponden solo al 3%, pero involucran el 19.7% de la superficie. Esto confirma que los sujetos que se han involucrado en la arboricultura son esencialmente pequeños propietarios o grandes propietarios que no se dedican significativamente a su predio. Con el tiempo han aumentado solo las plantaciones de menos de una hectárea, que pasaron del 22% en los primeros años al 32% en el periodo.
- Geográficamente un 88% de las plantaciones se ubican entre poco menos de 200 hasta 400 msnm., mientras que solo el 6% se encuentra a más de 500 m. En la mayor parte de los casos se han empleado terrenos de discreta fertilidad sustraídos a las producciones agrícolas excedentarias.
- Prevalece la disposición cuadrada de plantación, lo que podría poner en evidencia la reducida capacidad operativa y la dificultad de los profesionales para elaborar proyectos complejos y flexibles
- Respecto a la composición de las plantaciones, un 25% del total son puras, y de ellas un 88% corresponden a nogal. Las plantaciones mixtas con dos especies principales alcanzan un 14%, y el 87% de ellas están compuestas por nogal y cerezo. Nogal y aliso italiano representan el 85% de las plantaciones realizadas con una especie principal y una secundaria. Nogal, cerezo y aliso representan el 49% de las plantaciones realizadas con una principal y dos secundarias.

## 2. DEFINICIONES TÉCNICAS

### 2.1 CONCEPTOS

La **arboricultura** se define como una ciencia aplicada que se dedica al cultivo temporal de árboles individuales o de un conjunto de árboles con el objetivo de producir madera con determinadas características. Dicha disciplina se caracteriza por técnicas culturales repentinas, racionales, fundadas sobre bases económicas, ecológicas, agronómicas y/o silviculturales. Por ello la arboricultura no puede ser clasificada completamente ni en el ámbito agrario ni en el ámbito forestal, sino que se ubica en una posición intermedia entre los dos, asumiendo un carácter propio y único.

Existen dos conceptos diferentes asociados al término **Arboricultura**: la arboricultura de cantidad, y la arboricultura de calidad (Mercurio, 1993).

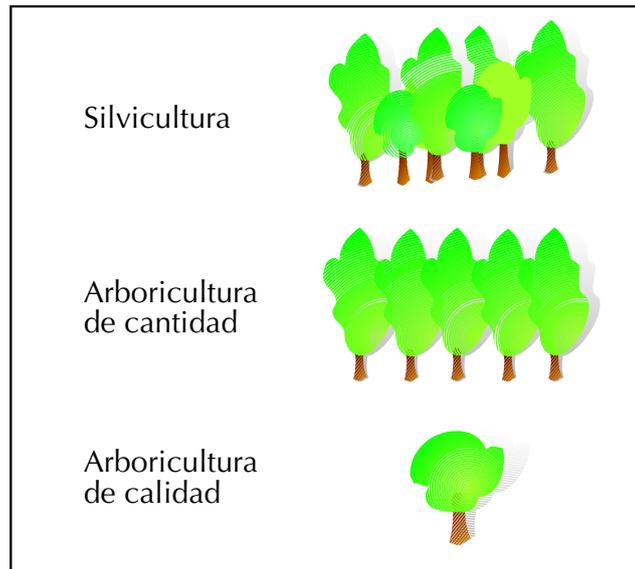
La **arboricultura de cantidad** tiene por objetivo el producir grandes volúmenes de madera de determinadas características dimensionales, en períodos relativamente breves, sin prestar mucha atención a la calidad estética y tecnológica de la madera producida. En este caso el elemento base de referencia es el conjunto de árboles, y la duración del ciclo productivo está condicionada por alcanzar, en el menor tiempo posible, determinadas dimensiones prefijadas. Esta se aplica con especies como álamo, eucaliptos y pinos, entre otras.

La **arboricultura de calidad** tiene por objetivo producir, en períodos relativamente breves, madera con determinadas características dimensionales, estéticas y tecnológicas que permitan su colocación en los segmentos altos del mercado. En este caso el elemento base de referencia es cada árbol individual de la(s) especie(s) principal(es), debido a que la mayor parte del ingreso depende directamente de la idoneidad y de la calidad de cada individuo en particular con relación a un objetivo específico, en general asociado a productos lo más rentable posible con relación a la (s) especie(s) seleccionada(s). En este caso la duración del ciclo productivo está condicionada por alcanzar, en el menor plazo posible, las características dimensionales, estéticas y tecnológicas en cada árbol de la especie principal que compone la plantación.

En contraste con los términos descritos, la **silvicultura** puede ser descrita como la ciencia experimental que estudia las relaciones entre fenómenos naturales y las interacciones entre éstos y las formas y técnicas culturales idóneas para conservar y restablecer, dentro de su equilibrio dinámico, la funcionalidad de las biocenosis, y más en particular de las fitocenosis forestales, de modo de asegurar al hombre la perpetuidad de los múltiples servicios que se pueden obtener del uso racional de éstas.

La silvicultura y la arboricultura de calidad tienen diferentes objetivos. La primera tiene por sujeto el ecosistema forestal íntegro y cada intervención se realiza considerando su evolución; en la segunda el sujeto es cada árbol de la plantación, al que se le da mucha importancia, pues cada árbol debe generar un ingreso al final de la rotación (Buresti, 1994).

La relación entre los tres conceptos mencionados se grafica en forma simple en la Figura 2.



Fuente: Buresti y Frattegiani (1995)

Figura 2: Esquema de diferenciación de la silvicultura, arboricultura de cantidad y arboricultura de calidad

**Principios Generales de la Arboricultura:** Existen seis principios generales que caracterizan la arboricultura, y que pueden ser sintetizados de la siguiente forma:

1. *Temporalidad y reversibilidad del cultivo:* la temporalidad es una de las peculiaridades distintivas de la arboricultura; las plantaciones se caracterizan por ocupar el terreno exclusivamente durante el ciclo productivo (Mercurio, 1988), terminado el cual el terreno podría destinarse a otro cultivo o uso, no necesariamente forestal. En este sentido las plantaciones de arboricultura podrían asimilarse a cualquier cultivo agrícola (Buresti y Frattegiani, 1995).
2. *Objetivo productivo:* las plantaciones de arboricultura, aún cuando generan beneficios adicionales relacionados a la presencia de una plantación o de determinadas especies, se realizan con el objetivo principal de producir madera, sea para el mercado o para el consumo predial, por lo que ninguna operación de tipo cultural realizada para maximizar un beneficio secundario debe obstaculizar el logro del objetivo productivo.
3. *Duración del ciclo productivo:* la duración del ciclo productivo no puede ser definida a priori. De hecho, ésta depende de numerosas variables, algunas de las cuales actualmente no se pueden individualizar y/o cuantificar con la precisión requerida (por ejemplo, adaptación de la especie al sitio, magnitud de su reacción frente a los cuidados culturales realizados, variaciones de las características de los productos demandados con relación a nueva maquinaria para la transformación de la madera, fluctuaciones de precios de los mercados). En la arboricultura, el profesional debe tener la libertad de escoger el momento oportuno para obtener los frutos de la inversión realizada.
4. *Diversificación:* las plantaciones deben ser lo más diversificadas posible para limitar y repartir los riesgos bióticos, abióticos y económicos, permitiendo tener siempre un cierto margen de acción. Las

plantaciones monoclonales son poco aconsejables sobre la base de experiencias pasadas, entre las que el cultivo del álamo es un claro ejemplo.

5. *Complementariedad de funciones:* aunque se trata de plantaciones con objetivo preferentemente productivo, también desarrollan una serie de funciones complementarias tanto en términos privados como sociales, las que se deben exaltar. En muchos casos las ventajas derivadas de las funciones complementarias son muy importantes porque generan ingresos anticipados respecto a la producción principal, lo que ayuda en forma importante a reducir los costos de operación.
6. *Compatibilidad ecológica:* todas las intervenciones deben ser realizadas tratando de minimizar el impacto ambiental y las repercusiones ecológicas negativas (Buresti, 1994), buscando soluciones técnicas que permitan maximizar el nivel de autosuficiencia de la plantación, disminuyendo los aportes energéticos externos (Buresti y Frattegiani, 1995).

**Clasificación con relación al aporte energético del cultivo:** existen tres tipos de arboricultura en función del aporte energético externo, que corresponden a:

1. *Arboricultura Extensiva:* generalmente se trata de arboricultura de cantidad. El aporte energético externo se limita al menor posible necesario para tener buenos resultados con la plantación. Normalmente consiste en el establecimiento mismo, el replante necesario debido a la mortalidad, y la remoción superficial del suelo en forma localizada durante los primeros 2 a 3 años. En general en la arboricultura extensiva deberían ser usadas especies nativas o exóticas ya experimentadas en zonas representativas similares al sitio.
2. *Arboricultura Semi Extensiva:* tanto la arboricultura de cantidad como la de alto valor pueden ser consideradas como semi extensivas cuando existe un bajo aporte energético, limitado a las actividades estrictamente necesarias para el éxito de la plantación, pero que son más que en la extensiva y menos que en la intensiva.
3. *Arboricultura Intensiva:* tanto la arboricultura de cantidad como de alto valor pueden ser consideradas como intensivas cuando hay un elevado aporte energético externo, que va más allá de las actividades estrictamente necesarias para el éxito de la plantación. Tal aporte puede ser suministrado bajo la forma de trabajos accesorios al terreno, fertilizaciones, riego, etc.

**Peculiaridades de la Arboricultura:** existen dos características que demuestran la peculiaridad de esta técnica innovativa, y que dicen relación con:

1. *No existen recetas:* no existen modelos de diseño y culturales preestablecidos, por lo que el manejo debe basarse en un conjunto de experiencias, datos e informaciones que, hábilmente seleccionados por el profesional, permiten definir las características de cada proyecto o iniciativa en particular.
2. *No existen modelos previos:* dada la gran variedad de situaciones de sitio, de especies y de técnicas culturales adoptadas en la arboricultura, así como la escasez de plantaciones similares que tengan todas las características significativas comparables y homogéneas, no es posible definir a priori la evolución futura de una plantación, a menos de hacerlo en forma aproximada y estimativa.

Por todo lo anteriormente dicho, el arboricultor, como un artista, interpreta la naturaleza, y al interior de sus reglas, sabe encontrar diversas variaciones que se adaptan a las propias exigencias que se originan de un análisis profundo de las características de la empresa/propietario, del ambiente pedoclimático y socio-económico. Por ello debe poseer profesionalismo, sensibilidad y creatividad.

**Plantaciones de arboricultura factibles:** las plantaciones de arboricultura factibles de realizar consideran cuatro alternativas principales, a saber:

1. *Plantaciones puras:* se trata de plantaciones monoespecíficas constituidas por la especie principal seleccionada.
2. *Plantaciones mixtas:* se trata de plantaciones poliespecíficas, que pueden estar constituidas tanto por varias especies principales como por una o más especie(s) principal(es) asociadas a una o más especie(s) secundaria(s), sean éstas arbóreas o arbustivas (Figura 3).
3. *Plantaciones en hilera:* se trata de producir madera en hileras alrededor de campos, caminos, calles o huertos, obteniéndose una mejor y mayor utilización del espacio disponible, y complementando las posibilidades de ingreso de la unidad productiva.
4. *Producción de maderas finas dentro de cortinas cortaviento:* se trata de producir maderas finas dentro de cortinas cortaviento, obteniéndose un producto adicional de alto valor, además de la función de protección original de la cortina.

**Fases de desarrollo de un árbol y su relación con las técnicas de manejo a aplicar:** Un concepto de gran utilidad práctica es el de las etapas de desarrollo que considera el crecimiento de un árbol, y que se representa en la Figura 3.



Fuente: Buresti y Mori (1998)

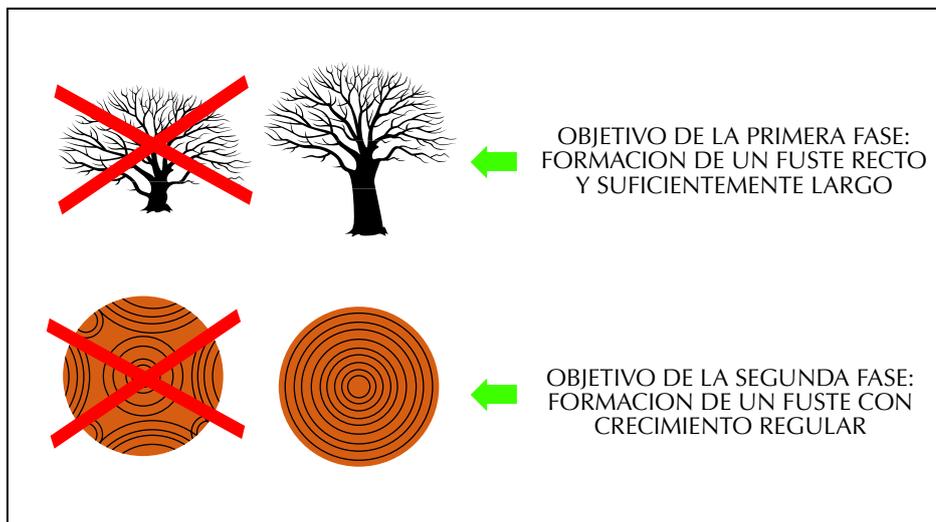
Figura 3: Fases de desarrollo de un árbol y su impacto en la calidad de su madera

Existe una primera etapa, que puede abarcar de 1-3 años después de la plantación, que consiste en el establecimiento de un sistema radicular frondoso, equilibrado y armónico con relación al tamaño y forma del individuo. En esta etapa no es importante que la planta crezca, sino que más bien es deseable que concentre sus energías en este primer proceso.

Luego, existe una segunda etapa, graficada en las Figuras 3 y 4, en que la planta se forma estructuralmente; en este período entonces se forma el eje central que constituirá el fuste de valor. Por ello se deben efectuar podas de formación y de levante que permitan, al momento de su finalización, contar con un eje (fuste) sin ramas, defectos ni deformaciones. Esta etapa cobra gran importancia a nivel de manejo, ya que es aquí donde se sientan las bases para la calidad del producto final a obtener.

En tercer lugar viene la etapa de engrosamiento del individuo, que ya establecido comienza a crecer en diámetro, centrándose en la “cantidad” de material a producir. Para efectos de producción de madera de alto valor, este período es de gran importancia, ya que se deben mantener incrementos diamétricos constantes en el tiempo (Figura 4). Esta característica marca una profunda diferencia con las técnicas de cultivo de las plantaciones industriales, en que se fija un diámetro objetivo final sin importar los anchos de los anillos, ni el ritmo de crecimiento. Lograr lo anterior no es fácil, y requiere de gran habilidad, conocimientos, técnica y destreza.

Lo anterior puede ser logrado con mayor aporte energético, a través de un mayor número de intervenciones en plantaciones puras, o con un menor aporte energético a través del acondicionamiento de la especie principal por medio de la introducción de especie(s) acompañante(s) (Buresti y Mori, 1998). Para ello se deben seleccionar especies que puedan modificar la estructura arquitectónica de la especie principal, el microclima y/o el terreno; en este sentido se trata de “usar” a la naturaleza para que ayude a lograr el objetivo definido.



Fuente: Buresti y Mori (1998)

Figura 4. Etapas de desarrollo de un árbol; en la primera se busca formar un fuste recto y suficientemente largo, y en la segunda producir un fuste con crecimientos regulares en diámetro.

En este caso puede ser necesario controlar la competencia entre especie principal y secundaria por medio de raleos, como en el caso del uso de especies secundarias de mayor velocidad de crecimiento, lo que en determinados casos es útil para estimular el desarrollo longitudinal y una arquitectura correcta (*op. cit.*).

Finalmente, la duración de la rotación es difícil de conocer con anticipación si no se pueden responder las siguientes preguntas:

- (a) ¿En cuánto tiempo la(s) especie(s) alcanzarán dimensiones y características remunerativas?
- (b) ¿Qué tipo de productos demandará el mercado en los próximos 20, 30, 40 ó 50 años?
- (c) ¿Qué reacción tendrán los árboles a los cuidados culturales programados durante su cultivo?
- (d) ¿En cuánto tiempo, en el caso de las plantaciones mixtas, se obtendrán las dimensiones comercializables para las diferentes especies empleadas? (difícilmente alcanzarán la maduración en forma contemporánea);
- (e) ¿Qué tipo de continuidad tendrá la plantación? Plantaciones gestionadas en forma intensiva durante toda la rotación llegarán a dimensiones comerciales antes que aquellas gestionadas en forma extensiva; pero si el terreno es vendido o por otra razón cambia su tipo de gestión, ¿cómo se podrá establecer cuándo podrá ser comercializable?
- (f) ¿Cómo afectará la aparición de maquinaria que permitirá procesar en forma óptima material de menores dimensiones a aquella definida como producto objetivo? ¿O si el mercado paga precios elevados por productos diferentes a los programados?

Son todas preguntas que no se pueden responder con certeza, que hacen del acto de plantar un árbol un acto de fe y esperanza.

## 2.2 PLANTACIONES PURAS VERSUS PLANTACIONES MIXTAS

Una silvicultura sostenible y rentable, que permita aumentar la biodiversidad y estabilidad de los sistemas puede basarse en la utilización de asociaciones de especies forestales o plantaciones mixtas, orientadas a la obtención de madera de alto valor y a un aprovechamiento óptimo del recurso suelo.

Las plantaciones mixtas corresponden a modelos que asocian especies principales que generan productos de alto valor al final de la rotación (madera aserrada y foliada), posibles de ser comercializados en el mercado internacional, y especies secundarias o acompañantes que originan productos como postes, polines, frutos u otros, a obtener en el transcurso de la rotación. Estas especies secundarias favorecen el crecimiento de la especie principal, mejorando su forma, lo que conduce a una mejor calidad de productos.

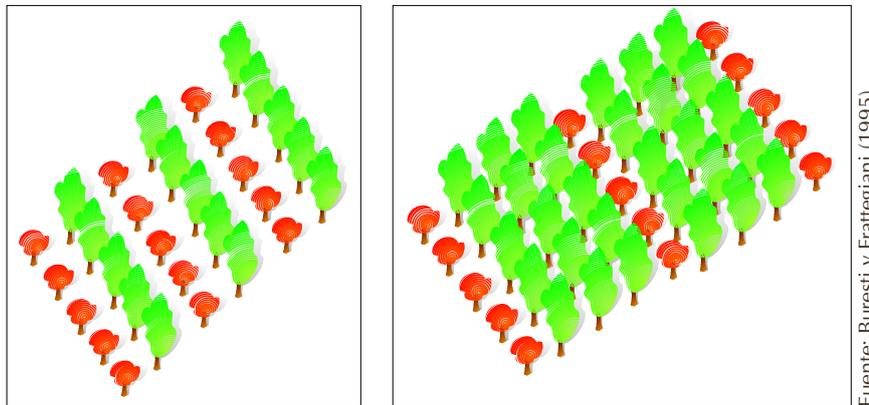
Las plantaciones mixtas, si son realizadas adecuadamente, permiten diversificar la producción, disminuir los riesgos fitosanitarios, facilitar las intervenciones culturales (sobre todo las podas y limpiezas), mejorar la calidad de la madera, mejorar el paisaje y aumentar la producción de la plantación (Buresti, 1994). En el caso de la asociación de nogal común con especies fijadoras de nitrógeno se registran incrementos en diámetro y altura superiores en un 50-70% respecto a las plantaciones puras de la misma especie.

Debido a los resultados positivos obtenidos con este sistema productivo, las plantaciones mixtas se privilegian en el contexto europeo, llegándose a extremos en algunas regiones italianas en donde los subsidios a las plantaciones de algunas especies son otorgados sólo cuando se establecen en forma mixta (Buresti E., 2000. Com. Personal; Ciardi C., 2002, Com. personal).

Las plantaciones mixtas pueden realizarse con diferentes disposiciones espaciales, las que se describen a continuación:

*Plantaciones en grupo:* constituidas por núcleos monoespecíficos o puros, en los cuales el efecto de la asociación se aprecia en forma más marcada en los márgenes de los grupos, y en forma limitada al centro de ellos. Su ventaja es que los esquemas de plantación son más simples y pueden adoptarse distanciamientos menores, para garantizar una selección al interior de cada grupo. Además, este tipo se puede emplear en el caso que existan condiciones de sitio diferenciadas en el área.

*Plantaciones en hilera:* se caracterizan por presentar hileras monoespecíficas, en que cada hilera puede tener al lado hileras de la misma especie u otras especies. Permite tener un mayor efecto lateral, garantizando la posibilidad de seleccionar los mejores individuos al interior de cada fila. En el caso que se usen especies de rotaciones distintas, este esquema favorece las operaciones de cosecha (Figura 5).



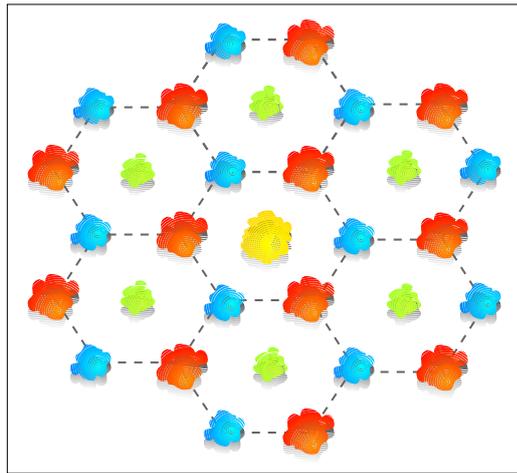
Fuente: Buresti y Frattegiani (1995)

Figura 5: Ejemplos de plantaciones mixtas en hilera

*Asociaciones a nivel de árbol individual:* cada planta puede estar rodeada de especies distintas según un esquema simétrico y repetitivo. Esta tipología exalta al máximo el efecto de la asociación, pero hace más difícil la selección de los mejores individuos. En el caso que las especies tengan rotaciones distintas es muy importante estudiar el esquema de plantación, de modo de facilitar al máximo las operaciones de cosecha y extracción (Figura 6).

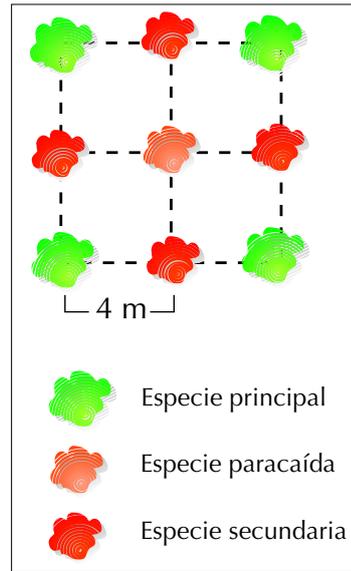
En este caso se puede considerar el uso de especies alternativas o “paracaídas”, que pueden reemplazar a la especie principal si es ésta llega a fracasar (Figura 7)

Para tener éxito se debe realizar un estudio preliminar del predio/área, y seleccionar el modelo de plantación tomando en consideración las características del terreno, los objetivos definidos, la organización de la empresa y la capacidad de gestión de la misma.



Fuente: Buresti y Fratregiani (1995)

Figura 6. Ejemplo de un complejo esquema de asociación a nivel de árbol individual. Este esquema representa una unidad repetible sobre toda la superficie



Fuente: Buresti y De Meo (1998)

Figura 7. Módulo base de plantación mixta en situación de riesgo, en que se considera una especie principal, una especie secundaria y una especie «paracaídas» que puede reemplazar a la especie principal original si es que esta fracasa

## 2.3 EXPERIENCIAS

En la región Emilia Romagna se ha desarrollado una serie de plantaciones con el objetivo de comparar características de nuevos clones y procedencias en diversos ambientes de colina y montaña; y de comparar los resultados de técnicas culturales en ambientes distintos (colina, montaña, llanuras). Se trata de plantaciones puras y mixtas, con varias hectáreas de superficie cada una (CBRP, 1995).

La Emilia Romagna está situada entre el mar Adriático, el Po y los Apeninos, confina al norte con el Veneto y la Lombardia, y al este con el mar Adriático, al sur con las Marcas, la Toscana, S. Marino y parte de la Liguria. Al oeste limita con la Liguria, la Lombardia y parte del Piemonte. Su clima se caracteriza por veranos calurosos y húmedos e inviernos rígidos con abundantes precipitaciones y numerosos días de neblina y heladas. A lo largo del litoral Adriático el clima es más temperado; en la montaña caen abundantes lluvias y nevazones, mientras que en el llano nieva pero se derrite inmediatamente.

Respecto a su topografía, en la parte sur de la región están las montañas de los Apeninos, no muy altas, formadas por rocas friables y fácilmente erosionables por el agua, con frecuentes desprendimientos; la llanura del río Po posee terrenos muy fértiles.

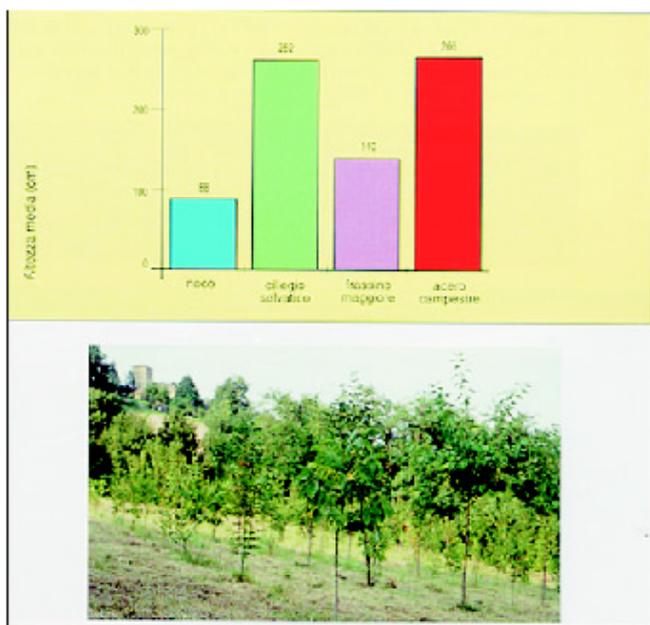
El paisaje se divide claramente en dos zonas: la primera, situada en el sur, es montañosa y con colinas; la segunda, en el norte, es plana. La montaña se caracteriza por abandono y soledad, contrastando con la otra zona, poblada, rica de cultivos, con calles llenas de tráfico y con muchos ríos y canales que riegan los campos. Los frutales se cultivan en zonas interminables que junto a cientos de industrias embellecen paisajes llenos de color.

La agricultura de la región está entre las más avanzadas de Italia. Se encuentra una gran variedad de productos, y una particular abundancia de algunos. Esto se debe a la posición geográfica y climática favorable y también porque se usan técnicas modernas de cultivo y de organización de comercialización. Es prospera en cultivos de grano y remolacha, así como de arroz, vino y fruta, de las cuales se producen duraznos, ciruelas, cerezas, damascos y peras. En el sector del vino, hay varios reconocidos como el Lambrusco, el San Giovese, y el Albana. Entre las hortalizas hay importantes cantidades de cebollas, arvejas y tomates. También se cultivan la caña y el lino. La crianza más practicada es la de bovinos y cerdos. Produce un quinto de la producción nacional de carne, y un sexto de la leche.

Algunas de estas experiencias se muestran en las Figuras 8 a 12.

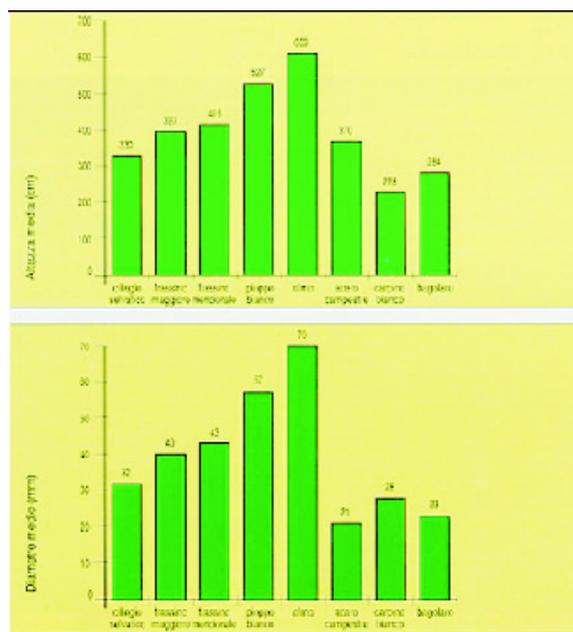
Una experiencia de 4,5 ha establecida en la localidad de Grizzana Morandi a 450 msnm y 20% de pendiente, con cerezo, nogal, fresno y arce muestra a los 3 años un comportamiento satisfactorio (Figura 8), a pesar de la altitud, que de acuerdo a las condiciones locales podría ser limitante.

También se han establecido ensayos en planicie con el objetivo de constituir ambientes naturales con funciones múltiples (paisajísticos, de refugio y alimentación para la fauna, protección de la agricultura circundante, y otras). Ello en el marco de investigaciones sobre nuevas perspectivas para la agricultura en los valles (planicies) y, en general, para la nueva exigencia de incorporar un mayor grado de naturalidad en los ambientes de agricultura intensiva. Las áreas combinan varias especies, distribuidas con diferentes criterios en la superficie: en grupos, en hileras o como árboles individuales.



Fuente: CBRP (1995)

Figura 8. Estado de plantación mixta en zona montañosa, con nogal, cerezo, fresno y arce a los tres años de edad (Grizzana Morandi, Italia)



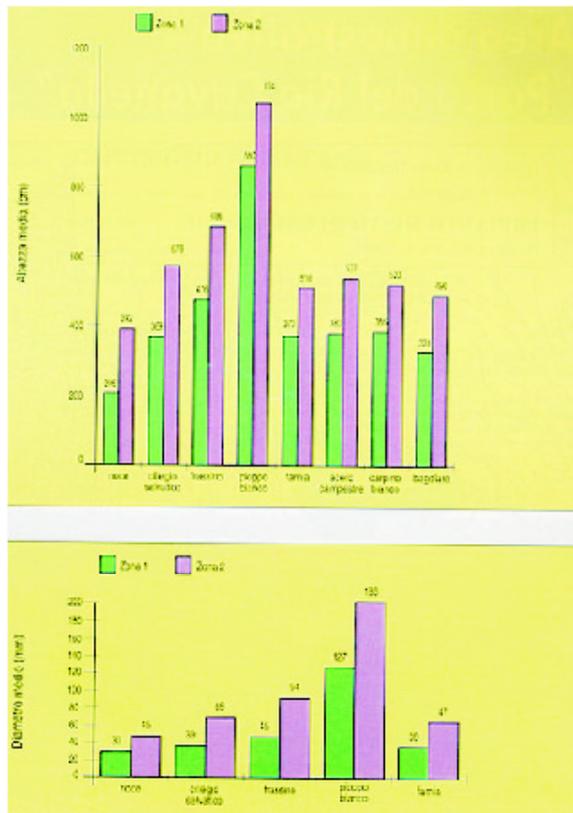
Fuente: CBRP (1995)

Figura 9. Estado de plantación mixta en zona de valle, con arce, cerezo, fresno mayor, bagolaro, fresno austral y álamo blanco a los tres años de edad (Grizzana Morandi, Italia)

La experiencia realizada en una planicie en Sala Bolognese (22 msnm, 4 ha) con grupos de arce, cerezo, fresno mayor, "bagolaro", fresno austral y álamo blanco, con cuidados intensivos y muy pocas podas, al tercer año presenta una situación satisfactoria, graficada en la Figura 9.

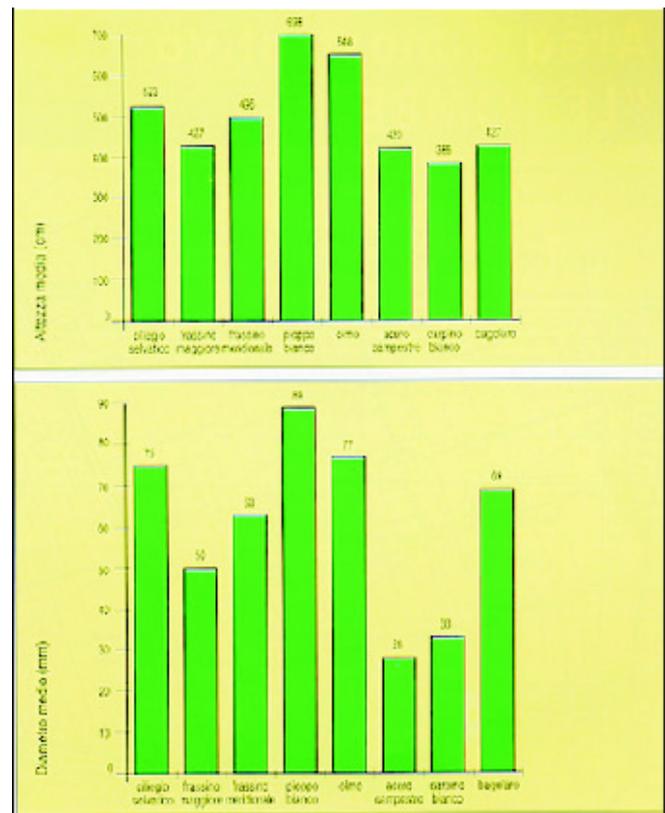
Otra experiencia realizada en Crevalcore (15 msnm, 7 ha) con fresno mayor y austral, cerezo, arce, arce de azúcar, álamo blanco, tilo, nogal y gelso, con cuidados intensivos y mínimas podas al tercer año, muestra al quinto año el estado representado en la Figura 10.

Otra experiencia realizada en Zola Predosa (75-120 msnm, 7 ha) con fresno mayor, olmo, cerezo, arce, arce de montaña, álamo blanco, gelso y bagolaro muestra al cuarto año el desarrollo indicado en la Figura 11.



Fuente: CBRP (1995)

Figura 10. Estado de plantación mixta en zona de valle, con fresno mayor y austral, cerezo, arce, arce de azúcar, álamo blanco, tilo, nogal y gelso a los cinco años de edad (Crevalcore, Italia)



Fuente: CBRP (1995)

Figura 11. Estado de plantación mixta en zona de valle, con fresno mayor, olmo, cerezo, arce, arce de montaña, álamo blanco, gelso y bagolaro a los cuatro años de edad (Zola Predosa, Italia)

Otra experiencia, también inserta en el programa de valorización ambiental del área de Zola Predosa, realizada en 2 ha, con fresno mayor, fresno austral, cerezo, arce, farnia, gelso y nogal muestra al tercer año la evolución indicada en la Figura 12.

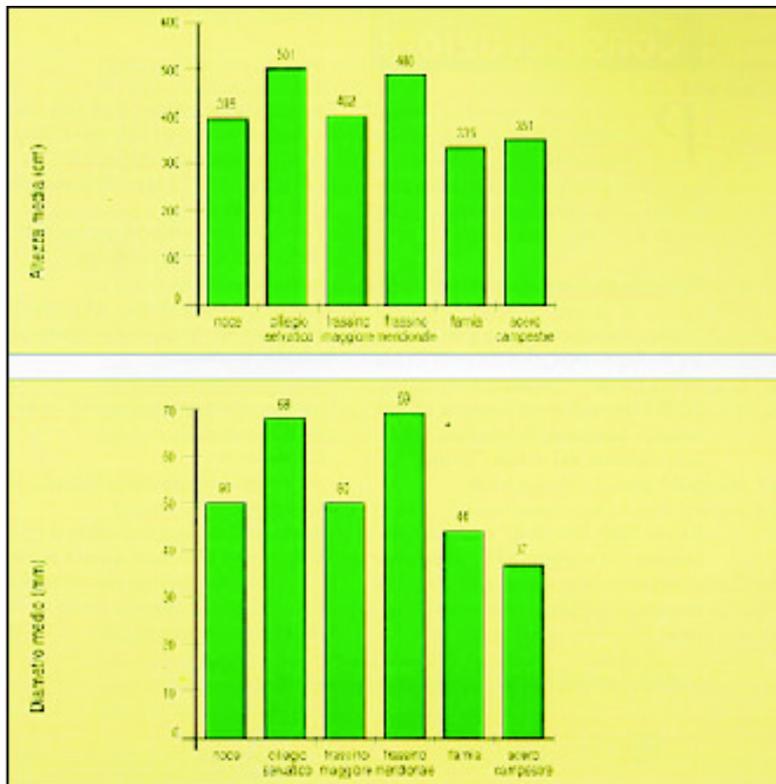


Figura 12. Estado de plantación mixta en zona de valle, con fresno mayor, fresno austral, cerezo, arce, farnia, gelso y nogal a los tres años de edad (Zola Predosa, Italia)

Fuente: CBRP (1995)

Del análisis de la información se concluye que (CBRP, 1995; Negrini, 1994):

- En el caso del cerezo, los factores limitantes identificados corresponden a altitud (sobre 500 msnm), pendiente (sobre 30%), la monoespecificidad y la excesiva compactación del terreno que provoca asfixia. La especie se vio favorecida en las situaciones mixtas y en terrenos bien drenados y removidos en profundidad.
- El nogal es una especie menos plástica que la anterior, y más exigente. Limitantes resultan la altitud, el viento y suelos arcillosos con anegamientos temporales. También en este caso los mejores resultados se obtuvieron en situaciones mixtas.
- La presencia de especies rústicas de rápido crecimiento, a nivel de árbol individual, en hileras o en grupos, mejora el crecimiento de las especies en 40-50% respecto a la situación pura.
- Resulta determinante en los resultados positivos obtenidos la ejecución regular de los cuidados culturales por al menos 3-4 años.

- La mantención de una faja de pasto en la entrefila, establecida al segundo año, ha determinado un bloqueo del desarrollo en el mismo año e incrementos muy inferiores en los 2-3 años sucesivos.
- El uso de mulch plástico ha dado resultados negativos.
- El riego ha resultado útil y necesario sólo en el primer año.
- Las podas de formación, efectuadas a partir del segundo año, deben efectuarse con mucho cuidado, y con técnicas distintas según la especie y el objetivo de la plantación. Se confirma la validez de hacer intervenciones graduales, y en estado verde.
- Se confirma la fragilidad de las plantaciones puras, al mismo tiempo que la oportunidad de usar estructuras mixtas en plantaciones con objetivo principalmente productivo.

Minotta (1994a) considera que los resultados obtenidos por el consorcio son totalmente comparables con resultados obtenidos por otras empresas/entes; además se confirma que dichas especies deben cultivarse sólo en sitios aptos.

Con relación a los criterios para seleccionar el modelo de plantación, se sugieren los siguientes:

- Cerezo, fresno austral y nogal: establecer grupos de 3-6 plantas/especie.
- Arce y carpino blanco: establecer grupos de 8-10 plantas/especie.
- Alamo cipresino y olmo: desempeñan rol de cortaviento.
- Farnia y gelso: usadas históricamente en hileras, son idóneas para marcar los límites del predio o plantación.
- Bagolaro, mirabolano y otras: usar en pequeños grupos de 3-5 individuos, por la importancia de sus frutos.

Se confirma la opinión que bosques ricos en especies son mucho menos vulnerables que las plantaciones puras (CBRP, 1995). De hecho Minotta (1994a) confronta esta situación y hace notar que en las plantaciones puras de nogal y cerezo ha sido necesario realizar control de tipo agronómico, biológico y químico con el objeto de salvar las plantaciones. Ello hace no aconsejable la ejecución de plantaciones puras y monoclonales en vastas superficies, o donde no es posible asegurar un control adecuado; Minotta (1994b) aconseja no efectuar plantaciones puras de más de 2-3 hectáreas.

El Istituto Sperimentale per la Selvicoltura de Arezzo (ISSA) desde hace más de 15 años ha estudiado el efecto de la asociación con especies arbóreas secundarias fijadoras de nitrógeno, tales como alisos, olivo de bohemia, etc. Estas especies son muy interesantes, no sólo porque pueden proporcionar un cierto ingreso con la venta de leña o de otros productos secundarios en un período breve respecto a las especies principales, sino porque tienen una influencia positiva sobre éstas. De hecho, las especies principales generalmente, no sólo crecerán más en altura y diámetro, sino que tendrán una forma mejor, lo que a su vez facilitará la poda (Buresti, 1993a).

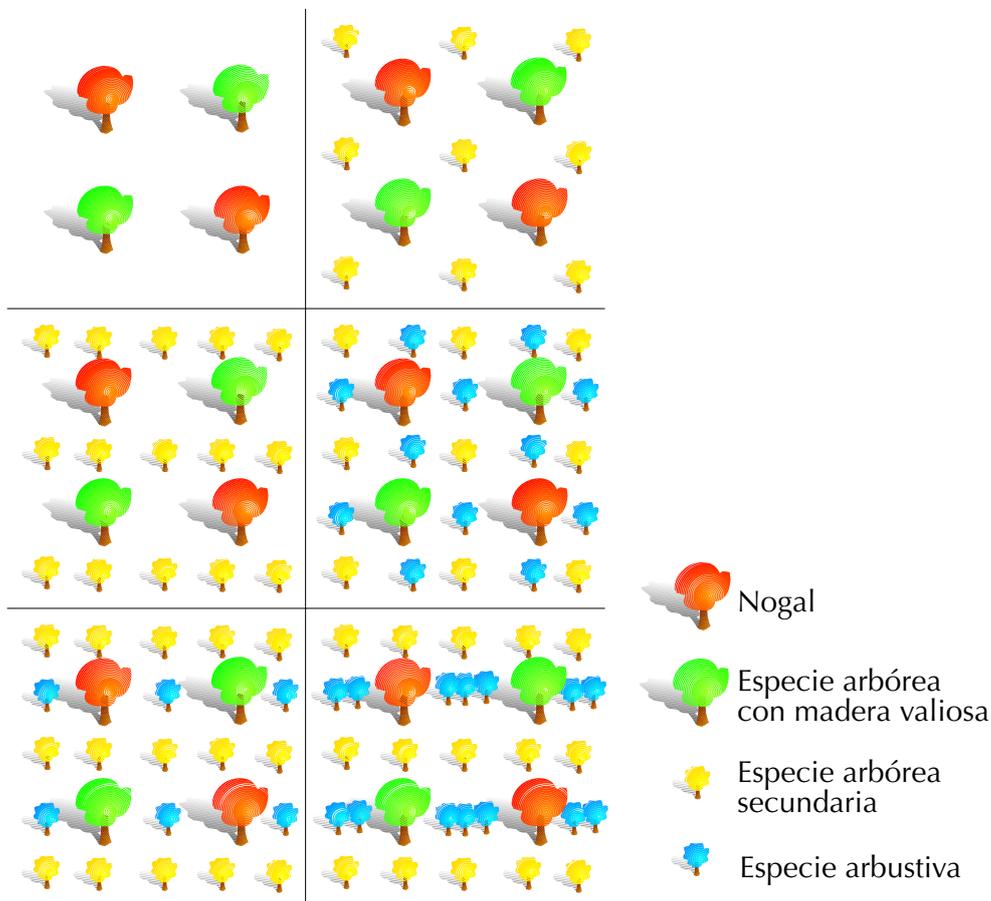
Se ha visto que dichos efectos positivos pueden ser distintos según las especies que se asocian. Por ejemplo, si el cerezo se asocia con aliso u olivo de bohemia aumenta su altura y el diámetro del tronco y de las ramas; si en cambio se asocia con robinia aumenta sólo en altura, mientras que el diámetro del fuste permanece constante y el de las ramas disminuye. Estas experiencias entregan antecedentes útiles para seleccionar la asociación más idónea según el material a emplear (*op. cit.*).

En el caso de *Quercus robur* asociado con aliso se obtienen mayores valores en altura y diámetro del fuste, así como menor diámetro de las ramas con respecto a la situación pura. Similar situación se ha observado con fresno y nogal negro.

Con respecto a ataques de plagas y enfermedades, se ha observado menos daño en nogales plantados en situación mixta con aliso y olivo de bohemia que en el testigo puro. El porcentaje de plantas afectadas disminuye de 58% en el puro a 19% en el mixto.

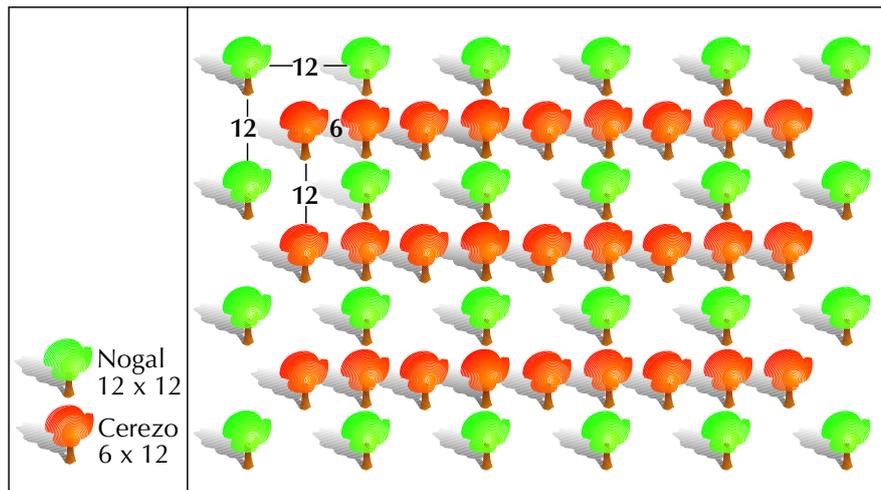
Por ello es que el autor recomienda efectuar plantaciones mixtas, debido a que la simplificación de los ecosistemas, en el caso de plantaciones puras, las hace menos resistentes a ataques y adversidades (Buresti, 1993a).

Algunos esquemas de asociación de nogal en plantación mixta se indican en las Figuras 13 y 14 (Provincia di Bologna, 1994).



Fuente: Provincia di Bologna (1994).

Figura 13. Varios esquemas de plantaciones mixtas con nogal



Fuente: Provincia di Bologna (1994).

*Figura 14. Plantación mixta de nogal y cerezo*

Otra experiencia es reportada por Buresti y Frattegiani (1994), quienes encontraron que asociando farnia con aliso italiano se obtenían incrementos significativamente superiores en altura y diámetro respecto a la situación pura; también se determinó una fijación de 50 kg/ha/año de nitrógeno por parte del aliso, los que estaban a completa disposición de la farnia. Paralelamente, la mayor altura de las plantas de aliso estimula el crecimiento de las plantas de farnia, competencia que no pone en peligro la plantación debido a la conformación de las copas y a que el rápido crecimiento inicial presentado por el aliso disminuye notablemente en los años sucesivos. Y, finalmente, se presenta una diferencia importante en la calidad de la madera de farnia a obtenerse de las dos situaciones, lo que se muestra en las Figuras 15 y 16.

*Figura 15.  
Plantación  
pura de farnia*



Fuente: Buresti y Frattegiani (1994)



*Figura 16. Plantación  
mixta de farnia y aliso,  
de un año menos de  
edad que la situación  
pura de la figura  
anterior*

Fuente: Buresti y Frattegiani (1994)

## 2.4 ESTABLECIMIENTO

### 2.4.1 Diseño

Una plantación debe derivar de un estudio del clima, de la vegetación, del suelo, de la exposición, de la ocurrencia de vientos, entre otros elementos físicos y biológicos. También se deben considerar las características técnicas y organizacionales de la empresa, las preferencias del propietario y los aspectos socioeconómicos locales o regionales, aspectos relevantes si se prevé la producción de bienes secundarios (miel, flores, frutos, especies forrajeras), así como los mercados de las maderas a producir (Buresti, 1993a). Este análisis debe ser realizado por un profesional con una buena dosis de fantasía y sensibilidad social, de la naturaleza, además del conocimiento forestal (Buresti, 1992c).

El módulo básico, sea éste simple o complejo, debe estar bien estructurado para permitir un crecimiento equilibrado de las plantas a lo largo de todo su desarrollo.

### 2.4.2 Plantas

En reconocimiento de la importancia de utilizar plantas de buena conformación, en 1971 la Comunidad Europea emanó un reglamento que consideraba tanto las características fitosanitarias como su estructura, así como la altura y diámetro al cuello (Bernetti, 1991).

En un estudio efectuado en seis viveros de la Región de Lombardia se encontró que en todos ellos las faenas de preparación del suelo eran las mismas, pero se observaron grandes diferencias en las fertilizaciones aplicadas (Bernetti, 1991), constatándose la necesidad de aplicar fertilizaciones orgánicas y químicas equilibradas para obtener plantas de buena calidad. En todos los viveros se aplicaba un herbicida químico de preemergencia (Basamid), y en pos emergencia limpias manuales o mecánicas entre las hileras y manuales sobre la hilera; y riegos.

También se poda cuando se ha dañado el ápice con el objetivo de formar una nueva flecha a partir de una de las yemas próximas al ápice, acción que se realiza en primavera. En aquellos casos en que no resulta posible lo anterior, es necesario cortar la planta en la base para seleccionar más tarde el mejor rebrote, eliminando los restantes (Bernetti, 1991).

La poda de la raíz pivotante se realiza para obtener plantas más vigorosas y con un sistema radicular equilibrado. Debe descartarse el uso de plantas mala calidad.

En un estudio realizado en ocho viveros en la Región de Lombardia se indican los parámetros que delimitan las categorías I y II de plantas para tres especies de importancia en la arboricultura (D'Ambrosi, 1993). Dichos valores se incluyen en el Cuadro 3.

CUADRO 3. PARÁMETROS DE IDONEIDAD DE PLANTAS DE ESPECIES REQUERIDAS EN ARBORICULTURA PARA MADERA DE ALTO VALOR

CATEGORÍA	CLASE I				CLASE II		
	Especie	Diámetro	Altura (mm)	Alt/Diam (cm)	Nota	Diámetro (mm)	Altura (cm)
<b>Nogal común</b>	Sobre 5	Sobre 30	60-80	Sin bifurcaciones	Sobre 4	Sobre 4	25-90
<b>Nogal negro</b>	Sobre 8	Sobre 60	70-90	Sin bifurcaciones	Sobre 7	Sobre 40	40-100
<b>Cerezo</b>	Sobre 9	Sobre 80	70-90	Sin bifurcaciones	Sobre 5	Sobre 40	30-100

Fuente: D'Ambrosi (1993).

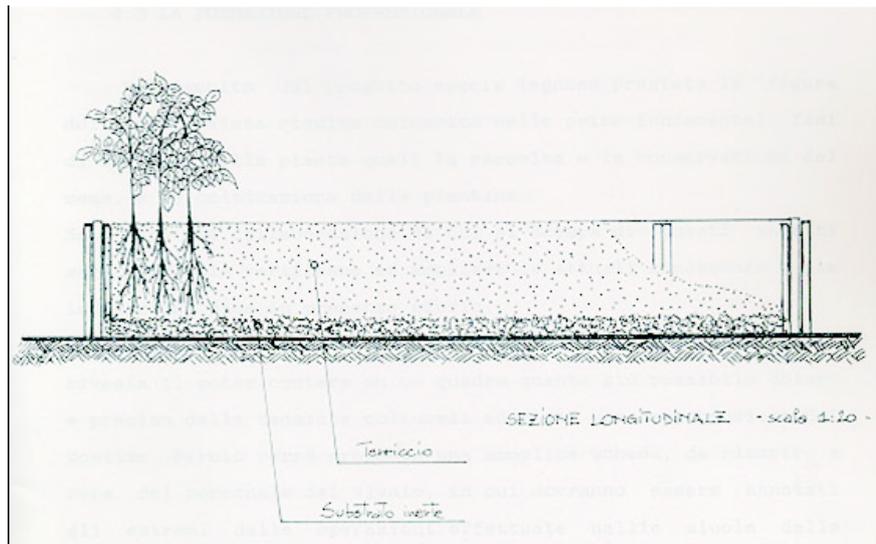
Dicho estudio concluyó que el empleo de densidades elevadas en vivero tiende a desfavorecer las plantas más vigorosas en ventaja de aquellas de menor desarrollo; que las plantas de dos años presentan una variabilidad mayor que las de un año; y que los criterios para seleccionar las plantas a destinar a la arboricultura deben incluir:

- Tallo recto con buena dominancia apical
- Yema apical bien formada
- Apice terminal lignificado
- Aparato radicular bien ramificado y con abundantes raíces secundarias y pelos capilares
- Buen estado fitosanitario
- Elevado vigor vegetativo
- Parámetros de altura, diámetro y relación altura/diámetro equilibrados y dentro de los rangos recomendados.

Producción de plantas de nogal en cajón: se trata de una técnica utilizada sobretudo en las especies con raíz pivotante, como nogal, y corresponde a una alternativa al uso de contenedores, pero de mucho menor costo, por lo que se usa bastante (Figuras 17 y 18). Se cultivan las plantas en cajas sin fondo de dimensiones variables, puestas directamente sobre el suelo, en general con bloques de cemento de 25-30 cm de ancho, 4 cm de espesor y 2 m de largo (Buresti, 1993b; Faini, 1997). La estructura se rellena en el fondo con un sustrato de material inerte de 10-15 cm (residuos vegetales, arcilla, poliéster, geotextil), sobre el cual se coloca un sustrato mullido (turba, arena, limo en diferentes proporciones) (Bernetti, 1991). Buresti (1992) ha empleado una capa de 3-4 cm de residuos de la elaboración de escobas (hojas y ramillas), las que impiden a las raíces aventurarse a explorar hacia el terreno inferior.

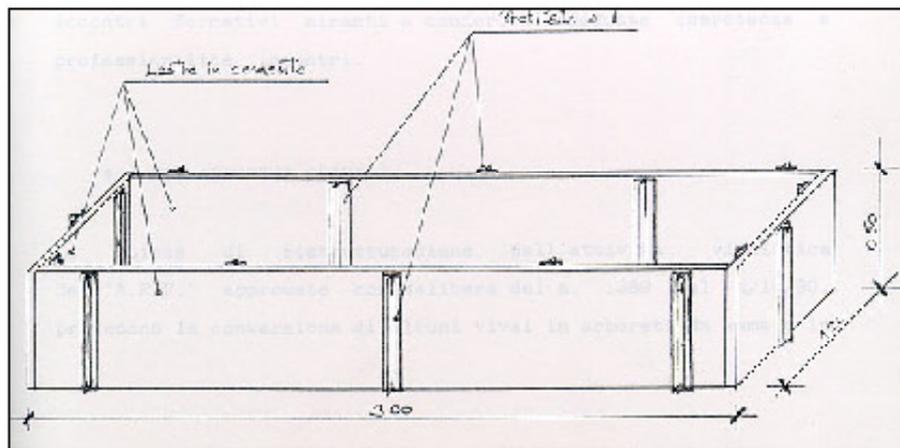
D'Ambrosi (1993) indica dos mezclas de sustratos usados en viveros de la región, y que corresponden a:

- a) Mezcla ETSAF (s.f.b): turba rubia, turba enriquecida, turba áurea, perlita, hojas de haya maceradas. Como sustrato inerte se usa una capa de 5 cm de helechos.
- b) Mezcla ARF Veneto: turba oscura (40%), limo (20%), arena fina (10%), arcilla expandida (10%). Como sustrato inerte se usa una capa de 10 cm de arcilla.



Fuente: Buresti (1986)

Figura 17. Cajón para producción de plantas de especies de raíz pivotante. Vista lateral



Fuente: Buresti (1986)

Figura 18. Estructura de cajón para producción de plantas de especies de raíz pivotante

La distancia de siembra de las nueces varía entre 10 x 10 y 15 x 15 cm. Todos los materiales son reutilizables.

Con este sistema se logra producir plantas de 50-100 cm de altura, robustas y con una buena relación parte aérea/radicular para obtener un establecimiento fácil y una rápida recuperación (Buresti, 1992a). Con esta técnica el aparato radicular producido es muy complejo, con una profundidad de 25-30 cm (equivalente a la profundidad del sustrato empleado), haciendo más simples las operaciones de trasplante.

Las plantas de nogal, cerezo, fresno, arce, aliso, encinos, ciavardello (*Sorbus torminalis*), manzano, peral y *Elaeagnus sp.* que se producen con esta técnica presentan las siguientes características (Faini, 1997):

- Aparato radicular bien desarrollado y formado, tanto para el pivote como para las raíces secundarias, siendo estas numerosas y bien distribuidas;
- Fuste recto, sano y robusto, generalmente bien lignificado, sin ramas laterales y con la yema apical normalmente vigorosa;
- Numerosos tubérculos fijadores de nitrógeno, en los casos que corresponde.

Además, su uso presenta las siguientes ventajas:

- Mejora notablemente la calidad de las plantas;
- Se tiene mayor elasticidad en los períodos y en los modos de siembra y de extracción de plantas;
- Permite emplear los sustratos más idóneos para las plantas que se quiere producir;
- Permite contener o disminuir el desarrollo del pivote de algunas especies;
- Reduce notablemente el tiempo de dedicación para efectuar las limpiezas manuales;
- Reduce los tiempos de producción y, por ende, los costos;
- Es de fácil construcción, por lo que se replica fácilmente.

Entre sus desventajas se citan las siguientes:

- Sus características estructurales no permiten mecanizar las operaciones (siembra, extracción de plantas);
- Es necesario intervenir en forma anual para mantener la estructura, así como reintegrar el sustrato.

**Producción de plantas de nogal en contenedor:** el ISSA desarrolló un contenedor apto para nogal, debido a que en las regiones calurosas y con bajas precipitaciones durante el período vegetativo, el uso de plantas en contenedor permite reducir la crisis de trasplante, a la vez que se evitan las deformaciones derivadas del uso de bolsas o macetas (Amorini y Fabbio, 1992). El pan de tierra constituye un microambiente que atenúa las condiciones externas en los primeros años y favorece la sobrevivencia. El contenedor desarrollado en el curso de una investigación en que se probaron varias alternativas, fue denominado y patentado como ISSA-POT, con una capacidad de 930 cc, con paredes rígidas y sección circular; en su interior se diseñaron líneas en relieve de 2 mm, que corren en sentido longitudinal; el fondo, convexo y cónico tiene un perfil en V abierto en un 9%. El contenedor pesa 7 gr, mide 170 mm de largo y 97 mm de diámetro en la boca. Este sistema actualmente es usado por los servicios forestales regionales de Cerdeña y Sicilia.

Las ventajas del uso de contenedores radican en un mejor estándar cualitativo de la producción; uso de sustratos controlados y variables según las exigencias locales; reducción de los tiempos de cultivo; mejor organización de la producción en el vivero; alargue de la estación útil para plantar. Además en las zonas mediterráneas se logra una reducción de la crisis de trasplante y un mayor porcentaje de sobrevivencia (Amorini y Fabbio, 1992). Entre sus desventajas está el reducido desarrollo de las plantas en vivero (Rossi Marcelli, 1995).

Plantas ideales para establecer plantaciones para madera tienen 40-50 cm de altura para nogal y 80-90 cm para cerezo, ambas robustas y con una buena relación parte aérea/radicular, con el fin de lograr un buen arraigamiento y una rápida recuperación vegetativa (Buresti, 1992b).

No obstante lo anterior, Ciccarese (1997b) estudió la producción de plantas de nogal a raíz desnuda con poda radical, que consiste en la poda en sentido horizontal del pivote a 10-15 cm de profundidad, seguido por varias manipulaciones de las raíces. Estas podas pueden tener efectos negativos sobre el desarrollo de las plantas, así como inducir fenómenos de clorosis, debido al estrés causado por el corte del pivote, que despierta una mayor demanda para la formación de un sistema radicular más superficial y ramificado. Por ello con este sistema se debe aplicar más cantidad de fertilizantes que lo habitual.

Con este sistema se obtienen plantas fácilmente extraíbles en forma manual, que se pueden conservar por un determinado período en barbecho; se logran plantas de menores dimensiones que las producidas con el método del cajón (Ciccarese, 1997b)<sup>9</sup>, pero con características morfológicas y fisiológicas adecuadas.

En el caso del nogal, la disposición de la nuez en la siembra es determinante de la calidad de planta a obtener, debiéndose colocar con el plano de la sutura ortogonal a la superficie del terreno, posición en la que la plántula no encuentra muchos obstáculos y, por ende, resultan con menos defectos (Ciccarese, 1995).

**Producción de plantas por siembra directa:** la siembra directa también ha dado resultados muy positivos en términos de desarrollo y es una técnica factible para realizar plantaciones de nogal y de otras especies usadas en arboricultura (Ciccarese, 1997a). De hecho, presenta la ventaja de ser económica y rápida, de garantizar un desarrollo natural y balanceado del aparato radicular, sin deformaciones y mejor dotada para efectuar las funciones de transporte y anclaje, asegurando uniformidad entre las plantas. Sin embargo, requiere un terreno bien preparado, bien drenado y con disponibilidad de agua en los estratos superficiales, semilla de buena calidad y protecciones adecuadas contra los depredadores.

En el campo del mejoramiento genético forestal, la propagación in vitro es usada para reducir las rotaciones, para la propagación de plantas seleccionadas (variedades resistentes a enfermedades o a estrés), para obtener un rejuvenecimiento total y para producir material apto para la aplicación de la ingeniería genética (De Rogatis y Rossi, 1994). Esta técnica ha sido usada con éxito en cerezo (*Prunus avium*).

En términos de gestión, resulta interesante saber que se ha creado un sistema telemático que en tiempo casi real puede dirigir al cliente al vivero asociado que en ese momento tiene disponibilidad de las plantas requeridas (Botonelli, 1994). Además se aconseja a los agricultores o forestadores preferir los viveros de mejor reputación y plantas producidas con material de procedencia local. En 1994 los precios por planta de un año de latifoliadas fluctuaban entre US\$ 0,9-1,2 (*op. cit.*).

El cerezo en estado natural vive en micropoblaciones, a menudo de origen agámico, ubicadas en los sitios más frescos, al interior de las cuales la variabilidad genética es limitada. En estos casos conviene seleccionar plantas lejanas para evitar individuos derivados de la misma madre (Ducci *et al.*, 1988; Ducci y Veracini, 1990).

Un estudio sobre arboricultura clonal (Ducci *et al.*, 1990) indica entre sus resultados que existe un notable efecto clonal sobre el control de ciertos parámetros dasométricos como altura y diámetro, de parámetros de interés

---

<sup>9</sup> La altura de una planta representa una medida de su capacidad fotosintética y de la superficie evapotranspirante, a la vez que es la expresión del potencial genético de una planta; además, las plantas más altas tienen mayores posibilidades de superar la competencia de las malezas. El diámetro es una característica de calidad aún más importante que la altura, y representa la medida general de resistencia de una planta y su capacidad de sobrevivir. En correlación con el peso del tallo y de la raíz, un mayor diámetro garantiza mayor protección de la deshidratación y daños de sequía y, en general, de los daños que una planta puede sufrir producto de la extracción y plantación, tales como daños mecánicos.

tecnológico, como ramosidad y ángulo de inserción de las ramas; que la interacción genotipo x ambiente en general es baja, sobretodo para los clones que presentan los mayores incrementos; y que generan poblaciones homogéneas respecto al testigo de semilla.

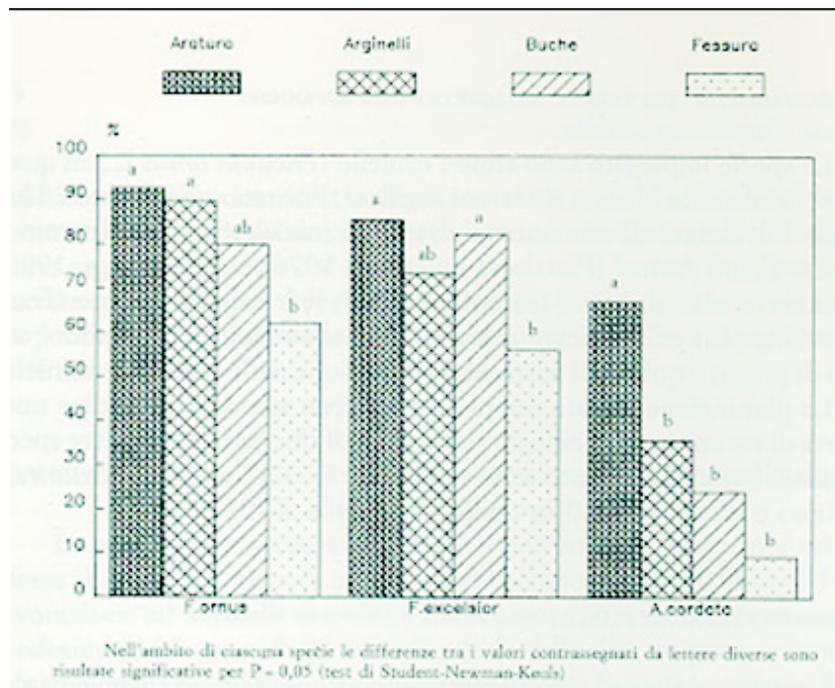
En el caso del cerezo existen en el comercio clones seleccionados para la producción de madera de calidad (Frattegiani, 1997).

Todo el desarrollo en esta área ha llevado a que los viveristas, tanto públicos como privados, estén adaptándose rápidamente, por lo que la calidad de las plantas que será próximamente puesta en el comercio será cada vez de mejor calidad (Ansaloni, s.f.).

### 2.4.3 Preparación del suelo

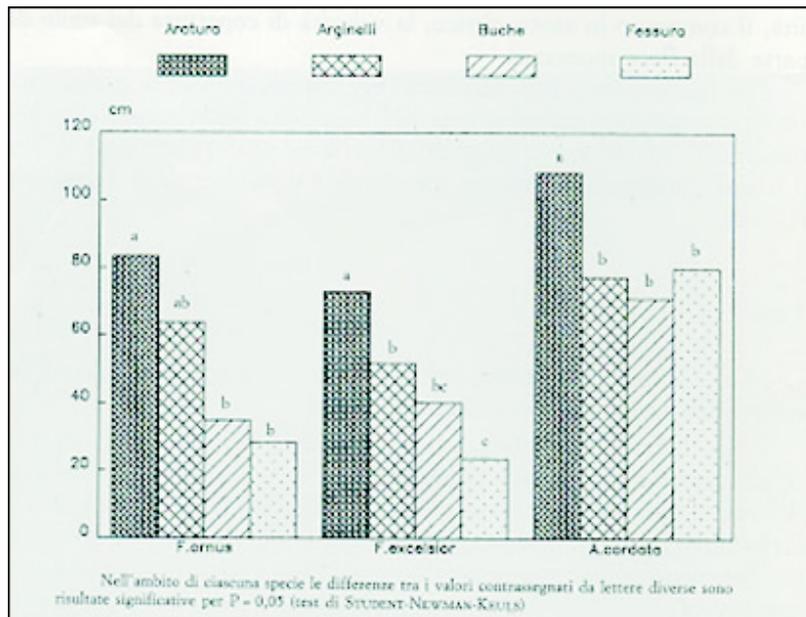
Experiencias realizadas en el Apenino Boloñés, entre 1981 y 1985, en nueve áreas con el objetivo de estudiar la eficacia de diferentes técnicas de preparación del suelo (Minotta, 1989), muestran que:

- La aradura completa mostró los mejores resultados de sobrevivencia y desarrollo de las plantas (Figuras 19 y 20);



Fuente: Minotta (1989)

Figura 19. Porcentaje de sobrevivencia de plantas establecidas en el valle del Reno en cinco áreas experimentales al final del segundo año



Fuente: Minotta (1989)

Figura 20. Altura de plantas establecidas en el valle del Reno en cinco áreas experimentales al final del cuarto año

- El surcado presenta resultados variables según la profundidad (a mayor profundidad mejores resultados), lo que podría deberse a las capacidades variables de retención hídrica;
- Las casillas implican un desarrollo inferior a las dos técnicas mencionadas, sobretudo si el terreno es arcilloso, debido al escaso desarrollo de las raíces y a la acumulación de agua en la estación lluviosa (conocido como efecto "macetero");
- Otros sistemas probados presentaron resultados negativos (subsulado, apertura de grietas);
- Los buenos resultados de la aradura se supone se deben a la modificación del terreno (porosidad, permeabilidad) y a un bloqueo en el crecimiento de maleza competidora en los primeros dos años. Todo ello permite un crecimiento regular de las raíces, disponibilidad de elementos nutritivos, menor competencia y por ende una fase de crisis de trasplante más corta.
- La cobertura casi total del terreno después de tres años permite una reducción del riesgo de erosión en las áreas con pendiente máxima de 25-30%.

Cuando existen estratos inferiores endurecidos se puede subsolar a profundidad variable y a veces con pasadas cruzadas (Accademia, 1992).

El terreno debe prepararse de modo de no presentar contrapendientes, pues en general se trata de especies muy sensibles a la acumulación de agua (Buresti, 1993a). Al final de la primavera se aconseja realizar un subsulado a 50-70 cm de forma de eliminar el pie de arado; posteriormente se efectúa una remoción superficial para eliminar malezas. De esta forma se obtiene un sustrato suave y poroso para un buen desarrollo de las plantas.

Además, todas las actividades que llevan a la compactación del suelo (pastoreo, tráfico de maquinaria para actividades periódicas, etc.) deberían ser minimizadas durante las primeras etapas de formación del sistema radicular (Pini *et al.*, 1999).

En situaciones de pendiente se pueden hacer terrazas con una pequeña contrapendiente, para favorecer la absorción de las aguas lluvia (Accademia, 1992).

#### 2.4.4 Plantación

La plantación debe ser realizada por personal especializado (Buresti, 1993a). Previo a la plantación es oportuno localizar y marcar la ubicación de cada planta según el modelo seleccionado, especialmente cuando se trata de plantaciones mixtas. Útil para ello resultan cañas o palitos de diferentes colores que pueden dejarse en el lugar después de la plantación, o reutilizarse (CBRP, 1995).

Otras consideraciones corresponden a: descartar las plantas enfermas o malformadas, efectuar poda de raíces, realizar una inmersión de las raíces en solución para protegerlas de la deshidratación; correcta colocación de las plantas, extendiendo sus raíces, y apretando el terreno una vez que se verifica que el cuello de la planta queda a nivel de la superficie. También se recomienda evitar plantar cuando las temperaturas bajan de 0°, cuando el terreno está congelado y en presencia de viento (*op. cit.*).

En particular se recomienda no enterrar el cuello de la planta (Buresti, 1993a).

##### **Disposición de la plantación**

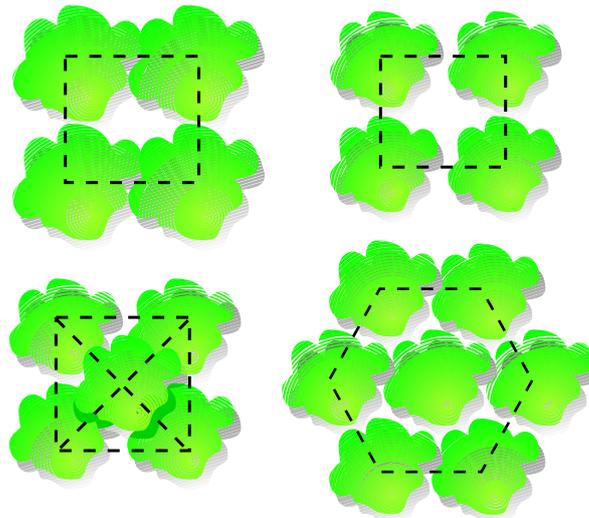
No existen soluciones predefinidas sobre el tema, pero hay que considerar que tanto la densidad como la disposición de plantación derivan de una serie de datos y evaluaciones particulares de cada caso (Buresti y Mori, 1995).

La disposición de plantación es una referencia geométrica modular que una vez llevada al terreno permite distribuir las plantas y establecer relaciones precisas entre los diferentes componentes.

Una plantación puede realizarse en esquema cuadrado, en rectángulo, a tres bolillos (cuya base es un triángulo isósceles, y en la práctica se obtiene poniendo una planta al centro de un cuadrado), y en rombo con siete plantas (Figura 21).

La disposición cuadrada facilita la distribución de las plantas, la plantación misma y simplifica la remoción mecánica del suelo. Las plantas gozan de la misma iluminación, pero quedan significativas proporciones de la superficie inutilizada.

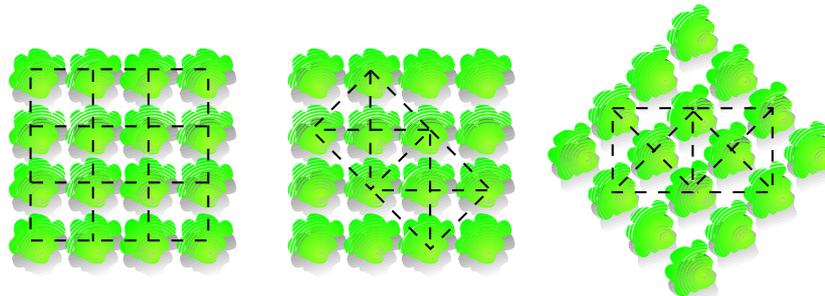
La disposición rectangular tiene las mismas características pero se diferencia en que, al disminuir el distanciamiento de plantas sobre la hilera, se reduce la cantidad de plástico para el mulch así como de material para las instalaciones de riego. El porcentaje de terreno cubierto por las copas es el menor de todos los casos, la iluminación no es uniforme lo que puede favorecer copas asimétricas, que podrían causar irregularidades o curvaturas del tronco.



Fuente: Buresti y Mori (1995)

*Figura 21. Cuando las copas de los árboles se juntan, es posible ver como las diferentes disposiciones de plantación conducen a una diferente utilización del espacio disponible*

La disposición a tres bolillos en general tiene las mismas características que el cuadrado, porque en realidad se trata de la misma figura geométrica que ha sufrido una rotación de 45°, aunque es más compleja (Figura 22).



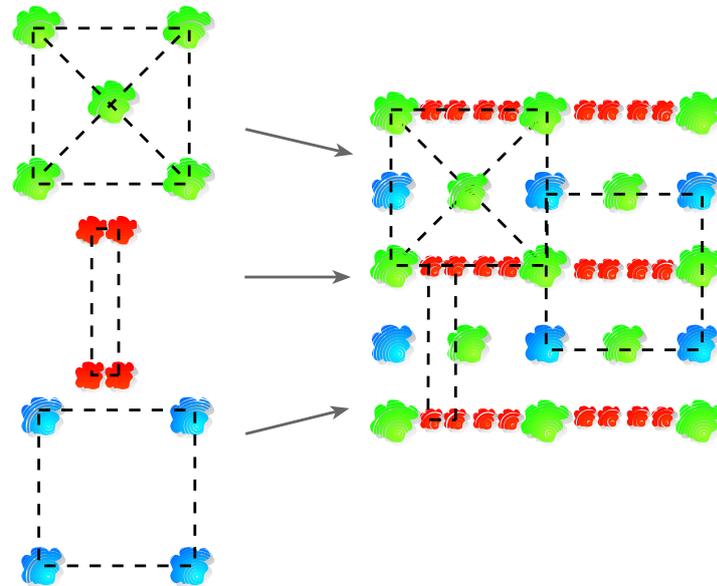
Fuente: Buresti y Mori (1995)

*Figura 22. En este ejemplo las plantas se disponen de la misma manera, y es posible apreciar que la disposición puede ser considerada cuadrada o a tres bolillos en función de la colocación de los ejes de referencia*

El rombo con siete plantas tiene la ventaja de establecer una distancia constante entre las plantas y de maximizar la superficie cubierta por las copas. En una misma superficie y distancia entre las plantas cabe un 15,5% más de plantas respecto a la disposición cuadrada. Denci *et al.*, (1982) la definen como la más recomendable, aunque poco práctica.

Queda de manifiesto que la disposición que usa de mejor forma el espacio disponible es la última mencionada, mientras que aquellas que consideran disposiciones cuadrada o rectangular presentan una baja utilización del terreno, además de una interacción entre los individuos poco conducente a la obtención de madera de calidad.

En la arboricultura existe la posibilidad de adoptar varias disposiciones contemporáneamente, obteniéndose una disposición compuesta (Figura 23), que normalmente se adopta en el caso de las plantaciones mixtas, aun cuando es más compleja de establecer en terreno y presenta costos mayores, pero se puede adaptar de mejor forma a las exigencias de la empresa/propietario.



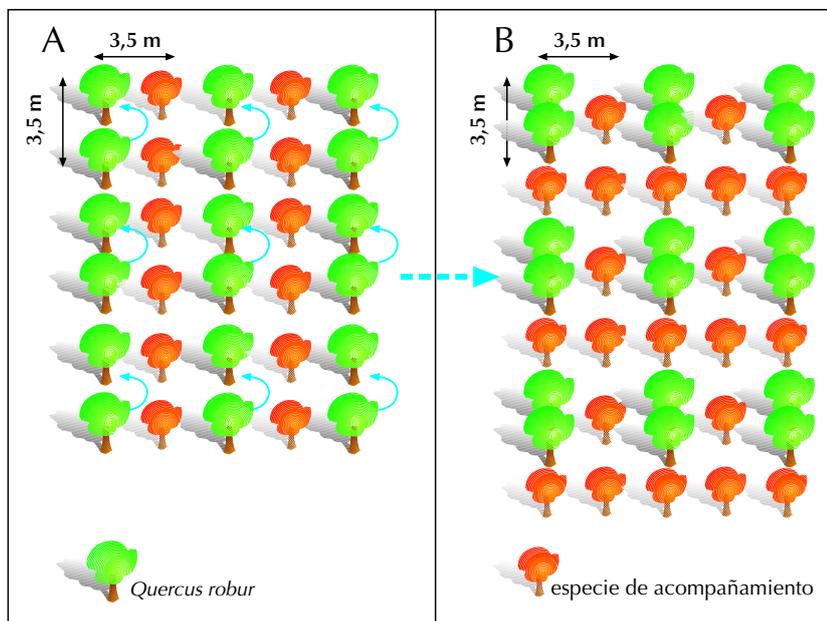
Fuente: Buresti y Mori (1995)

Figura 23. Ejemplo de disposición compuesta que incluye cuadrado, rectángulo y rombo con cinco plantas

Los árboles son beneficiados por una protección lateral y crecen mejor en ambiente “forestal” que aislados, a condición de que esta protección no cree una fuerte competencia y sobretodo una cubierta invasora. La compañía mejora la forma de los nogales y facilita la formación de un buen tronco (Buresti y Mori, 1995). Si se realizan plantaciones densas deberá efectuarse una serie de raleos cuando las copas empiecen a toparse. Por ello, en la fase de diseño, es importante evaluar la capacidad y disposición del propietario de efectuar raleos repentinos, y si hubiese dudas al respecto se aconseja adoptar distancias de plantación mayores, aunque requieran de un mayor número de limpieas u otros cuidados, pero que reducen o eliminan la necesidad de ralear.

En casos de especies que no son fáciles de seleccionar a nivel de vivero, como por ejemplo *Quercus robur*, se ha probado un sistema de plantación de dos plantas de la misma especie, muy juntas (30-50 cm), con el objetivo de poder elegir las plantas más aptas al sitio luego de haber probado directamente en él la rapidez de desarrollo y el hábito que presentan (Buresti y Mori, 1999). El esquema considera colocar de a dos, el mismo

número de plantas de la especie principal a una distancia inicial de 3,5 m, en la posición que habrían tenido con un distanciamiento de 7 x 7 m. Así se liberan 204 hoyos/ha, en los que se colocan las plantas de la(s) especie(s) secundaria(s). Las 204 plantas adicionales son el único costo extra respecto a la plantación mixta con disposición cuadrada a 3,5 x 3,5 m; así se obtiene una plantación compuesta de 1.020 plantas/ha, de las cuales el 40% de *Quercus* y el 60% de la especie secundaria (Figura 24).

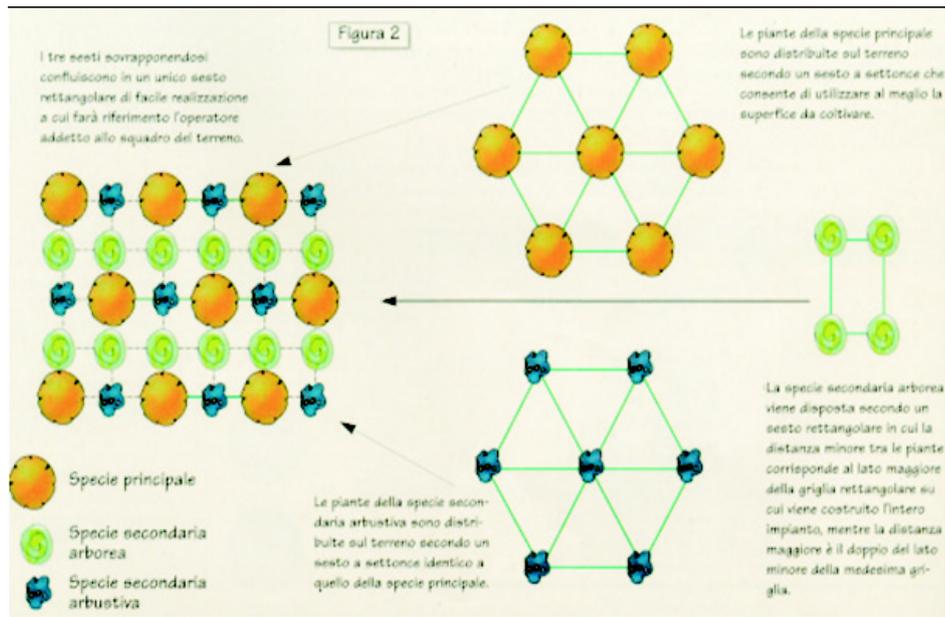


Fuente: Buresti y Mori (1999)

Figura 24. Módulo de plantación a doble planta a partir de una plantación mixta en hileras

Una vez efectuada la plantación se realizan los mismos cuidados culturales de siempre; con el tiempo las parejas de plantas crecerán y se diferenciarán en función de su capacidad de adaptación al sitio y de la competencia intraespecífica. Después de 4-6 años, y según el sitio, el arboricultor puede seleccionar dentro de cada pareja el individuo que se ha adaptado mejor. Lo anterior se traduce en un raleo que tiene las ventajas de ser fácil, sin el riesgo de crear áreas con densidad no uniforme ni individuos desequilibrados, y poco costoso, ya que la selección del individuo a cortar es fácil y rápida (Buresti y Mori, 1999).

Buresti y Mori (1998) proponen un esquema para propietarios que desean maximizar la producción de madera de valor a través de reducidos aportes energéticos. Las plantas de la especie principal se ubican a distancia definitiva según disposición de rombo-7, lo que permite un uso óptimo del área; con ello se logra el primer objetivo del propietario, la maximización de producción de madera. Para lograr su segundo requerimiento, un bajo aporte energético, se busca crear un ambiente favorable al desarrollo de la especie principal a través de la introducción de dos especies secundarias, una arbórea y una arbustiva. La primera se elige para favorecer el crecimiento longitudinal y una arquitectura que requiera podas simples; la segunda para atenuar los eventuales efectos negativos del raleo de la arbórea secundaria, y para influir sobre el microclima de la plantación, de modo de favorecer un crecimiento constante en el tiempo (Figura 25).



Fuente: Buresti y Mori (1998)

Figura 25. Dos disposiciones diferentes se intersectan formando una disposición rectangular de fácil realización

Para obtener los resultados deseados se seleccionó una disposición para la especie acompañante arbustiva igual al de la especie principal; en cambio la secundaria arbórea se dispone de forma rectangular, lo que permite colocarla en hileras alternadas respecto a las hileras en que se ubica la especie principal y la secundaria arbustiva.

Este complejo módulo puede ser resumido como la combinación de una especie principal, una secundaria arbórea y una secundaria arbustiva empleando dos disposiciones, que se intersectan de modo de permitir una distribución equilibrada de las plantas. Aunque este módulo parece complejo, su aplicación en terreno es simple.

Si las especies seleccionadas son las correctas, en la primera fase el crecimiento de la especie principal será modificado por la especie de acompañamiento arbórea. Una vez que haya desempeñado su función, y antes de entrar en competencia, ésta deberá ser raleada, con un pequeño ingreso intermedio. Enseguida el rol de la arbustiva será mayor, reduciendo el impacto del raleo y protegiendo los fustes de la aparición de brotes epicórmicos.

Este módulo puede ser modificado según las características del sitio y las exigencias del propietario; también como especie principal se pueden usar varias especies a la vez, incrementando la flexibilidad de la plantación ante problemas biológicos o fluctuaciones de los mercados; lo mismo puede aplicarse a las especies secundarias.

Sulli (1997) concluye que para efectuar una correcta disposición de las plantas en terreno y tener una plantación ordenada y geométrica, el uso de instrumentos específicos puede ser de utilidad, sobretodo en terrenos con pendientes mayores a un 10%.

**Densidad de la plantación.** Esta varía según la especie. En el caso del cerezo, se citan densidades desde 6 x 5 m hasta 10 x 10 m para plantaciones de fruto, mientras que para producir madera, en Italia se habla de 3 x 3 m, al igual que en Francia, aunque en caso de contar con material de buena calidad es normal seleccionar una densidad final; en Bélgica desde 1,5 x 1,5 a 2 x 3 m. En el caso de plantaciones en hilera se recomienda separar más las plantas sobre la fila, a unos 5-7 m, para evitar que se doblen hacia fuera de la hilera (Mercurio y Tocci, 1983).

Mercurio (1993) clasifica las plantaciones en función de la densidad en:

- a) Módulos a densidad variable: plantaciones establecidas con una densidad mayor con el objetivo de contener el desarrollo lateral de ramas, favorecer el crecimiento en altura y obtener productos intermedios;
- b) Módulos a densidad definitiva: la densidad permanece constante durante toda la rotación, cuyas ventajas son la simplicidad en el manejo y los costos inferiores respecto de a).

## 2.5 CUIDADOS CULTURALES

Para obtener madera de elevadas características tecnológicas, capaz de alcanzar mercados exigentes, es necesario efectuar cuidados culturales diferentes a los aplicados en el cultivo masivo, como en el caso del álamo. La inversión realizada condicionará por al menos 40-60 años una parte del terreno, por lo que para tener buenos resultados se debe asegurar una continuidad en la gestión de la plantación.

Los cuidados culturales se deben ejecutar en forma anual por alrededor de 10-15 años, pero con modalidades e intensidades diferentes según el tipo de plantación de que se trate.

### 2.5.1 Podas

Las podas se justifican en las plantaciones de alto valor porque permiten (Mezzalira, 1989):

- Aumentar el valor de la madera obtenida;
- Aumentar la producción de madera utilizable, debido a que favorecen la rectitud del fuste, aumentan el largo utilizable de las trozas y su cilindridad;
- Mejorar la solidez de los árboles, ya que se disminuyen las bifurcaciones presentes en las partes bajas de los fustes, que constituyen peligrosos puntos de debilidad;
- Disminuir la densidad de la plantación; y
- Disminuir la duración de la rotación, ya que plantando a menores densidades se aumenta en forma considerable el rendimiento de la plantación.

En Italia, en el sector forestal, no existe una gran tradición sobre esta práctica cultural (Falcioni y Brunori, 1997). Específicamente en el caso de las latifoliadas nobles, como nogal, cerezo, fresno y otras, se ha observado a los operadores y técnicos con falta de preparación y a menudo mal informados.

El objetivo de las podas es obtener madera de calidad, sin nudos, o trozas en que éstos se concentran al interior de un cilindro central de 10-12 cm. Las condiciones actuales de mercado requieren trozas de 220-250 cm de largo, el que al aumentar incrementa su valor en forma más que proporcional (Falcioni *et al.*, 1996), por lo que obtener trozas de 300-400 cm de largo es un resultado más que deseable. El diámetro debe ser de 30-35 cm, aunque también en este caso, aumentándolo, el valor de la troza aumenta más que proporcionalmente. Para obtener trozas de estas características la poda es un instrumento indispensable desde los primeros años de vida de la plantación, y es una práctica esencial para producir madera de buena calidad tecnológica.

Para la poda de formación el Consorzio di Bonifica Reno Palata (1995) recomienda comenzarla al segundo año, después de superada la crisis de trasplante. Se debe limitar a eliminar bifurcaciones, sustitución de ápices dañados, eliminación de ramas gruesas y vigorosas. En cada intervención no se debe eliminar más del 30-40% de las yemas del árbol, ya que podas muy severas pueden determinar la formación de fustes muy delgados que se pueden doblar o quebrar. Se aconseja realizarla sólo en aquellas plantas que se prevé serán seleccionadas para llegar a la cosecha.

De esta manera se pueden lograr fustes de 3 m de largo de nogal y de 6-7 m para cerezo (Minotta, 1994b).

Entre los criterios a tener presente para hacer la poda se encuentran los siguientes (Buresti, 1992b; Buresti, 1993a):

- La poda debe ser moderada y no reducir drásticamente la superficie fotosintéticamente activa;
- La poda debe ser progresiva;
- Las herramientas de corte deben estar bien afiladas para obtener un corte neto y para evitar heridas o desgarros de las heridas, y debe respetarse el anillo cicatricial localizado en la base de las ramas.

Falcioni *et al.* (1996) mencionan como criterios los siguientes:

- La altura de inserción de la copa no debe superar un tercio de la altura total de la planta;
  - No se debe eliminar más del 25-30% de la superficie foliar anualmente;
- Las ramas deben ser eliminadas de manera de mantener una copa homogénea y equilibrada a lo largo del eje vertical.

Existen tres tipos de poda de formación de importancia: poda a modo de plumero, poda progresiva y poda iterativa.

Poda a modo de plumero: conocida como poda a modo de plumero, desyeme total o poda de varillas, es una técnica muy difundida en Italia. Corresponde a la típica poda utilizada para obtener una planta con objetivo múltiple (fruta y madera).

Consiste en la eliminación primaveral de las yemas que se han formado a lo largo del fuste, dejando exclusivamente aquella que desarrolla la yema apical y que tenderá a alargarse mayormente. Se aplica a partir del primer año de plantación; esta operación se realiza dos o tres veces sucesivas, a partir de la reanudación del período vegetativo, eliminando con la mano tanto las yemas engrosadas como las pequeñas (máximo de 2 - 3 cm de largo).

Una vez que el fuste alcanza la altura del largo de troza deseado, la planta se deja libre para formar su copa. Como consecuencia de tal intervención se producen fustes libres de nudo, cilíndricos pero más débiles y sensibles al viento, sobretodo en el momento en que la copa comienza a adquirir dimensiones de cierta importancia. Esto hace que sea indispensable la utilización de tutores para apoyar el fuste que aún no es capaz de sostener la parte aérea, y evitar su curvatura.

Este tipo de poda es una intervención drástica, que expone a la planta a una condición de estrés, sobretodo en el primer año de desarrollo, y puede ser aplicada solamente cuando se cultiva una especie en su sitio óptimo y presenta un crecimiento vigoroso (Falcioni *et al.*, 1996).

Poda progresiva: intervención ampliamente difundida en Francia y algunas zonas de Italia; consiste en una intervención gradual y moderada del individuo, a partir del primer año después de la plantación, tratando de no producir una disminución drástica de la copa, para obtener un fuste del largo deseado y libre de ramas.

Este tipo de poda no causa un estrés elevado a la planta y da buenos resultados aún en sitios poco favorables. Consiste en dos tipos de operaciones:

- poda de formación invernal
- poda de formación estival.

El objetivo de este tipo de poda de formación es la obtención de una planta con un eje central único, ramas con disposición horizontal y distribuidas lo más uniformemente posible.

Para ello se debe eliminar las ramas excesivamente vigorosas o de diámetros elevados (hasta 3-4 cm). Las ramas que se eliminen deben ser cortadas a ras del tronco, pero sin dañar el anillo situado en el nivel de inserción de la rama, denominado *anillo cicatricial*, que corresponde a un tejido pre-cicatrizado, que impide la entrada de patógenos y la decoloración de la madera. Es importante destacar que la rápida cicatrización es influenciada por el vigor del individuo.

La poda de formación debe conducir a una planta con un solo eje central, con ramas lo más horizontales posible, y distribuidas de manera uniforme. A medida que se avanza con la poda de formación, cuando la planta ha alcanzado los 3-4 m de altura y estabilidad biológica, se inicia la poda de levante (Falcioni *et al.*, 1996). El objetivo es de alzar la altura de inserción de la copa en forma progresiva y gradual, liberando al tronco de las ramas antes que éste alcance un diámetro máximo de 10-12 cm, de modo de concentrar los nudos en la parte central del mismo.

Además de elevar la inserción de la copa eliminando las ramas más bajas, se deben cortar las ramas muy vigorosas y verticales, en cualquier punto donde se encuentren, antes de que alcancen diámetros a la base de 3-4 cm.

La poda estival se realiza en junio (hemisferio norte) o diciembre (hemisferio sur), con el fin de eliminar los brotes insertos en la base del fuste y los brotes que compiten con la flecha central y que se han desarrollado durante los primeros meses de la estación vegetativa, generalmente de gran vigor, y para reducir el vigor de ramas demasiado competitivas con el ápice.

Poda iterativa: esta técnica ha sido desarrollada recientemente y se ha demostrado muy interesante para nogal común (Buresti *et al.*, 2001) y otras especies de interés, y nació de la observación de que el nogal puede asumir

una estructura arquitectónica diferente según las condiciones de crecimiento. Generalmente el nogal tiende a replicar o iterar su estructura durante ciclos vegetativos sucesivos, y tal iteración puede ser parcialmente condicionada según la presencia o ausencia de las ramas que cubren el crecimiento apical del último año. Concretamente, la planta se puede comportar de manera diferente si en el invierno precedente se dejan o se sacan las ramas gruesas ubicadas en la flecha.

Cuando se dejan esas ramas la planta tiende a producir una flecha apical y pocas ramas sobre la sección del año anterior, de las cuales sólo una o dos cubren una buena parte de su superficie; esas ramas, especialmente las que se insertan cerca del ápice del crecimiento del año anterior, pueden alcanzar un diámetro de más de la mitad del diámetro del fuste en el mismo punto, lo que provoca un estrechamiento de la parte superior, conocido como “cuello de botella” (*op. cit.*). Al conjunto de ramas que rodean al ápice se le denomina “corona”.

En cambio, cuando esas ramas son eliminadas, el crecimiento del año se desarrolla libre de la “cobertura” de otras ramas, adoptando el aspecto de una poda a modo de plumero. En el crecimiento del año anterior en cambio se desarrollan ramas pequeñas que pueden crecer libremente al no estar “cubiertas” por otras ramas.

La poda iterativa tiende a replicar esta última situación: una flecha del año larga y sin cobertura, seguida por el crecimiento del año anterior con muchas ramas pequeñas.

Podría decirse que esta poda se ubica entre la poda a modo de plumero y la progresiva ya que, por una parte, se trata de obtener lo más rápidamente posible el largo deseado del fuste reduciendo al mínimo el cilindro central nudoso y; por otra, se trata de condicionar la planta a desarrollar un elevado número de ramas pequeñas para incrementar la superficie fotosintetizante y consolidar el fuste. De esta forma la planta es condicionada a desarrollarse según una estructura determinada, como en la poda a modo de plumero, pero se reducen los riesgos de estrés y de inestabilidad mecánica. Con plantas vigorosas y adaptadas al sitio se puede obtener fustes largos como en la poda progresiva, pero en menos tiempo y con un cilindro central de dimensiones inferiores y cicatrices más pequeñas respecto a las que se presentan en la poda progresiva.

En comparación con la poda a modo de plumero, permite tener una mayor superficie fotosintéticamente activa, y se puede controlar las ramas con mayor facilidad que la poda progresiva.

La ejecución de la poda iterativa considera las siguientes actividades:

1. Primer año, preparación de la planta: para establecer esta estructura se requieren plantas con buen crecimiento y no “cubiertas” de ramas, por lo que la primera intervención variará según las condiciones iniciales de la planta. Si el tallo es recto, en invierno se eliminan todas las ramas; si la planta es defectuosa y no parece recuperable, se corta en la base para obtener el año siguiente un rebrote vigoroso.
2. Verano del primer año: se pueden encontrar diferentes situaciones. Si anteriormente se eliminaron todas las ramas laterales, la planta presentará un buen crecimiento del año y numerosas ramas chicas (de diámetro y de largo). Lo que se debe hacer para obtener la misma estructura es eliminar las ramas que cubren o que van a cubrir la flecha del año, así como las ramas muy verticales. Si se cortó la planta entera abajo, es en este momento que se selecciona el rebrote más vigoroso.
3. Verano del segundo año: en este periodo la planta ya ha formado la estructura arquitectónica base a iterar. En el verano la planta presentará el crecimiento del año sin ramas, el de dos años con muchas ramas pequeñas y el de tres años con muchas ramas de dos años que empiezan a engrosarse. En esta fase

se procederá a liberar de nuevo de las ramas que cubren el crecimiento del año, para que al año siguiente esa porción se cubra de muchas ramas pequeñas. También debe decidirse si eliminar todas las ramas de dos años, o si parecen poco vigorosas, dejarlas hasta el año siguiente.

4. Verano del tercer año y sucesivos: desde el tercer año la estructura de la planta se presenta igual, independientemente del punto de partida. Las intervenciones a efectuar consideran siempre la eliminación de las ramas ubicadas en la flecha del año y las muy verticales, y si es necesario, todas las ramas en la parte del tronco que tiene tres años; este grupo de ramas permite al arboricultor influenciar el desarrollo de las ramas superiores y del ápice, así como la estabilidad y la solidez del tronco.

Con esta poda generalmente no se necesitan tutores, sino que a veces cañas para enderezar o guiar la flecha del año. Además es relativamente fácil de ejecutarse, incluso en individuos vigorosos, por lo que puede aprenderse en poco tiempo.

Las *podas de producción o de levante*, que sirven para obtener madera con buenas características tecnológicas, deben alcanzar una altura máxima de un tercio de la altura de la planta (Buresti, 1993a).

Observaciones realizadas sobre los brotes epicórmicos que aparecen a lo largo del fuste han evidenciado que su aparición está controlada por muchos factores (genéticos, vigor de los árboles, localización de los mismos y condiciones de exposición de los individuos) los que a menudo actúan de forma sinérgica (Buresti *et al.*, 1998).

Pareciera que las aperturas de dosel provocadas por los raleos no es un factor que favorece en modo determinante la aparición de rebrotes, al menos en los casos de árboles con copas amplias y bien conformadas y equilibradas. En estos casos la emisión de brotes pareciera ser inducida por las drásticas podas que se realizan inmediatamente después de los raleos, lo que lleva a dudar de la conveniencia de ejecutar ambas labores en forma seguida (Buresti *et al.*, 1998).

### 2.5.2 Raleos

La función de los raleos es reducir la competencia entre los árboles, estimular el crecimiento en diámetro y el volumen de los individuos a obtener, lo que determina un mejoramiento productivo al final de la rotación; así como también aumentar la estabilidad física y biológica del sistema, obtener un producto maderero deseado, regular la composición del rodal y crear condiciones favorables para el establecimiento de la regeneración, si esto es deseado (Piusi, 1994, citado por De Meo *et al.*, 1999). Obviamente, cada intervención tendrá como objetivo una o más de las funciones mencionadas.

El raleo de una plantación de arboricultura en cambio tiene por objetivo principal el impedir que se establezca competencia entre los individuos (De Meo *et al.*, 1999). Considerando el objetivo económico de estas plantaciones, las otras funciones de los raleos tienen un rol secundario. Además, mientras que en un bosque se hace referencia a la dinámica evolutiva de toda la población, en arboricultura se considera la dinámica de cada planta en particular.

Es de vital importancia que las plantas tengan un crecimiento anual constante en el tiempo ya que sólo de este modo se obtendrá al final de la rotación una madera homogénea con las características tecnológicas que la

hacen más apetecida por la industria de transformación (Buresti *et al.*, 1998). Por ello es necesario intervenir con raleos en forma repentina, antes que los individuos inicien un proceso de competencia que lleva a una reducción del crecimiento anual, lo que puede llevar a una depreciación de la madera, e incluso al fracaso de la plantación completa.

Debido a ello los raleos deben ser ejecutados de manera que los individuos remanentes tengan espacio suficiente para mantener un ritmo de crecimiento elevado en el tiempo. Asimismo, esto debe ser compatibilizado con los costos y sus beneficios.

El crecimiento diamétrico de un árbol puede clasificarse en cuatro fases:

- a) Establecimiento: incrementos diamétricos crecientes progresivamente;
- b) Fase de crecimiento intenso: incrementos crecientes en volumen y constantes en diámetro;
- c) Primera fase de crecimiento reducido: se inicia la reducción de los incrementos diamétricos;
- d) Segunda fase de crecimiento reducido: los incrementos se reducen fuertemente debido al envejecimiento fisiológico.

En las plantaciones de arboricultura la primera fase se reduce a muy pocos años debido a los aportes energéticos otorgados (riego, fertilización, etc.). En la segunda fase se concentra todo el ciclo productivo de la plantación, el que debe ser cortado cuando empieza la tercera fase.

Durante la fase de crecimiento intenso es importante que no se modifiquen las condiciones de desarrollo, ya que ello determinaría variaciones en los ritmos de los incrementos, con la consiguiente depreciación de la madera (*op. cit.*).

Si los raleos se ejecutan tarde, es decir cuando ya se ha instaurado competencia entre los individuos, se habrán reducido los anillos de crecimiento, lo que significa obtener un menor precio por la madera, como mencionado anteriormente.

Además del distanciamiento de plantación, hay otros elementos que influyen en el momento en que hay que realizar el primer raleo, como los cuidados culturales, en particular el tipo de poda aplicado (esto porque diferentes técnicas tienen diferentes efectos en la arquitectura de las plantas y, por lo tanto, sobre el momento en que empezará la competencia entre ellas). También la distribución y el número de especies presentes en la plantación influyen en esta decisión.

Los sistemas de raleos se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- a) Raleos geométricos (sistemáticos por diagonales)
- b) Raleos selectivos
- c) Raleos mixtos (geométrico-selectivos).

En una plantación de arboricultura bien realizada y gestionada, los individuos son prácticamente homogéneos, situación en la que se debería realizar un raleo geométrico, el que tiene la ventaja de espaciar las plantas en forma regular, permitiendo a cada una desarrollar una copa equilibrada; copas asimétricas pueden causar

tensiones internas en la madera y determinar irregularidades en la sección del tronco. También se trata de una operación más barata, ya que no requiere personal especializado, y se efectúa en menor tiempo. Una forma de evitar que la competencia empiece, es medir el incremento diamétrico en forma anual, el que al disminuir debería dar la voz de alarma (De Meo *et al.*, 1996; Buresti *et al.*, 1998).

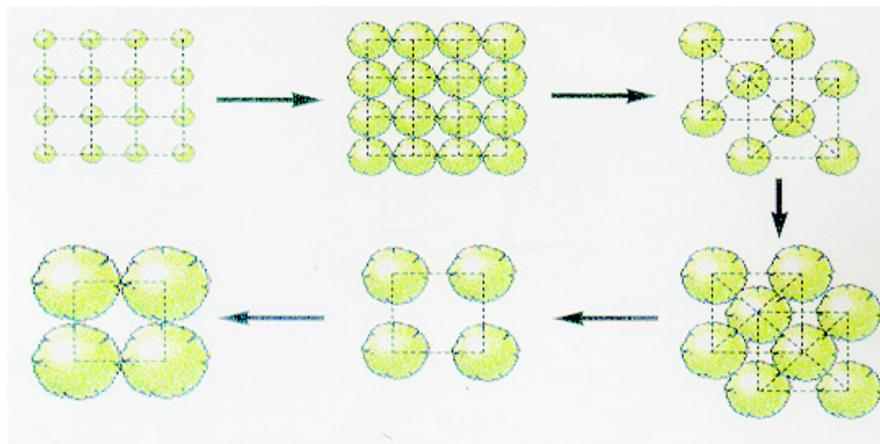
Sin embargo, frecuentemente se encuentran situaciones más o menos heterogéneas, debido a que:

- Se ha iniciado la competencia;
- Los cuidados culturales aplicados no han sido correctos;
- Una perturbación externa ha dañado parte de las plantas;
- Las plantas empleadas no eran de calidad ni homogéneas.

En estos casos la eliminación geométrica puede llevar a perder plantas de calidad, por lo que es recomendable efectuar un raleo selectivo a pesar de los mayores requerimientos técnico-económicos que conlleva. Para ello no es posible dar indicaciones siempre válidas, sino que se deberá evaluar cada situación en particular, recordando que las decisiones no tienen sólo efectos inmediatos sino que condicionan en forma importante el futuro.

El Consorzio di Bonifica Reno Palata aconseja realizar raleos de tipo selectivo, favoreciendo los individuos más vigorosos y de mejor forma, hasta llegar a la densidad final. Se realizan cuando las copas empiezan a tocarse, ya que a partir de este momento la intensidad de los fenómenos de competencia intra e inter específica parece influir significativamente sobre los ritmos de desarrollo de las plantas (CBRP, 1995).

Actualmente el tema de los raleos es objeto de investigaciones especializadas en algunos países de Europa<sup>10</sup>. En particular en la Figura 26 se muestra un ejemplo de un esquema de raleos en una plantación de arboricultura para producir madera de alto valor; en ella se puede observar que a continuación de un raleo geométrico se pasa de una disposición cuadrada a



Fuente: Buresti y Mori (1995)

Figura 26. Ejemplo de esquemas de raleos en una plantación de arboricultura para producir madera de alto valor

<sup>10</sup> Buresti E. 2000. Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Com. Personal.

una a tres bolillos, para volver, después del último raleo, otra vez a una disposición cuadrada.

Lo anterior muestra que con una buena planificación pre-plantación puede programarse y someter la plantación a diferentes interacciones en diferentes etapas de su desarrollo, lo que es un indicador de la versatilidad de estas técnicas, así como del grado mayor de trabajo previo a la ejecución, en comparación con los modelos empleados en las plantaciones industriales tradicionales

La densidad se expresa a través del factor de competencia de las copas o CCF (Crown Competition Factor) que define la relación porcentual entre la amplitud máxima teórica de las copas y la superficie del terreno ocupada por las plantas; el CCF es independiente de la edad y de la fertilidad del sitio (Frattegiani y Mercurio, 1991). Este indicador es usado, entre otros países, en los EE.UU. para decidir las modalidades de ejecución de los raleos de plantaciones de nogal negro. De un estudio de 110 nogales comunes se obtuvo que la ecuación para la especie en Italia sería la siguiente:

$$Dch^{11} = 2,10802 + 0,217116 \times D_{1,3}$$

que posee un  $r = 0,96$ ;  $r^2 = 92,5\%$  y una  $DS=0,922$

Las plantaciones de arboricultura deben presentar condiciones de ausencia de competencia y de máxima disponibilidad de recursos para los árboles, condiciones que deben mantenerse durante todo el ciclo; por ello omitir o retardar una intervención causando una irregularidad en el ritmo de crecimiento crea una menor calidad de la madera y, en consecuencia, pone en riesgo la rentabilidad de la plantación (Fabiano *et al.*, 1999).

En Italia las mayores dificultades para realizar raleos son de tipo económico cuando representan un costo no compensado por los productos obtenidos.

### 2.5.3 Limpias

En terrenos que fueron empleados en la agricultura las malezas son muy vigorosas y pueden ejercer una competencia considerable (CBRP, 1995) tanto a nivel radicular, con efectos negativos sobre las posibilidades de absorción de agua y minerales, como de la parte aérea, por sombreadamiento, y pueden constituir un centro potencial de proliferación y difusión de parásitos (Accademia, 1992).

Las limpieas son esenciales en las fases iniciales del cultivo para permitir el desarrollo satisfactorio de las especies, en particular de nogal y cerezo (Minotta, 1994b); generalmente son realizadas mediante remociones superficiales del suelo durante los primeros 3-4 años (Buresti, 1993a), pero también puede efectuarse con el uso de mulching plástico o de residuos vegetales (Corona *et al.*, 1992), así como mediante la aplicación de productos químicos, o una combinación de estos mecanismos (Accademia, 1992).

---

<sup>11</sup> Dch: densidad y  $D_{1,3}$ : Diámetro a la altura del pecho.

Frattegiani (1997) aconseja usar mulch solo en aquellos terrenos bien drenados para evitar riesgos de asfixia radicular.

#### 2.5.4 Protecciones

Uno de los problemas más serios que se enfrenta al plantar es la presencia de fauna silvestre, que daña las plantas a través de mordidas y restriegues. Por ello es necesario aplicar técnicas de defensa que minimizan los daños, sobretodo en la actualidad en que existe una tendencia marcada por establecer plantaciones a baja densidad, las que inducen un aumento de las poblaciones de fauna silvestre dañina y la desaparición de sus depredadores.

Se usan sistemas de protección total como los cercos, y también individuales, como la aplicación de productos repelentes o instalación de mallas o tubos alrededor del fuste.

Entre las protecciones individuales se encuentran los shelters, tubos de polipropileno que se instalan alrededor de las plantas; su forma varía según las empresas fabricantes, aun cuando el diseño no es al azar sino que responde a necesidades del cultivo o para facilitar su transporte. Existen tubos de sección cuadrada, circular, triangular y hexagonal, aunque ello no influye en su eficacia (Sestini, 1995). Los largos disponibles en el mercado varían desde 60 a 180 cm (60, 70, 120, 150, 180). El uso de una medida u otra depende de las necesidades de protección de las plantas (si hay pequeños roedores bastará con el de 60 cm, y en caso que haya ciervos, se requerirá el de 180 cm). En la parte inferior de algunos modelos se han practicado perforaciones para aumentar la circulación interna del aire (Buresti 1993a; Buresti y Sestini, 1994).

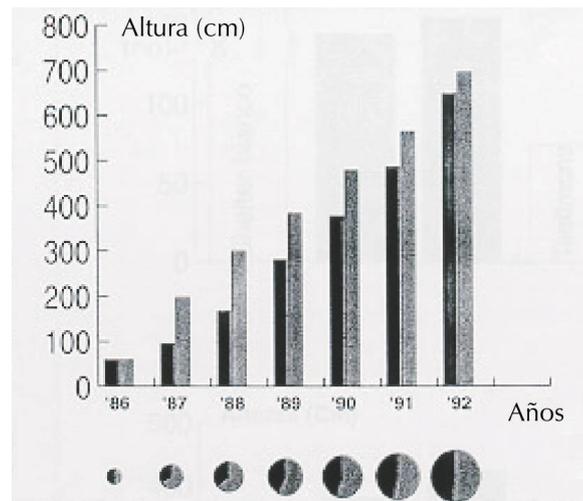
Existen tubos de color blanco, verde y café, que no implican diferencias en su eficacia; por cuanto en los tres colores existe paso de luz. Se aconseja evaluar la luminosidad del sitio ya que estos tubos interceptan siempre una cierta cantidad de los rayos que llegan directamente a la planta.

Después de seis años de experimentación se demostró que los tubos blancos, seguidos por los café, sin perforaciones, son los que más estimulan los crecimientos de altura y diámetro al cuello.

En Inglaterra su duración media es de alrededor de cinco años, y en Italia bastante más larga, ya que son tratados contra las radiaciones UV para aumentar su vida útil. En todo caso deben dejarse instalados por más de tres años.

Al instalarlos se deben dejar fijos en posición vertical por medio de un tutor bien enterrado. En suelos muy arcillosos no se deben dejar muy enterrados, para evitar que se acumule agua en su interior.

Además de la protección contra la fauna, los tubos presentan una serie de efectos colaterales, tales como un impacto positivo en el desarrollo inicial de las plantas (Figura 27) y resguardo contra la competencia de las malezas. La fácil individualización de las plantas en terreno facilita y acelera las limpiezas químicas en condiciones de mucha maleza (los herbicidas no la dañan), y a la vez reduce el impacto de golpes, evitando heridas peligrosas en el fuste en el caso de limpiezas mecánicas. En este sentido se menciona un "efecto sociológico" que los tubos tienen sobre el operador, ya que si una planta es golpeada, y siendo bastante visible, está obligado a reposicionar el tubo, operación que implica gran pérdida de tiempo.



Fuente: Sestini (1995).

*Figura 27. Comparación entre el crecimiento de plantas de Q. robur protegidas con shelter y otras sin protección. El fuerte incremento inicial permite a las plantas protegidas superar más rápidamente la altura de las malezas. En los diagramas de torta, en los que se muestra la suma de las alturas de las plantas, se puede ver como después de los primeros años la diferencia entre ambas tiende a atenuarse*

El mayor crecimiento inicial pareciera deberse al microclima interno, donde se crea una especie de “efecto invernadero”, que se debe a mayor humedad, mayor temperatura, mayor concentración de CO<sub>2</sub>, protección del viento y reducción de los movimientos del tallo (Sestini, 1995), lo que activaría la fotosíntesis.

Sin embargo, el hecho del incremento de temperatura en su interior podría resultar dañino en climas mediterráneos muy secos, aunque ello aun no ha sido reportado por la literatura.

Una de las desventajas de los tubos es el factor estético, y también pueden constituir un elemento de contaminación, ya que después de algún tiempo se rompen; de hecho en Italia se aconseja recoger los residuos y llevarlos al basurero.

Los tubos pueden ser utilizados con muchas especies, latifoliadas y coníferas, mostrando muy buenos resultados con las especies de rápido crecimiento, en cuyo caso el árbol supera rápidamente la altura del tubo, pero también en especies de crecimiento lento, caso en que las protege de la competencia de malezas. También se pueden usar para proteger la regeneración natural, y en casos de siembra directa, en que se usan tubos pequeños (30-40 cm).

Para especies como cerezo, robles y fresno, altamente apetecibles por muchos animales, se hace indispensable el uso de este tipo de protecciones, de hasta 120 cm (Buresti, 1992b; Buresti, 1993a).

Para evaluar si es conveniente adoptar protecciones colectivas (cercos) o individuales (tubos o shelters) se puede recurrir a una fórmula basada en el índice de superficie crítica (Sestini, 1995).

$$I = C_m \times P / N \times C_1$$

Donde:

- C<sub>m</sub>: costo del cerco (por metro lineal)  
 C<sub>1</sub>: costo de la protección individual, incluyendo instalación  
 P: largo del cerco  
 N: número de árboles a proteger.

Si el índice es superior a 1 la protección individual representa la solución más económica; de lo contrario (inferior a 1) el cercado resulta más conveniente.

### 2.5.5 Fertilización

El efecto principal de la fertilización es aumentar los ritmos incrementales. Entre éstos se cita el aumento del área foliar, de la eficiencia fotosintética, variación de la distribución de la materia orgánica al interior de la planta y una mayor resistencia al estrés hídrico (Accademia, 1992).

Su duración en el tiempo varía según el elemento considerado. En particular el nitrógeno presenta efectos de corta duración, desde un año hasta un máximo de 3-5 años, probablemente debido a la lixiviación y rápida degradación del elemento. El fósforo y el potasio, en cambio, presentan efectos de mayor duración, hasta de 50 años para el primero y 30 para el segundo, y su extracción por parte de la vegetación es muy inferior que en el caso del nitrógeno.

El aporte de fertilizaciones nitrogenadas en dosis elevadas puede determinar efectos colaterales negativos, tales como pérdida de calidad tecnológica de la madera (debido a los ritmos irregulares de crecimiento y por lo tanto a las características de los anillos de crecimiento) y aumento de la sensibilidad a determinados parásitos (*op. cit.*); este último efecto se debe, al menos en parte, a las variaciones del contenido de elementos nutritivos de la biomasa leñosa y foliar, así como a la variación del tamaño de las yemas y de las hojas y de la duración del período vegetativo, como consecuencia de la fertilización.

Por lo anterior no es aconsejable, al menos en los casos de sitios apropiados, fertilizar en los primeros años de la plantación para favorecer un rápido crecimiento inicial. Si se decide efectuarlas, deben ser equilibradas para evitar efectos no deseados.

En el caso de plantaciones adultas las fertilizaciones son efectivas, pero también existe el riesgo de disminuir la calidad del producto final a obtener (*op. cit.*).

No obstante lo anterior, Weber (1978) cit. por Accademia (1992) menciona que en plantaciones intensivas de rotaciones cortas y repetidas puede ser indispensable el aporte de elementos minerales.

Es necesario constatar que pocos trabajos se han realizado con respecto a la fertilización, con resultados

poco prácticos (Anónimo, 1987b).

Uno de los pocos estudios sobre el tema, efectuado por Zazzi (1990) en nogal común, después de cinco años concluyó que:

- Se presentaron diferencias sustanciales y unívocas en la respuesta de las plantas ante diferentes niveles de fertilidad, tanto vegetativa como productivamente;
- El efecto del potasio no fue muy relevante, aunque presentó un rol activo;
- El efecto del fósforo fue positivo, pero se requiere de mayor tiempo para aclarar su influencia en los incrementos diamétricos;
- El efecto del nitrógeno es el más importante y muy positivo, aunque puede hacer disminuir en el follaje la concentración de fósforo y a veces del potasio;
- Se recomiendan dosis bajas de N, P y K, ya que aún así se logran incrementos sobre el 36% con respecto al testigo, lo que ha sido observado también por otros autores citados en el mismo texto.

Con respecto al tipo de terreno, se recomienda lo siguiente:

- a) Terrenos arcillosos: fertilizar con compuestos nitrogenados, ojalá orgánicos;
- b) Terrenos sueltos, pedregosos y arenosos: fertilizar con compuestos ternarios (N, P y K);
- c) Terrenos de textura media: reducir las fertilizaciones debido a la existencia de equilibrio entre estructura y fertilidad (*op. cit.*).

### 2.5.6 Riego

En general, en arboricultura se consideran riegos de emergencia en superficies limitadas (Accademia, 1992). En situaciones de colina y montaña en Italia, los riegos resultan de tan elevado costo que no pueden ser ejecutados.

Los riegos pueden ser necesario en el primer año, principalmente en el periodo estival. Debería emplearse un volumen de 10-15 l/planta. A partir del segundo año las plantas generalmente poseen un aparato radicular suficientemente desarrollado como para alcanzar la napa freática (CBRP, 1995).

### 2.5.7 Mulching

El mulch de film plástico se usa desde hace varias décadas en agricultura, floricultura y fruticultura, y en el sector forestal desde hace 20 años en Francia, donde se usó inicialmente sólo en plantaciones en hilera.

En Italia se aplicó por primera vez en 1983; y desde hace poco se ha iniciado su uso en forma corriente, lo mismo en otros países europeos en plantaciones de arboricultura y para la forestación de suelos agrícolas (Mezzalira, 1995).

Los resultados obtenidos de su aplicación muestran la superioridad de esta técnica sobre todas las demás, evaluado en función de la velocidad de desarrollo de las plantas y al menor costo final de las intervenciones.

En el otoño, sobretodo con especies delicadas como nogal, puede ser útil instalar un mulch con plástico negro de 100-120 cm de ancho, de 200 micrones de grosor para que pueda resistir a la intemperie por 3-4 años. Su efecto más significativo es la eliminación de malezas, de modo que no será necesario hacer remociones del suelo, las que son peligrosas por las eventuales heridas en el tronco. Además se verifica una reducción de la evaporación y una mejor conservación de la estructura del terreno. Sus inconvenientes radican en el costo y en la contaminación producida por el plástico. Por ello se están estudiando otros materiales biodegradables o no descomponibles, y por lo tanto reutilizables (Buresti, 1993a).

Alzetta y Boschiero (1995) señalan que el mulch frena la aparición de malezas, mejora el balance hídrico del suelo, mantiene una buena estructura favoreciendo un desarrollo óptimo de las raíces y; además, se reducen los costos de replante.

La Azienda Regionale delle Foreste del Veneto probó el uso de telas de EVA (Etil Vinil Acetato), las que se extienden con una máquina en el terreno, y la plantación se realiza con una pala plantadora que perfora la tela plástica, con resultados muy positivos, ya que las plantas se pueden instalar en cualquier período del año, aún durante el verano, y superan la sequía estival gracias a la humedad retenida por la tela. Como efectos negativos está la necesidad de retirar la tela una vez que ha cumplido su función, y un impacto negativo sobre la estética del lugar.

Entre los materiales posibles de usar hay varios tipos de discos, biodegradables y plásticos, que se disponen manualmente en la base de cada planta, los que fueron confrontados en un interesante estudio (Alzetta y Boschiero, 1995). Los antecedentes técnicos de los diferentes tipos de mulch probados se presentan en el Cuadro 4.

El estudio concluyó que la altura y el diámetro del cuello son influenciados por los diferentes materiales probados y según la especie. En general los mayores valores se encuentran asociados al uso del mulch linear de EVA, que a su vez resulta el más económico, mientras que para algunas especies los resultados mejores se obtienen con el uso de Isoplant, y los peores con el Plant Plates.

El mulch individual biodegradable, a pesar de su costo elevado, parece funcional y apto para plantaciones donde es imposible instalar un mulch linear, el que tiene el problema de representar una fuente de contaminación.

Pini *et al.* (1999) reportan que el uso de mulch plástico mostró un efecto sobre las características estructurales del suelo equivalente a remociones mecanizadas anuales (Paris *et al.*, 1999); por esto el uso de mulch plástico debería ser considerado como un tipo de manejo efectivo del suelo, que ha sido estudiado al menos en algunos tipos de suelo. En el estudio citado no se pudo asociar la mayor tasa de crecimiento con un mejoramiento de la estructura del suelo o con una mayor humedad localizada; sin embargo, se observó que el mulch parece estimular la actividad biológica en el suelo subyacente, lo que generaría una mayor disponibilidad de nutrientes.

En los primeros años de la plantación el mulch permite una importante reducción de las pérdidas hídricas por evaporación, así como una reducción de la flora espontánea y un enriquecimiento de la materia orgánica del terreno (Accademia, 1992).

La modalidad de instalación varía según se usen plantas a raíz desnuda o en maceta. En el primer caso se practica un corte en forma de cruz sobre el plástico ya extendido, se introduce una pala plantadora con la que se abre una fisura en el terreno, en la cual se coloca el aparato radicular de la planta; después se arregla con las manos la tierra alrededor, se prensa, y se coloca por debajo un cuadrado del mismo material de unos 30

x 30 cm con un único corte por el que se introduce la planta hasta su centro (Figura 28), quedando como un “babero” que permite la continuidad del mulch, evitando que las malezas aparezcan en el hoyo de plantación; éste se fija con piedras o arena para evitar que se desplace (Mezzalira, 1995).

CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS PARA MULCH EN ESTUDIO COMPARATIVO

Característica	Mulch-karton	Isoplant	Discoplant	Cuadrados EVA	Plant Plates	Film linear EVA
<b>Forma</b>	Octagonal	Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada	Cuadrada	Bobinas
<b>Formato</b>	50x70 cm	60x60 cm	40x40 cm	60x60 cm	58x58 cm	120 cm x 660 m
<b>Espesor</b>	1,05 mm	8 mm	2 mm	0,08 mm	2 mm	0,08 mm
<b>Densidad</b>	720 g/m <sup>3</sup>	270 kg/m <sup>3</sup>	S/i	76 g/m <sup>3</sup>	S/i	76 g/m <sup>3</sup>
<b>Peso unitario</b>	215 g	1,3 kg	S/i	27 g	S/i	60 kg/bobina
<b>Anclaje empleado</b>	Cañas	Ninguno	2 grapas de alambre	2 grapas de alambre	Ninguno	Instalación previa a la plantación
<b>Material</b>	Papel reciclado biodegradable	95% de fibra de madera (celulosa, hemicelulosa y lignina) aglomeradas y comprimidas, 5% de aglutinante, biodegradable	Polipropileno negro, no biodegradable	Etil Vinil Acetato, estabilizado con anti UV, no biodegradable	Cartón tratado con una capa delgada de parafina que contiene fertilizantes y micronutrientes, biodegradable	EVA negro, estabilizado con anti UV, no biodegradable
<b>Duración declarada productor</b>	3-4 años	4 años	Sacar a los 3 años	Sacar a los 3 años	2-3 años	Sacar a los 3 años
<b>Procedencia</b>	Austria	Francia	Francia	Italia	Dinamarca	Italia
<b>Costo por planta con con anclaje (en US\$)</b>	0,83	1,78	0,72	0,45	1,01	0,36

Fuente: Alzetta y Boschiero (1995)

Cuando se usan plantas en maceta es mucho más simple y rápido, ya que se plantan con la ayuda de una pala plantadora que a la vez corta el plástico, hace el hoyo y planta a la profundidad deseada (Figura 29). Recientemente la empresa Hortus desarrolló una máquina "trasplanta-mulch" que permite realizar las operaciones de extensión del plástico y trasplante al mismo tiempo, la que trabaja sólo con plantas con pan de tierra (*op. cit.*).

*Figura 28. Para reconstituir la continuidad del plástico e impedir que las malezas crezcan en el hoyo, se pone debajo del plástico un "babero" de plástico cuadrado de unos 30 cm por lado con un corte desde la mitad de un lado hasta su centro, el que después se fija con piedras o arena*



Fuente: Mezzalira (1995)



*Figura 29. Las plantas en maceta se establecen con un procedimiento simple, usando un «bastón de trasplante» que en una sola operación corta el plástico, abre el hoyo y planta*

Fuente: Mezzalira (1995).

En los primeros años es muy importante realizar los cuidados culturales recomendados, entre ellos la eliminación de las malezas que a pesar de todas las precauciones logran crecer en el hoyo de plantación (dos pasadas el primer año y una el segundo).

La faja que queda entre las hileras de mulch debe ser controlada en forma química o mecánica. Al fin del segundo año, en general, la plantación está bien establecida (1,5-3,0 m de altura) y se puede eliminar el plástico (Mezzalira, 1995). También el mulch puede dejarse hasta que se deteriore, pues su efecto se prolongará en el tiempo.

Los efectos positivos que ejerce el mulch plástico dependen de varios fenómenos como:

- Control total del desarrollo de malezas en la base de las plantas;
- Reducción de la pérdida de agua por evaporación (ventaja de la transpiración);
- Calentamiento de los estratos superficiales del terreno, lo que conlleva una mayor actividad microbiana, mayor crecimiento de las raíces y mineralización de las sustancias orgánicas;
- Mantención de la estructura obtenida por medio de los laboreos realizados;
- Estimulación de las simbiosis micorrízicas.

Lo más importante de todo lo anterior es que el efecto positivo sobre el crecimiento no es temporal, sino que se mantiene por un largo período de tiempo.

Las principales contraindicaciones del mulch son dos:

- Efecto estético;
- Costo económico y ambiental de la destrucción del plástico después de su empleo, ya que aún no se recicla.

Para evitar el efecto estético se puede enmascarar con paja u otros residuos vegetales.

El film plástico también puede ser empleado en cuadrados de mulch individual, de 100-120 cm por lado, caso en el que se afirma manualmente a lo largo de todo su perímetro (Mezzalana, 1995).

### 2.5.8 Control fitosanitario

En las plantaciones de arboricultura la necesidad de mantener ritmos de crecimiento satisfactorios y de preservar la calidad de la madera durante toda la rotación hacen particularmente importante el control sanitario de las poblaciones, sobretodo en el caso de plantaciones puras, más expuestas a daños de origen biótico y abiótico (Accademia, 1992).

Sobretodo en zonas de colina y montaña resulta evidente la conveniencia de limitar el control químico, caracterizado por un impacto ambiental elevado, reemplazándola por métodos de tipo biológico cultural más compatibles con el ambiente; ello también por los costos involucrados y las dificultades técnicas de distribuir los productos en plantas de grandes dimensiones y en terrenos dispares, a menos que se hagan aplicaciones aéreas (*op. cit.*).

Respecto a la lucha de tipo biológico, hay productos a base de *Bacillus thuringiensis* potencialmente eficaces contra insectos defoliadores, y se está trabajando sobre productos insecticidas de origen viral (Accademia, 1992).

Con respecto a enfermedades fungosas, existe la posibilidad de infestar el *Fomes annosus*, hongo responsable de muchas pudriciones radiculares, inoculando tocones del raleo con el hongo antagonista *Phlebiopsis gigantea*, lo que evitaría la difusión de la enfermedad por medio del contacto radicular, siendo ésta una práctica preventiva y no curativa (*op. cit.*).

Se aconseja iniciar control biológico de insectos xilófagos al tercer año, instalando 3-5 trampas/ha, y asegurando un recambio oportuno de la hormona cada 6 semanas aproximadamente, con el fin de cubrir todo el período de vuelo de los insectos (CBRP, 1995).

### 2.5.9 Principales problemas encontrados en plantaciones especializadas

Entre los principales problemas encontrados en plantaciones para producir madera de alto valor en Italia, tanto técnicos como de gestión, se mencionan los siguientes (Frattegiani y Mori, 1995; Frattegiani y Mori, 1996):

- No se han respetado algunas reglas fundamentales (por ejemplo, casillas de tamaño inadecuado);
- Plantación con cuellos enterrados;
- Sitios no apropiados para las especies seleccionadas plantadas;

- Densidades muy bajas obligan a efectuar cuidados culturales por un largo período de tiempo, hasta que las copas se cierren (en particular podas y limpiezas), lo que no siempre es posible (por la capacidad de gestión del propietario);
- Selección de módulos de plantación (disposición y densidad) que no ofrecen alternativas para cada individuo (por ejemplo, nogal puro a 6 x 6 m);
- Objetivos del propietario no están definidos en función de su capacidad de gestión;
- Uso de plantas de mala calidad;
- Personal sin preparación técnica y no dispuesto a intervenir en el momento oportuno;
- Uso de técnicas de cultivo (podas) no apropiadas a las características del sitio.

### 3. ESPECIES

Existen clasificaciones elaboradas en algunas regiones, entre ellas la Lombardia, en que se ha realizado una clasificación territorial de zonas (climáticas y geográficas) y subzonas edáficas con diferentes aptitudes forestales, y para cada una de ellas se describen las especies más aptas y las especies de acompañamiento (ARF, 1995).

Vieceli (1989) indica que las especies cerezo, nogal común, nogal negro, fresno y arce cumplen con los requerimientos representados por la calidad de la madera, resistencia a plagas y enfermedades, capacidad de aprovechar condiciones ambientales mejoradas o los mejores recursos naturales.

Con respecto a la selección de las especies, en plantaciones con objetivo ambiental se aconsejan las siguientes (CBRP, 1995):

- Especie arbórea principal: cerezo, fresno, álamo blanco, olmo, nogal y farnia.
- Especie arbórea secundaria: arce, carpino blanco, gelso, álamo cipresino, bagolaro, sauce, aliso, mirabolano, sorbo y otras.
- Especies arbustivas: biancospino, prugnolo, sanguinello, *E. angustifolia*, avellano europeo, *E. umbellata*, sauces, frangola, ginestra, etc.

En plantaciones con preponderante objetivo productivo, algunas asociaciones de especies tienen efectos positivos sobre la forma del fuste y de la copa, con consecuencias de menos necesidad de poda. Para ello se recomienda hacer grupos de dimensiones variables (5-15 plantas) en relación a la función de cada especie (productora de madera o secundaria), o alternadas una a una. La selección debería favorecer las latifoliadas nobles, entre ellas cerezo, fresno austral y nogal.

La experiencia adquirida desaconseja efectuar plantaciones puras sobretodo por el riesgo de difusión de plagas y enfermedades (*op. cit.*).

En las plantaciones de arboricultura de alto valor, la elección de las especies y del tipo de plantación se debe hacer considerando las condiciones del sitio, las características técnicas y organizacionales de la empresa/propietario, así como su capacidad de usar eventuales productos secundarios obtenidos en forma intermedia en la rotación.

Se pueden emplear una o más especies, en forma independiente o en conjunto, y asociándolas se pueden incorporar otras especies destinadas a mejorar la fertilidad del terreno y la conformación del árbol (Buresti y Aiello, 1989). Entre las especies principales se pueden considerar nogal, cerezo, arce, fresno, y algunos encinos como farnia y rovere, y entre las secundarias se pueden incluir, entre otras, alisos, olivo de bohemia, robinia, sambuco y avellano europeo.

Respecto a los mercados, el consumo interno nacional ha ido creciendo en las últimas décadas, hasta llegar a 40 millones de metros cúbicos (Marinelli *et al.*, 1997). Estos autores realizaron un revelador trabajo que analiza las potencialidades económicas del cultivo de latifoliadas de madera de alto valor respecto a las características del mercado, encontrando que la estimación de la demanda futura y por lo tanto de las perspectivas de mercado para las

latifoliadas de alto valor presenta algunas dificultades, ya que estas especies (principalmente nogal común, cerezo común, fresno, arce y rovere) se transan en el mercado en cantidades pequeñas, que son difícilmente registradas estadísticamente, y a que las cantidades importadas varían notablemente de un año a otro.

Debido a que la madera de alto valor se usa casi exclusivamente en la industria del mueble, la demanda futura ciertamente dependerá de las tendencias de este sector, para el que existen estimaciones de crecimiento continuo en los próximos años (para el periodo 1994-2003 producciones superiores en un 3,5% y exportaciones superiores en un 4,5%, con tasas de crecimiento a mediano plazo aún mayores. Por esto se puede pensar que la demanda futura de madera de alto valor de latifoliadas será ciertamente superior al actual, y nunca inferior (*op. cit.*).

Una encuesta realizada a mil empresas del sector madera italiano, seleccionadas al azar, mostró que un 14% de las empresas usan madera de nogal, siendo entre las latifoliadas valiosas aquella que se demanda en mayor volumen. Respecto a las importaciones de nogal hacia Italia, la serie histórica muestra una considerable tasa de incremento medio anual, equivalente a 14,8% en el quinquenio 1982-1987. Según esa fuente, las estimaciones para 1992 eran de 57.000 m<sup>3</sup>. Las importaciones se habrán estabilizado en una tasa de crecimiento medio anual del 6%.

Por su parte, las importaciones de madera de encino (*Quercus robur*, *Q. petraea* y los robles americanos) alcanzaron en el mismo año 100.000 m<sup>3</sup>, con una tasa de crecimiento medio anual del 7%.

Respecto al año 1992, la demanda por madera de nogal resultaba satisfecha por la producción nacional solamente en un 20%, mientras más de 100.000 m<sup>3</sup> se importaban. Estos datos evidencian las amplias potencialidades de mercado, y por lo tanto de las superficies hipotéticamente plantables con las especies, las que llegarían a 350.000 ha, de las cuales unas 100.000 ha solo para nogal, considerando límites conservadores (*op. cit.*).

### 3.1 NOGAL COMÚN

Entre las principales motivaciones para establecer plantaciones de nogal en Italia se mencionan (Provincia di Bologna, 1994):

- Las plantaciones para madera requieren menor esfuerzo en términos de los factores productivos y financieros que un cultivo agrícola;
- La especie se presta para establecer plantaciones en los valles o llanuras, y para la valorización de terrenos de colina y montaña, aún en superficies muy reducidas;
- El nogal recibe mayores bonificaciones respecto a otras especies de rápido crecimiento y a las coníferas;
- La madera que se obtiene al final de la rotación (35-50 años) es de notable valor y presenta buenas perspectivas de mercado;
- Puede ser cultivada con doble propósito, fruto y madera;
- La plantación para madera puede ser considerada una inversión de mediano a largo plazo;
- Es una de las pocas especies capaces de producir madera de excelente calidad y al mismo tiempo presentar rápido crecimiento (Denci *et al.*, 1982).

Entre las principales limitaciones para su cultivo, el mismo autor considera los siguientes:

- Inversión a mediano-largo plazo, con incertidumbres sobre las futuras condiciones de los mercados;
- Poca claridad normativa a nivel nacional y regional;
- Complicados procesos administrativos para acceder a las bonificaciones;
- Limitado conocimiento de las técnicas de cultivo apropiadas para diferentes situaciones;
- Escasa disponibilidad de plantas de calidad;
- Insuficiente difusión, asistencia técnica y capacitación.

Minotta (1994b) indica que para obtener producciones de madera de calidad y en períodos cortos se debe establecer en sitios cercanos a su óptimo ecológico (suelos de textura media, profundos, pH cercano a neutro, frescos).

Nogal es una especie de crecimiento bastante rápido (Ciancio *et al.*, 1992), aunque claramente el proceso productivo puede ser exaltado con una adecuada selección del sitio y técnicas de cultivo adecuadas.

Las perspectivas de mercado son óptimas, siendo más remunerativas las trozas para chapas decorativas, por lo que el objetivo de producción debería ser la producción de fustes con diámetros sobre los 30-35 cm y sobre 2,5 m de largo (Ciancio *et al.*, 1992).

Se citan daños provocados por insectos fitófagos durante los primeros años de la plantación (*Zeuzera pyrina*), contra los cuales se usan trampas de feromonas para la captura de machos adultos (Ferrari, 1994). También se reportan daños provocados por la acción de mamíferos silvestres.

La Figura 30 muestra la evolución de una plantación pura de cuatro procedencias (Fabbri Rifiglio, Poppi, Pian del Ponte y Molin Nuovo) en la región Emilia Romagna, a 390 msnm y 20% de pendiente (Gavignano).

La Figura 31 muestra la evolución de una réplica del ensayo anterior en la región Emilia Romagna, a 400 msnm y 25% de pendiente (San Martino).

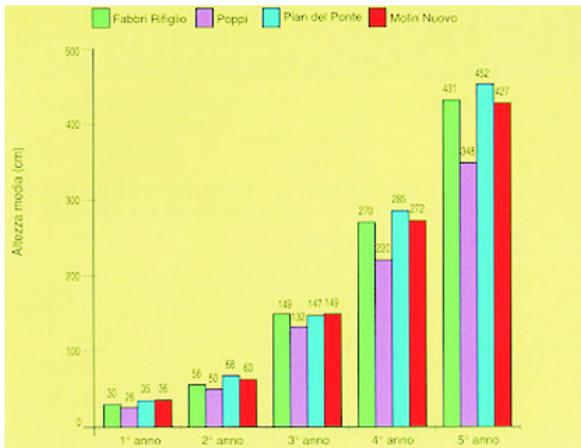
Otra réplica se encuentra en zona de colina a 250 msnm y con 20% de pendiente, en el área denominada Rasiglio (Figura 32).

El análisis de las tres plantaciones experimentales muestra que las procedencias presentan diferencias significativas en altura, salvo en Rasiglio; los diámetros resultan más uniformes. Mayores valores medios en altura y diámetro pertenecen a la procedencia Pian del Ponte, y le sigue Fabbri Rifiglio. Las características locales influyen en el crecimiento: en Rasiglio limita el suelo (elevado contenido de arcilla), y en San Martino la fauna silvestre.

Otro ensayo para evaluar la influencia de la densidad de plantación en el crecimiento fue realizado en la localidad Ca de Torri, a 390 msnm y 18% de pendiente. Los resultados son de gran interés, y se muestran en la Figura 33.

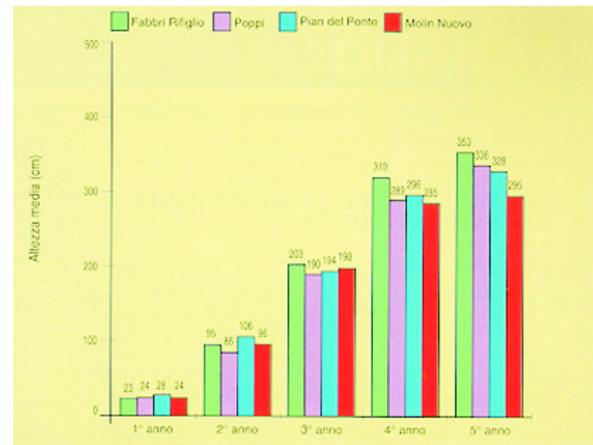
Los crecimientos medios indican que hasta el sexto año no se presentaron diferencias significativas entre las parcelas a 3 x 3 y 3 x 6 m. Sin embargo, entre el año 6 y 10 se obtuvieron valores significativamente superiores para la situación a 3 x 6 m.

Otro ensayo realizado en Montaña, a 800 msnm y 5-30% de pendiente (Il Torlai), se observan crecimientos muy bajos debido al sitio poco apto para la especie (elevada altitud para Europa, viento excesivo, sequía en verano, heladas primaverales) (Figura 34).



Fuente: CBRP (1995).

Figura 30. Comparación entre cuatro procedencias de nogal en área de colina (Gavignano, Italia)



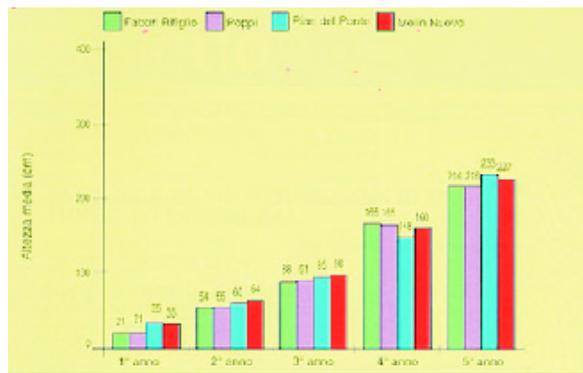
Fuente: CBRP (1995).

Figura 31. Comparación entre cuatro procedencias de nogal en área de colina (San Martino, Italia)

Respecto a problemas fitosanitarios, se reportan daños de *Zeuzera pyrina* y la utilidad de usar trampas de feromonas para el control biológico del insecto. También mamíferos silvestres causan mucho daño, dando paso a otras enfermedades fungosas (CBRP, 1995).

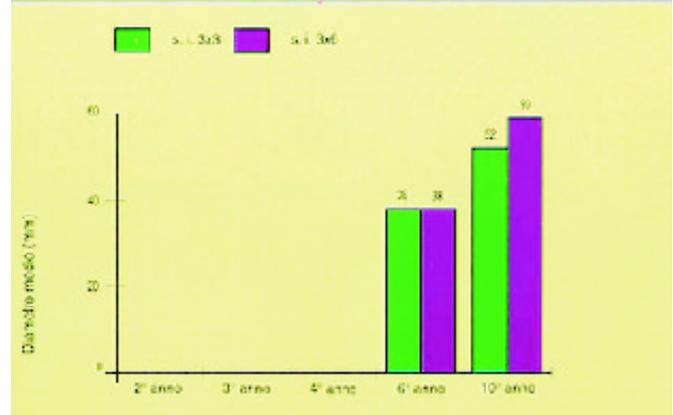
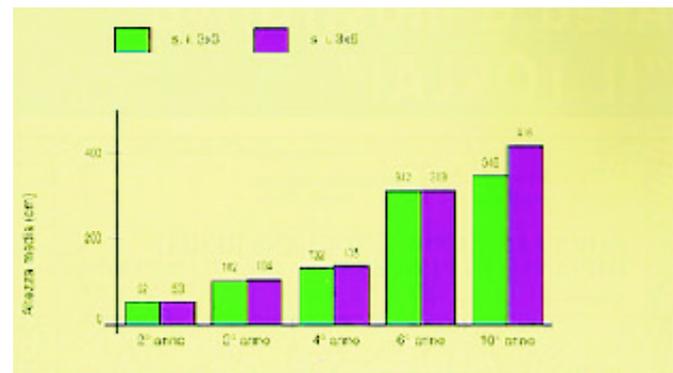
Mercurio (s.f.) propone un esquema de manejo para nogal que considera una selección y preparación del sitio rigurosas, el empleo de plantas seleccionadas, una densidad de plantación elevada (625-1.111 pl./ha) con una disposición tal que permita el paso de maquinaria, podas de formación, raleos, cosecha a los 40 años; con este manejo se presentaron alturas de alrededor de 4 m a los 3 años. El autor estima que con estas indicaciones se puede obtener a los 40 años 150-200 m<sup>3</sup>/ha, de los cuales más de la mitad puede destinarse a foliado o aserrado; el resto de las ramas y raíces puede emplearse a nivel artesanal.

Las técnicas de cultivo aplicadas a nogal común en las diferentes regiones de Italia no muestran mayores diferencias, según un muestreo efectuado en Italia centro-norte (Mercurio, 1988). Normalmente, el terreno se prepara con arado tendido, o con casillas; frecuentemente no se fertiliza en la plantación. Las densidades de plantación son extremadamente variables, fluctuando entre 2.500 y 156 plantas/ha, en plantaciones habitualmente monoespecíficas,



Fuente: CBRP (1995).

Figura 32. Comparación entre cuatro procedencias de nogal en área de colina (Rasiglio, Italia)



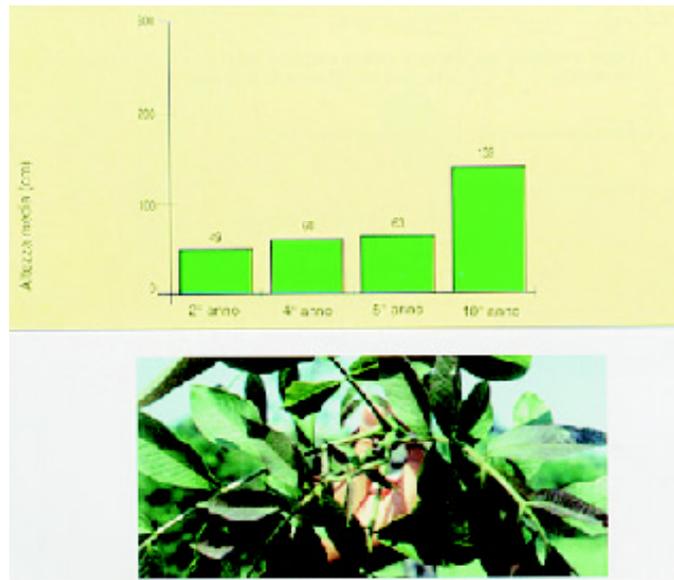
Fuente: CBRP (1995).

Figura 33. Comparación del diámetro y altura entre dos densidades de plantación para nogal puro en área de colina (Rasiglio, Italia)

aunque a veces se realizan en forma mixta. En general se trata de plantaciones de 1 a 1,5 hectáreas de superficie, con técnicas heterogéneas, lo que significa que sólo algunas producirán madera de calidad.

La especie también presenta interés por la posibilidad de cultivarla con doble propósito productivo fruto-madera, que puede ser realizada incluso con una moderada inmovilización de capital; en Italia se considera una opción productiva apta para las situaciones de media y baja montaña (Minotta y Tamponi, 1983). Si el En un censo de plantaciones de arboricultura para madera efectuado en el centro norte de Italia (Minotta *et al.*, 1993) se encontró que los resultados productivos observados en las fajas altimétricas intermedia y superior, en muchos casos parecen no satisfactorias con respecto a las potencialidades de la especie; ello puede corresponder a las características de las plantas usadas, al empleo de sitios no apropiados, y al tipo de cuidados culturales aplicados, entre ellos la poda a modo de plumero que tiene un efecto negativo en el incremento diamétrico, lo que puede deberse a una inhibición parcial de la actividad del cambium debido a la reducción excesiva de la copa.

Los resultados obtenidos por los autores confirman las exigencias edáficas de la especie, que se beneficia de suelos profundos, no excesivamente compactados y suficientemente frescos durante el verano, además de los cuidados culturales recomendados (Cuadros 5 y 6).



Fuente: CBRP (1995).

Figura 34. Desarrollo de nogal puro en zona de montaña adversa para la especie (Il Torlai, Italia)

El nogal puede ser plantado puro o asociado a otras especies arbóreas o arbustivas, o con herbáceas, para mejorar la fertilidad y aprovechamiento del suelo, generar productos intermedios, y otros beneficios (Buresti, 1993b). La Figura 35 resume las alternativas de su cultivo.

Como ya ha sido mencionado, en algunas experiencias expuestas anteriormente, entre las enfermedades peligrosas para la arboricultura se encuentra la *Zeuzera pyrina*, que ataca desde los primeros años de desarrollo de la planta y hasta que el árbol no ha superado los 10 cm de diámetro, excavando galerías, produciendo un daño irreparable. En general los árboles dañados logran sobrevivir, pero presentan deformaciones o alteraciones del fuste, con la consiguiente depreciación de la madera (Mercurio *et al.*, 1992). Entre las formas de control existentes se mencionan: destrucción del material que hospeda las larvas; control mecánico, introduciendo alambres en las galerías para destruir las larvas, o introduciendo productos químicos o biológicos, y cerrándolas luego. También se usan trampas con feromonas para capturar en masa los individuos de sexo masculino, con la consiguiente reducción de la población.

Cuando se usan densidades de 4 x 4 o 5 x 5 m hay que ralea alrededor del año 15, considerando una rotación de 40-50 años. Si se busca el objetivo frutoforestal se recomiendan distanciamientos de 9 x 9 ó 10 x 10 m. En plantaciones en hilera las plantas se ubican a 7 m sobre la hilera. En las plantaciones mixtas las disposiciones y distanciamientos varían según la situación particular (Ciancio *et al.*, 1992).

Las podas recomendadas se refieren a podas de formación iniciales y graduales, seguidas por levantes de copa.

ENTE (1990) menciona que nogal puede ser asociado con cultivos agrícolas u otras especies forestales con buenos resultados.

CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS DE PLANTACIONES ANALIZADAS EN EL NORTE DE ITALIA

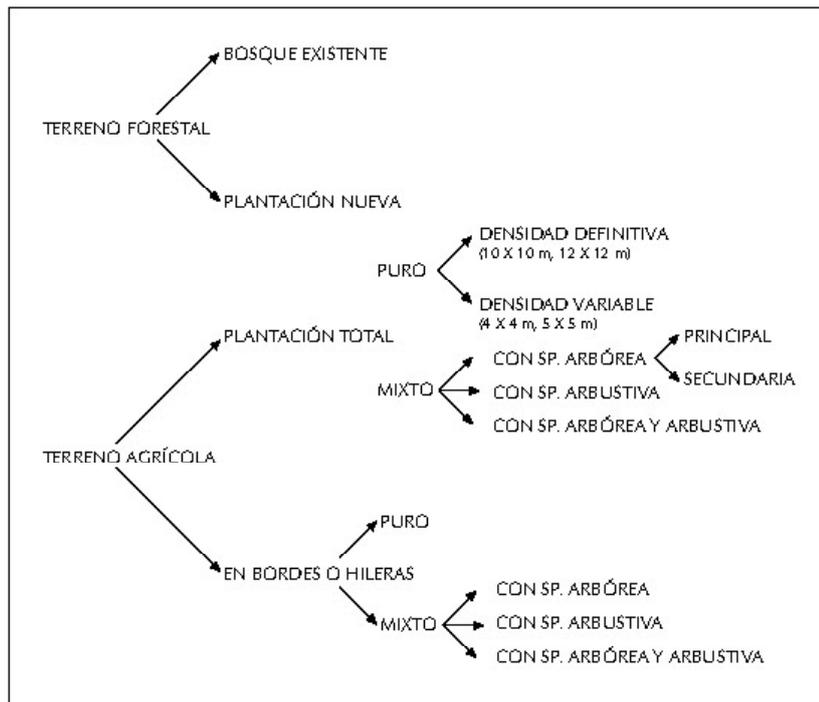
Fase altimétrica	Edad (años)	Distanciamiento (m)	Número de arb/ha	DAP (cm)	Altura (m)
Inferior	25	5,0 x 6,5	308	29,2	14,0
	24	4,5 x 6,5	340	23,2	12,9
	19	2,0 x 4,0	1.250	15,6	10,9
	17	4,5 x 6,0	370	18,0	11,0
	17	3,0 x 6,0	555	8,3	6,2
	14	4,0 x 4,0	625	15,4	9,6
	14	3,0 x 6,0	555	4,9	4,2
	12	5,0 x 5,0	400	23,2	14,6
	9	4,0 x 4,0	625	11,9	8,5
	7	4,5 x 4,5	494	11,4	8,8
	6	6,5 x 7,0	220	12,7	8,7
	4	2,5 x 3,5	1.143	7,3	6,8
	Intermedia	7	8,5 x 10,0	118	3,8
7		8,5 x 10,0	118	4,9	5,0
7		8,5 x 10,0	118	2,8	3,0
7		6,0 x 7,0	238	1,8	2,0
7		6,0 x 7,0	238	4,2	3,3
7		2,5 x 3,0	1.333	7,5	7,6
6		6,0 x 7,0	238	5,5	3,3
6		6,0 x 7,0	238	2,6	2,3
6		5,5 x 5,5	330	3,0	2,7
6		5,0 x 6,0	333	5,6	3,8
5		6,5 x 7,0	220	3,6	3,0
5		6,0 x 7,0	238	1,9	1,5
5		5,0 x 6,0	333	2,9	2,8
5		4,0 x 5,0	500	4,3	3,7
5		1,5 x 4,0	1.667	5,1	4,8
Superior	25	5,0 x 6,0	333	15,2	10,5
	11	6,0 x 6,0	278	4,2	3,6
	9	5,5 x 6,0	303	10,3	6,8
	9	5,0 x 6,0	333	3,8	3,2
	8	5,5 x 5,5	330	2,7	2,4
	8	3,0 x 4,0	833	4,6	3,8
	8	3,0 x 4,0	833	10,3	7,6
	7	5,0 x 5,0	400	4,3	2,6
	7	4,0 x 4,0	625	4,4	2,9
	7	4,0 x 4,0	625	3,9	2,6
	6	6,0 x 7,0	238	5,4	4,1
	6	6,0 x 7,0	238	3,7	3,2
	6	6,0 x 7,0	238	1,8	1,9

Fuente: Minotta et al. (1993)

CUADRO 6. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIÁMETRO DE NOGAL A LOS CINCO AÑOS EN ITALIA

Incremento medio en altura (cm)						
Familia	1 <sup>er</sup> año	2 <sup>do</sup> año	3 <sup>er</sup> año	4 <sup>to</sup> año	5 <sup>to</sup> año	Diámetro al 5 <sup>to</sup> año
1	26,1	76,0	118,6	73,4	51,6	3,7
2	21,2	71,3	125,1	74,8	59,4	4,3
3	28,5	83,2	138,9	96,4	61,0	4,8
4	30,4	87,8	134,4	81,2	59,5	4,7
5	30,2	87,1	144,5	72,7	59,0	4,8
6	30,9	84,6	139,8	90,4	66,6	5,2
7	21,8	64,6	123,4	90,2	51,0	4,5
8	28,2	66,3	124,9	81,1	59,0	4,5
9	27,1	71,2	133,2	71,3	60,8	4,5
10	30,8	82,0	132,5	79,3	59,6	4,7

Fuente: Denci *et al.* (1982)



Fuente: Buresti (1993b).

Figura 35. Alternativas de cultivo para nogal común

ARF (s.f.) menciona que las dimensiones comercializables son de 40 cm de DAP para trozas aserrables, y más de 50 cm de DAP para trozas foliablés. Madera aserrada de 0,7-3 m de largo y 12-45 cm de ancho. Las ramas se usan hasta 12 cm de diámetro.

El precio medio de compra de trozas es bastante variable según la calidad, con un valor medio ponderado de US\$ 225/m<sup>3</sup>, con oscilaciones elevadas que van desde US\$ 190 a 1.210/m<sup>3</sup>. Este fenómeno se explica por la enorme cantidad de desecho y diferencias de precio entre calidades que a menudo existen, y que en general son superiores al 80% (Marinelli *et al.*, 1997).

Asimismo, ARF (s.f.) cita precios de madera aserrada de US\$ 930 a 2.480/m<sup>3</sup> según calidad; fustes enteros se transan a precios que oscilan entre los US\$ 372 y 620, o más, para plantas de gran calidad. Al final de la rotación se prevé una producción de 0,9-1,2 m<sup>3</sup>/individuo.

En Italia, el consumo interno anual de madera equivale a 40.000.000 de m<sup>3</sup>, de los cuales sólo 8.000.000 m<sup>3</sup> son de producción nacional (Provincia di Bologna, 1994). El mercado de esta madera, aunque pequeño en relación con el consumo interno total, representa una elaboración artesanal e industrial de gran tradición y antigüedad. Un 75% de la madera de nogal se destina a muebles y ornamentación de oficinas; luego siguen las puertas de habitaciones, parquet, ebanistería y otros trabajos artesanales.

Los valores de mercado son favorables, 2 a 3 veces más elevado que el valor de otras especies valiosas (como cerezo, nogal negro, fresno, arce, encinos, otras), pero muy diferenciada según calidad.

La madera más valorada es aquella clara, ya que permite resaltar el veteado y un mejor teñido; no debe presentar defectos. Las dimensiones mínimas deberían ser 3 m de largo con diámetros mínimos superiores mayores a 35 cm; de 2-3 m de largo y diámetros de 25-35 cm de diámetro para madera aserrada, aunque con mayores dimensiones se obtienen valores más elevados (Provincia di Bologna, 1994).

En Italia la madera se transa en US\$ 310-2.356/m<sup>3</sup> según la calidad. Para fustes foliablés se puede llegar a US\$ 3.100-3.720, y para chapas de más de 1 mm de espesor a precios de US\$1,86-3,10/m<sup>2</sup>. La madera procedente de ramas de 20-25 cm de diámetro se destina a artesanías y alcanza valores de US\$ 124 a 310/ m<sup>3</sup>(*op. cit.*).

Buresti *et al.* (1996) reportan precios de venta en pie de hasta US\$ 1.182 por planta para buenas calidades, obtenidas de raleos intermedios.

La demanda por madera de calidad es siempre constante y la oferta escasa. Al por mayor un comerciante vende la madera de nogal a US\$4.960, pero no más de 496 quedan en manos del arboricultor, por lo que existe la necesidad de organizar mejor este mercado (Botonelli, 1994).

El precio de 1 m<sup>3</sup> aserrado y acondicionado fluctúa, según calidad, entre US\$ 930 y 2,480 (Guglini, 1988).

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 713 y 1.426/m<sup>3</sup> en pie, sin IVA, en provincia de Belluno; de US\$1.426 a 1.902/m<sup>3</sup> para su madera aserrada, sin IVA, en provincia de Bolonia; de US\$ 1.902 a 2.853/m<sup>3</sup> para madera seleccionada, aserrada, estabilizada y secada, sin IVA, en provincia de Milán; de US\$ 1.664 a 2.378/m<sup>3</sup> para madera en troza, sin IVA, en provincia de Turín; y de US\$ 760 a 1.236/m<sup>3</sup> sin IVA para madera aserrada sin pulir en provincia de Udine.

ETSAF (s.f.a) indica precios de US\$ 1.240 a 2.480/m<sup>3</sup> para madera aserrada estabilizada seleccionada, sin IVA; de US\$ 434 a 558/m<sup>3</sup> para madera aserrada corta (hasta 1 m de largo) y desecho; y de US\$ 310 a 620/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

Las actuales tendencias del mercado de la industria del mueble van hacia un mayor abastecimiento de madera de calidad, por lo que a futuro será necesario fomentar plantaciones especializadas (Provincia di Bologna, 1994).

El color de la madera es un carácter tecnológico importante que le da un valor “plus”; entre las especies valiosas, desde este punto de vista, se encuentran el cerezo, el castaño y el nogal (Ducci *et al.*, 1989); esto ha llevado al inicio de investigaciones sobre el tema, especialmente en el caso de nogal, con las que se prevé que a futuro será posible producir conscientemente madera clara, oscura, variegada o intermedia.

Vieceli (1989) informa precios superiores a los US\$ 1.240/m<sup>3</sup> para madera aserrada de calidad.

Marinelli *et al.*, (1997), para la madera aserrada señalan que los precios medios ponderados van desde US\$ 935 a 3.333/m<sup>3</sup>, con un mínimo de US\$ 270/m<sup>3</sup>. Los precios varían mucho según las empresas analizadas: para las carpinterías industriales el precio ponderado es de US\$ 800/m<sup>3</sup>, mientras que la media aritmética de todos los precios se sitúa en un valor mucho más elevado, US\$3.750/m<sup>3</sup>.

Para la madera foliable o debobinable, alcanza valores muy elevados: se pasa de US\$ 970 a 1.940/m<sup>3</sup>. Esta variabilidad depende en gran medida de los estándares de calidad, que se resumen en color claro y uniforme de la madera, ausencia de nudos, fibra recta, ausencia de grietas o partiduras, dureza suficiente, diámetro mayor de 30 cm, y largo mínimo del tronco de 2.5 m (*op. cit.*).

Respecto a las chapas existen precios variables entre US\$ 2.9/m<sup>2</sup> para las industrias a un precio medio de US\$ 5.5/m<sup>2</sup>. Mayores rangos se encuentran si se analiza la calidad de la chapa: US\$ 9.7/m<sup>2</sup> la primera calidad; US\$ 7.3/m<sup>2</sup> la segunda, US\$4.5/m<sup>2</sup> la tercera y US\$ 1.5/m<sup>2</sup> la cuarta calidad (*op. cit.*).

## 3.2 NOGAL NEGRO

Esta especie llegó de Estados Unidos a Europa a través de Francia en el siglo XVII, donde su madera alcanza un valor inferior a la madera del nogal común, además de lo cual sus frutos no se usan como alimento debido a la dureza de la cascara (Fozzer, 1986). Su madera, de color gris oscuro (hasta violáceo) y albura clara, es pesada, medianamente dura, homogénea, pero puede sufrir alteraciones a medida que envejece; tradicionalmente se usa en la industria del mueble.

Esta especie puede alcanzar grandes dimensiones, superiores a las de nogal común, y también es más longeva.

Su madera presenta características parecidas a las de nogal común, pero es de calidad notablemente inferior, no obstante lo cual se usa para muebles y revestimientos interiores (ENTE, 1990).

Respecto al nogal común, se trata de una especie más exigente de humedad estival, menos exigente en luz y temperatura, más resistente al frío en invierno, pero más sensible a las heladas precoces y tardías; respecto al suelo es más exigente, puede soportar breves períodos de inundación y su aparato radicular profundizante le permite acceder a napas freáticas muy profundas (*op. cit.*).

El híbrido *J. nigra x J. regia* procedente de Francia, donde se realizó con el propósito de producir madera de valor, presenta vigor y posee características intermedias a los dos progenitores, pero su madera presenta un menor valor que el de nogal común, por lo que no es muy usado en Italia. Vieceli (1989) informa valores de US\$ 527 a 589/m<sup>3</sup> para esta madera.

ARF (s.f.) menciona que las dimensiones comercializables son fustes de 60 cm de diámetro; madera aserrada de 1-3 m de largo y 12-45 cm de ancho. El valor de mercado de la madera aserrada es de US\$ 558 a 1.550/m<sup>3</sup>, y la producción de 1 m<sup>3</sup>/individuo al final de la rotación, es estimada en 40-60 años.

### 3.3 CERZEZO

Es considerada una especie idónea para establecerse en plantaciones especializadas para producir madera de valor (Corona *et al.*, 1992).

Minotta (1994b) indica que para obtener producciones de madera de calidad y en períodos cortos se debe establecer en sitios cercanos a su óptimo ecológico (suelos de textura media, profundos, pH cercano a neutro, frescos).

La especie se presta bien a ser cultivada en hileras, lo que representa una oportunidad para las empresas que no pretenden modificar su ordenación productiva tradicional (*op. cit.*). En estos casos se recomiendan distanciamientos de 6 m sobre la hilera (Ciancio *et al.*, 1992).

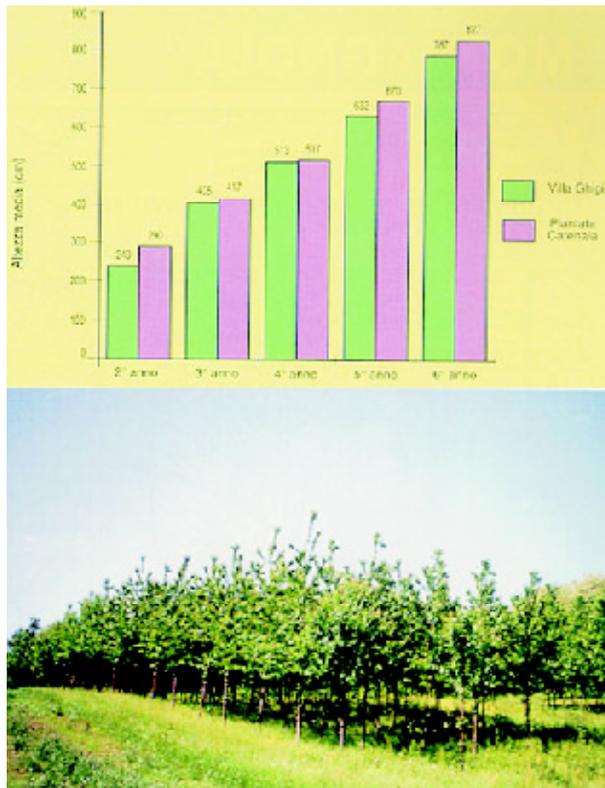
Se citan graves heridas provocadas por mamíferos silvestres, que facilitan la entrada de peligrosas enfermedades fungosas (Ferrari, 1994).

La Figura 36 muestra la evolución de una plantación pura de tres clones (Piantata Catenaiia, Villa Ghigi y Colli Bolognesi, éste con un elevado porcentaje de mortalidad por lo que se eliminó de los análisis) en la región Emilia Romagna, a 390 msnm y 20% de pendiente (Gavignano).

La Figura 37 muestra la evolución de una réplica de la anterior efectuada en otra área, a 330 msnm y 33% de pendiente (Montagnola). Confirma los resultados obtenidos otra réplica establecida a 535 msnm y 15% de pendiente, en montaña (Palazzo Prada) (Figura 38). La comparación de las 3 situaciones se muestra en la Figura 39, y en general se puede apreciar que los factores limitantes son diferentes en las diferentes situaciones (altitud, suelo).

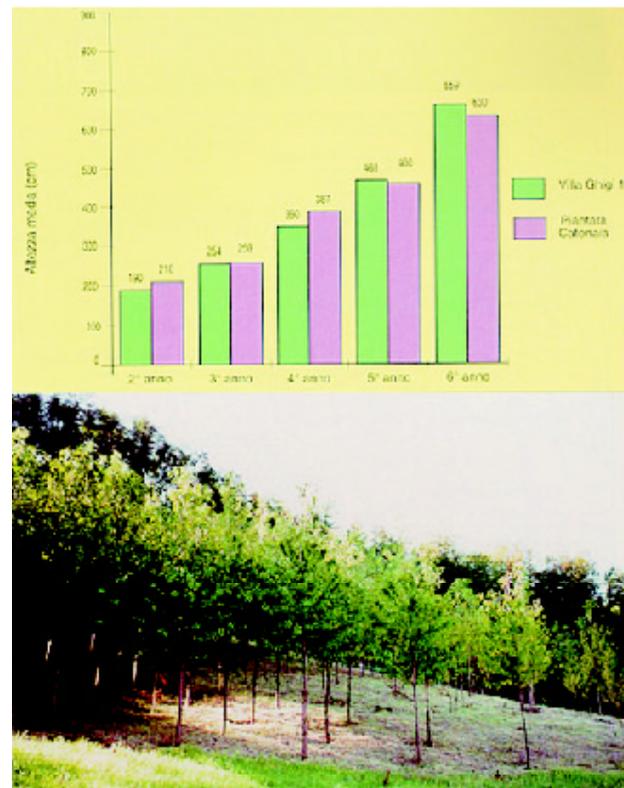
Se recomienda usar plantas de 1 año producidas a raíz desnuda o en cajón, con una densidad inicial de 3 x 3 m. Si se usa en forma pura se aconseja no establecer paños de más de 2 ha (Ciancio *et al.*, 1992).

Las podas a emplear son aquellas descritas como poda de formación; los raleos son indispensables ya que se trata de una especie exigente en luz, de crecimiento rápido en su juventud y que no soporta competencia; estas



Fuente: CBRP (1995)

Figura 36. Comparación entre dos clones de cerezo en área de colina (Gavignano, Italia)



Fuente: CBRP (1995).

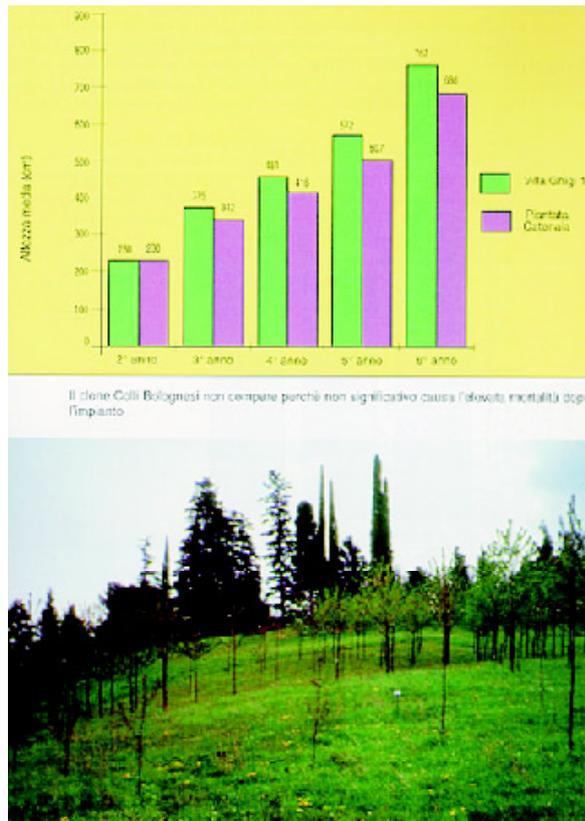
Figura 37. Comparación entre dos clones de cerezo en área de colina (Montagnola, Italia)

intervenciones deben ser selectivas, moderadas y graduales, de modo de dejar completamente libres las copas y favorecer el crecimiento en diámetro (*op. cit.*).

El crecimiento en altura se mantiene elevado hasta los 20 años y en diámetro hasta los 50 años; la rotación es de alrededor de 50 años debido a la corta vida de la especie. Mercurio y Tocci (1982) cit. por Ciancio *et al.* (1992) indican que a los 40-50 años se puede obtener 160-250 m<sup>3</sup>/ha.

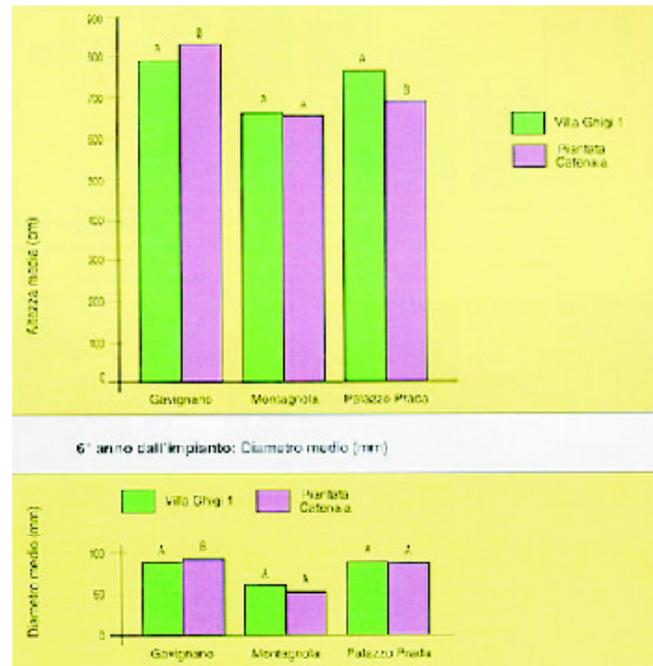
La siempre creciente demanda por su madera permite un mayor empleo de la misma, aunque sus requerimientos ecológicos impiden su cultivo en superficies extensas. Se puede usar en plantaciones puras, mezclado con coníferas, en hileras a lo largo de caminos, en enriquecimiento de bosques degradados y en hileras alrededor de campos agrícolas (*op. cit.*).

ARF (s.f.) cita precios de US\$ 496-620/m<sup>3</sup>, con 1,2 m<sup>3</sup>/planta (200 árboles finales). Se pueden comercializar fustes con diámetros superiores a los 30-40 cm, y madera aserrada con largos de 1,8 - 3,5 y anchos de 12-45 cm. Gambi (1968) la menciona como una madera óptima para muebles, lo que explica su valor.



Fuente: CBRP (1995).

Figura 38. Comparación entre dos clones de cerezo en área de montaña (Palazzo Prada, Italia)



Fuente: CBRP (1995).

Figura 39. Comparación de resultados obtenidos con cerezo común en tres situaciones del centro norte de Italia

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 393 y 590/m<sup>3</sup> en trozas puesto orilla de camino, sin IVA, en provincia de Turín; y de US\$ 520 a 580/m<sup>3</sup> para su madera aserrada, sin IVA, en provincia de Trieste.

ETSAF (s.f.a) indica precios de US\$ 380 a 618/m<sup>3</sup> para madera aserrada estabilizada, sin IVA, intermediario, y de US\$ 109 a 133/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

Viceli (1989) menciona que antiguamente el cerezo era empleado casi exclusivamente para muebles de cocina porque la baja porosidad de su madera la hace impermeable a los líquidos, y por lo tanto no manchable; el precio para madera aserrada de primera calidad, de 70 mm de espesor en ese período se valoraba en US\$ 527-558/m<sup>3</sup>.

Marinelli *et al.* (1997) afirman que para el cerezo existen abundantes datos de compra sólo de madera aserrada por parte de carpinterías industriales e industria del mueble, con precios de compra de US\$ 365 a 485/m<sup>3</sup>, para revenderla a US\$ 600 a 785/m<sup>3</sup>. Las diferencias en las valoraciones de las diferentes calidades no es particularmente elevada.

### 3.4 CASTAÑO

En las últimas décadas se verificó en Italia un abandono cultural de las plantaciones para fruta cultivadas históricamente. Ello se debió a varios factores, entre ellos, excesiva pendiente, baja fertilidad del suelo, dificultad de acceso, bajo valor comercial de las variedades existentes, falta de empresas especializadas, daños de *Endothia parasitica*, entre otros (Minotta y Pelleri, 1986). A partir de estas plantaciones abandonadas se desarrollaron muchos estudios con el objeto de convertirlas en estructuras aptas para la producción de madera, y en ciertos casos de frutos (Curto, 1981).

Las técnicas aplicadas para la producción de madera corresponden a cortas basales para convertirlo en monte bajo; corta como la anterior pero con posterior introducción de coníferas o latifoliadas de alto valor entre los tocones, o injerto de rebrotes con variedades de rápido crecimiento (*op. cit.*). Esta última técnica ha dado buenos resultados, sobretodo con la variedad *Politora*, que presenta buena forma, y mayor tasa de crecimiento. Ello es indicativo de la importancia de seleccionar una variedad apta con estos fines.

Múltiples investigaciones se han desarrollado en Italia sobre esta especie, y abarcan los temas de genética, biología, ecología, comparaciones varietales, propagación, cultivo para fruto incluyendo cosecha y productividad, plagas y enfermedades, daños climáticos, conservación y transformación de las castañas, producción de madera y biomasa, tecnología de la madera, usos múltiples de plantaciones, transformación de antiguos huertos frutales, plantaciones fruto forestales; que llegaron a involucrar a 71 investigadores en total, y 20 instituciones públicas y privadas (Bagnaresi *et al.*, 1983).

La presencia en toda Italia del cáncer de la corteza (*Cryphonectria parasitica*) obstaculiza las intervenciones de difusión y de mejoramiento productivo de las plantaciones frutales (Montecchio, 1996a). Esta enfermedad reduce el vigor de la parte aérea de las plantas, causando daños importantes en términos productivos; de hecho el patrimonio de la especie en Italia actualmente corresponde a un 60% del existente hace cuatro décadas. El hongo penetra a través de lesiones en plantas de cualquier edad, y afecta las ramas y el tronco, desecándolos. Es fácilmente reconocible porque las hojas y erizos del año anterior permanecen en el árbol. El hongo se difunde a través del viento, del hombre (plantas enfermas, herramientas de poda, etc.), e insectos.

Con el objetivo de combatir la enfermedad se han aislado cepas hipovirulentas, que pueden ser usadas para inocular los cánceres típicos (Grassi, 1981). Aproximadamente, después de 4-6 años deberían haber cicatrizado la mayoría de las heridas tratadas (Montecchio, 1996b). La enfermedad no ataca sólo a castaño europeo, sino que también a los castaños americanos y asiáticos (Magini, 1983).

Una investigación realizada sobre la protección de los injertos contra la enfermedad (Montecchio *et al.*, 1996) concluyó que cuando la cicatrización es rápida, la aplicación de una capa homogénea del producto (habiéndose probado varios de ellos) es más importante que la presencia de un fungicida en su formulación; ello, además de reducir la deshidratación, obstaculiza la penetración del patógeno en las hendiduras presentes entre púa y portainjerto, donde se dan las condiciones microclimáticas ideales para la multiplicación y la penetración de otros patógenos en los tejidos.

La madera de castaño es reconocida por sus buenas características tecnológicas, atractivo aspecto y elevada durabilidad; permite muchas aplicaciones (entre ellas el aserrado) y usos, incluyendo la madera estructural.

Sin embargo, presenta un fenómeno conocido como acebolladura que limita seriamente su utilización. Esta consiste en una separación longitudinal-tangencial de la madera, generalmente como una separación entre dos anillos de crecimiento consecutivos (Macchioni, 1996). El fenómeno puede ser total o parcial, y también se puede observar dentro del crecimiento del año. No existe claridad acerca de sus causas, citándose entre ellas el tipo de manejo, la genética, patógenos, factores ambientales o golpes. El fenómeno aumenta con el diámetro, por lo que está mayormente presente en la base de los troncos, y también puede manifestarse después de la elaboración de la madera, en trozos aparentemente sanos.

Debido a este fenómeno, que hace difícil producir madera de ciertas dimensiones, en general en Italia el castaño se maneja como monte bajo. A modo de ejemplo, en la zona del Monte Amiata se usan rotaciones de 23 años para producir postes para minas y para el uso agrícola, para lo cual se realiza un raleo de alrededor del 60% de los rebrotes a los 13 años (Accademia, 1979).

La posibilidad de obtener bosques que produzcan madera y frutos además de hongos de alto valor, como el *Boletus edulis*, se hace más cercana cuando se aplican técnicas que permiten estimular la producción de hongos (riego por aspersión, limpieza del suelo, etc.) en terrenos fácilmente accesibles, así como la micorrización (Meotto y Pellegrino, 1989).

ARF (s.f.) menciona que los fustes comercializables deben tener dimensiones de 30-40 cm de diámetro y los postes de 7-12 m de largo y 10-15 cm de diámetro; las rotaciones en monte bajo son de 20-30 años. Los valores para troncos aserrables son de US\$ 7,4-8/q<sup>12</sup> y US\$ 9,9-11,1/q para trozas foliadas, y US\$ 2,35/m<sup>3</sup> de postes telegráficos de 6,5 m de largo. Gambi (1968) la menciona como una madera óptima para muebles, lo que explica su valor.

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 570 y 856/m<sup>3</sup> para madera aserrada, sin IVA, en provincia de Bolonia; de US\$ 375/m<sup>3</sup> para tablones, sin IVA, en provincia de Nápoles; y de US\$ 5,2 a 8/quintal en troza puesto a orilla de camino, sin IVA, en provincia de Turín.

### 3.5 FRESNO

Crece espontáneamente a lo largo de cursos de agua y en los fondos de valle con suelos fértiles, aunque es indiferente al sustrato. Es una especie hidrófila pero también crece sobre terrenos secos. Para su establecimiento se usan plantas de 1 año a raíz desnuda o en cajón, con distanciamiento inicial de 3 x 3 m. Las podas de formación son indispensables para corregir la no siempre adecuada forma de los fustes. La rotación es superior a los 60 años (Ciancio *et al.*, 1992) y en Italia se registran incrementos medios de 5-11 m<sup>3</sup>/ha/año. También puede ser manejada como monte bajo.

Respecto a las condiciones climáticas, soporta muy bien el frío invernal, pero es sensible a las heladas tardías; es muy exigente respecto a las precipitaciones y demanda una cantidad considerable de ellas repartidas durante todo el año (Vieceli, 1989).

Su madera es dura, tenaz, muy elástica, trabajable, apreciada para muebles, chapas decorativas y artículos deportivos (ENTE, 1990).

---

<sup>12</sup> q = quintal

Para fresno existen datos relevantes sobre la compra de madera aserrada, con precios de compra que alcanzan US\$ 485 y 706/m<sup>3</sup>; los mayores volúmenes son comprados por las fábricas de muebles, que pagan en promedio US\$ 450/m<sup>3</sup> (Marinelli *et al.*, 1997).

Un documento anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 570 y 665/m<sup>3</sup> para madera aserrada, sin IVA, en provincia de Belluno; de US\$ 760 a 951/m<sup>3</sup> para su madera aserrada, sin IVA, en provincia de Bolonia; de US\$ 618 a 713/m<sup>3</sup> para madera aserrada, sin IVA, en provincia de Milán; de US\$ 5,2 a 8/quintal para madera en troza, sin IVA, puesto orilla de camino en provincia de Turín; de US\$ 332 a 451/m<sup>3</sup> sin IVA para madera en troza de calidad media en provincia de Turín; de US\$ 475 y 570/m<sup>3</sup> para fresno francés para madera aserrada calidad I y II puesto Turín; y de entre US\$ 508 y 518/m<sup>3</sup> para madera aserrada sin IVA en la provincia de Trieste.

ETSAF (s.f.a) indica precios de US\$ 403 a 527/m<sup>3</sup> para madera aserrada estabilizada, sin IVA, intermediario, y de US\$ 136 a 155/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

Vieceli (1989) informa precios de US\$ 527 a 589/m<sup>3</sup> para su madera aserrada.

### 3.6 ARCE

Crece en zonas montañosas y submontañosas, con precipitaciones anuales superiores a los 800-900 mm, con un máximo de 1-2 meses secos; alcanza 30-35 m de altura y 60-70 cm de DAP. Su madera, muy buscada para la confección de muebles por su hermoso veteado, también sirve para torneado, tallado, instrumentos musicales (es famoso el corte de chapa decorativa, que se usa para los dorsos de los violines) (Bernetti y Padula, 1984; ENTE, 1990).

Requiere suelos sueltos, profundos y frescos, no demasiado ácidos, a pesar de que acepta contenidos elevados de arcilla siempre que no se trate de suelos compactados. Soporta bien la sombra en su juventud. Las rotaciones fluctúan entre 60 y 80 años, aunque las mayores dimensiones se alcanzan alrededor de los 100-120 años, como en el caso de la haya (Buresti *et al.*, s.f.).

Se propaga por medio de plantas a raíz desnuda de 1-2 años. La densidad inicial a emplear para obtener madera de calidad es de 3 x 3 m, y en plantaciones en hilera de 7 m. La densidad definitiva es de 100 árboles/ha, y la rotación de 50-60 años. Las podas a efectuar consideran podas de formación iniciales en que se eliminan las bifurcaciones y las ramas más desarrolladas, y posteriormente podas de levante con intervenciones graduales (Ciancio *et al.*, 1992).

Experiencias realizadas en Alte Langhe reportan alturas medias de 6 m a los siete años de edad, y en comparación con cerezo ha mostrado mayores alturas y diámetros. Cuando se desea asociar esta especie se deben usar especies de crecimiento similar (Ciancio *et al.*, 1992).

Su madera es fácil de trabajar, demandada para muebles, por su veteado hermoso, y además se usa para trabajos en el torno, incisiones, fabricación de violines (cajas) y accesorios domésticos, además de ser un excelente combustible (ENTE, 1990).

Comercialmente se requieren trozas de más de 25-30 cm de diámetro y 2-3 m de largo, o más, para madera aserrada; y de más de 35 cm de diámetro por 1-3 m de largo para chapas decorativas (foliadas). Buresti *et al.* (s.f.) cita precios para la especie que van desde US\$ 322-403/m<sup>3</sup> sin IVA para tablas dimensionadas, y de US\$ 136 a 155/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

ARF (s.f.) indica dimensiones comercializables de fustes de 40-50 cm de diámetro, y madera aserrada de 1,5-4,5 m de largo por 12-40 cm de ancho. Respecto a los precios, para madera aserrada se puede obtener US\$ 496-620/m<sup>3</sup>. Las "radicas"<sup>13</sup> alcanzan precios bastante mayores. Un fuste se valora en alrededor de US\$ 186 la unidad en pie. Produce alrededor de 1 m<sup>3</sup> por individuo al final de la rotación, que es de aproximadamente 50 años.

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 475 y 856/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Bolonia; de US\$ 333 a 428/m<sup>3</sup> para su madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Turín; de US\$ 452 a 475/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Udine.

ETSAF (s.f.a) indica precios de US\$ 322 a 403/m<sup>3</sup> para madera aserrada estabilizada, sin IVA, intermediario, y de US\$ 136 a 155/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

Vieceli (1989) informa valores de US\$ 403 a 465/m<sup>3</sup> para su madera aserrada.

### 3.7 ALISO

En su zona de distribución las precipitaciones medias anuales varían entre 700 y más de 1.500 mm, con 3-4 meses de sequía estival; la temperatura media anual fluctúa entre 7 y 15 °C con medias del mes más frío de hasta -2 °C y mínimas absolutas de hasta -20 °C. Los suelos son variables, incluyendo arcillosos, calcáreos, superficiales o con afloramientos rocosos (ENTE, 1990).

Tiene un hábito alargado y copa pequeña, con ramas delgadas en sus primeros años.

Su madera, de textura fina y color rosáceo, presenta características mecánicas similares a las del álamo. Es demandada para obras hidráulicas, carpintería, embalajes, torneado, inserciones; también es apta para tableros, paneles y pulpa; calidad media como combustible (ENTE, 1990).

Puede ser manejada como monte alto o bajo, con rotaciones de 12-20 y 40-60 años respectivamente; y productividad de 10-20 y 6-12 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente.

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 214 y 285/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Turín.

### 3.8 OTRAS MENORES

Entre éstas se mencionan al olmo, al tilo y a los robles o encinos.

El **olmo** es un gran árbol de crecimiento rápido, que difícilmente forma bosques puros. Su madera se utiliza para barcos, puentes, madera aserrada, carpintería, y también para muebles y tableros. Es cotizada

---

<sup>13</sup> Formación redondeada que se forma en la base de algunos árboles que se folia y alcanza valores unitarios, en función del tamaño, presencia de corteza incluida y otras.

a alrededor de US\$ 310 a 372/m<sup>3</sup> (ARF, s.f.). Gambi (1968) la menciona como una madera óptima para muebles, lo que explica su valor.

En general los datos son más escasos debido a la menor oferta por problemas fitosanitarios, pero su madera aserrada alcanza valores comparables a los del fresno, entre US\$ 470 y 730/m<sup>3</sup>, precio de venta de madera aserrada en el comercio (Marinelli *et al.*, 1997).

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 570 y 903/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Bolonia; de US\$ 5,2 a 8,0/quintal para madera en troza, sin IVA, en provincia de Turín.

El **tilo** es una especie poco sociable, y su crecimiento puede ser rápido siempre que reciba suficiente luz; es una especie muy exigente, evita los terrenos muy ácidos. Su fuste generalmente es regular. La madera es tierna, de textura fina y se trabaja fácilmente, también en el torno, por lo que se usa para elaborar las cajas de los pianos. ARF (s.f.) considera que existe un buen mercado para fustes no excesivamente gruesos.

Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 347 y 475/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad media, sin IVA, en provincia de Turín.

En el caso de los **encinos**, las dos especies principales son la farnia (*Quercus robur*) y la rovere (*Quercus petraea*), que crecen sobre todos los terrenos profundos, frescos y fértiles. Son especies longevas y muy productivas. Su madera es muy apreciada, sobretudo para la fabricación de muebles; su precio oscila entre US\$ 309 y 713/m<sup>3</sup>.

Según Marinelli *et al.* (1997), aunque se encuentra poca venta de trozas de ambas especies, su precio medio equivale a US\$ 195/m<sup>3</sup>, con una gran variabilidad (precios desde US\$ 62 hasta 1.000/m<sup>3</sup>), la que se debe a la extrema variabilidad cualitativa del material. La madera aserrada se adquiere a precios de US\$ 685 a 767/m<sup>3</sup>. Los precios máximos registrados fluctúan entre US\$ 1.212 y 1.395/m<sup>3</sup> en las mueblerías.

Para la rovere, Anónimo (2000) publica precios variables entre US\$ 618 y 760/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Belluno; de US\$ 713 a 1.093/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Bolonia, procedente de Eslovenia; de US\$ 499 a 546/m<sup>3</sup> para madera aserrada, sin IVA, en provincia de Ferrara; de US\$ 832 a 879/m<sup>3</sup> para madera aserrada, sin IVA, en provincia de Ferrara, procedente de Eslovenia; de US\$ 760 a 951/m<sup>3</sup> sin IVA para madera aserrada de calidad en provincia de Milán; entre US\$ 380 a 451/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad media en provincia de Turín; entre US\$ 689 y 856/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Turín, de procedencia Francia; entre US\$ 856 y 998/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Turín, de procedencia Eslovenia; entre US\$ 722 y 794/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II, sin IVA, en provincia de Trieste, de procedencia Eslovenia; entre US\$ 808 y 903/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad I y II en provincia de Udine de procedencia Eslovenia; y de entre US\$ 380 y 428/m<sup>3</sup> para madera aserrada calidad III, sin IVA, en provincia de Udine de procedencia Eslovenia.

Para la farnia, ETSAF (s.f.a) indica precios de US\$ 496 a 744/m<sup>3</sup> para madera aserrada estabilizada, sin IVA, intermediario, y de US\$ 155 a 186/m<sup>3</sup> para trozas aserrables.

### 3.9 CONÍFERAS

Morandini (1989) resalta la importancia del cultivo de varias especies de coníferas, entre las cuales destaca pino oregón, que correspondería a la arboricultura de madera de cantidad. ETSAF (s.f.a) indica precios US\$ 69 a 93/m<sup>3</sup> para trozas aserrables, de US\$ 186 a 217/m<sup>3</sup> para madera de embalaje y de US\$ 37 a 49/m<sup>3</sup> para trozas para pasta y papel.

ETSAF (s.f.a) señala otras coníferas potenciales como pino laricio (*Pinus laricio*) cuyos precios oscilan entre US\$ 55 y 62/m<sup>3</sup> para trozas aserrables, US\$ 167 a 198/m<sup>3</sup> para madera de embalaje, sin IVA y de US\$ 31 a 37/m<sup>3</sup> para trozas para pasta y papel; y cedro del Atlas (*Cedrus atlantica*) con precios que oscilan entre los US\$ 74 a 86/m<sup>3</sup> para trozas aserrables, de US\$ 173 a 204/m<sup>3</sup> para madera de embalaje y de US\$ 37 a 43/m<sup>3</sup> para trozas para paneles.

## 4. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA EN ITALIA

Tanto la arboricultura para producir maderas valiosas como las plantaciones mixtas son tecnologías incorporadas a nivel sociocultural (son conocidas y aplicadas por gran parte de la sociedad agrícola), reglamentario (existen subsidios cuantiosos para ambas), de I&D (importantes recursos se están destinando a investigar diferentes temáticas de ambos rubros), productivos y de mercado (una mayor coordinación se está produciendo entre productores, especialistas e industriales, a fin de promover mayores beneficios para cada uno de los actores involucrados). En el Cuadro 7 se esquematizan los diferentes aspectos relacionados con las perspectivas de desarrollo de la arboricultura en Italia.

CUADRO 7. ASPECTOS RELACIONADOS CON LAS PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA PARA MADERAS VALIOSAS EN ITALIA

Rubro	Especies	Tecnología/ Manejo	Maquinaria	Aspectos Organizacionales	Aspectos Comerciales	Perspectivas de Desarrollo en Europa	Otros de Interés
Plantaciones Mixtas	Nogales común y negro, cerezo, arce, fresno, encinos, <i>Sorbus spp.</i> , álamo, alisos, olmo, <i>Elaeagnus spp.</i> , peral, avellano europeo, pawlonia, plátano, robinia, especies arbustivas varias.	Plantaciones en grupo. Plantaciones en hilera. Asociaciones a nivel de árbol individual. Diferentes disposiciones de plantación. Diferentes raleos aplicables en cada situación particular. Fase de desarrollo de un árbol y su relación con las técnicas de manejo a aplicar.	Máquinas plantadoras. Herramientas de plantación manual.	Capacitación de personal para el establecimiento de plantaciones mixtas complejas. Coordinación de la investigación con los organismos estatales y el sector privado involucrado.	Mercados de especies de alto valor. Problemas existentes para la comercialización de ciertos productos derivados del manejo (menores dimensiones). Mercado de productos derivados de especies secundarias.	Algunos modelos de plantación ya experimentados se están aplicando a nivel operativo, e incluso han sido incorporados en los reglamentos como un requerimiento de carácter obligatorio. Otros modelos se están estudiando, y su aplicación dependerá de los resultados que se obtengan. Se puede concluir que las plantaciones mixtas han sido incorporadas tanto a nivel público como privado, validándose como un método de gran utilidad y efectividad.	Reducción y control de plagas y enfermedades importantes que afectan y dañan especies de alto valor. Un signo importante de lo anterior son las PM de nogal y álamo, que están desarrollando los productores tradicionales de álamo, con el objetivo de reducir los daños causados por las cada vez más numerosas plagas y enfermedades que afectan al álamo.

Rubro	Especies	Tecnología/ Manejo	Maquinaria	Aspectos Organizacionales	Aspectos Comerciales	Perspectivas de Desarrollo en Europa	Otros de Interés
Poda de latifoliadas para producción de madera de alto valor	Nogal, cerezo, arce, fresno, encinos, alisos, <i>Sorbus torminalis</i> .	Poda a modo de plumero. Poda progresiva. Poda estival. Poda iterativa.	Varias herramientas de poda.	Importancia de contar con personal altamente calificado para ejecutar podas adecuadas, lo que incluye un conocimiento avanzado de las especies a intervenir, de la fisiología, y de la realidad socioeconómica y cultural.	Diferencias de valor entre madera de calidad, sin defectos, y la madera con defectos (en el caso de nogal el precio fluctúa entre US\$150-US\$3.000/m <sup>3</sup> , dependiendo de la calidad) y para otras especies los rangos de fluctuación son similares; Impactos de las técnicas de poda aplicadas y los defectos que se originan en la madera, con su consiguiente impacto económico (rangos de precios similares a los expuestos).	Existen investigaciones a nivel nacional y europeo sobre nuevas técnicas de poda, lo que es un indicador de las perspectivas de evolución de la técnica en dicho continente. Los fondos asignados a dichos estudios son un indicador de la importancia a nivel operativo de esta actividad. Dada las decisiones estratégicas y políticas a nivel comunitario, se estima que este tema se seguirá desarrollando con mucho interés y dedicación en Europa.	El desarrollo de esta técnica requiere de sólidos conocimientos de fisiología y biología de los árboles, temas que están siendo desarrollados tanto en Europa como Estados Unidos, y que representa para Chile un desafío importante.

Rubro	Especies	Tecnología/ Manejo	Maquinaria	Aspectos Organizacionales	Aspectos Comerciales	Perspectivas de Desarrollo en Europa	Otros de Interés
Arbori- cultura	Nogales común y negro, cerezo, arce, fresno, encinos, <i>Sorbus spp.</i> , álamo, alisos, olmo, <i>Elaeagnus spp.</i> , peral, avellano europeo, pawlonia, plátano, robinia, especies arbustivas varias.	Plantaciones puras. Plantaciones mixtas. Plantaciones en hilera. Producción de madera fina en cortinas cortaviento.	Herramientas de poda. Herramientas de plantación manuales y mecanizadas. Diferentes tipos de mulch, y <i>shelters</i> o protecciones individuales.	La realidad socioeconómica y cultural en que se encuentra una propiedad, así como los intereses, objetivos y capacidad de gestión de un propietario, definen la posibilidad de efectuar plantaciones mixtas o plantaciones puras.	Mercados de especies de alto valor. Problemas existentes para la comercialización de ciertos productos derivados del manejo (los de dimensiones inferiores especialmente). Mercados de productos derivados de especies secundarias	Algunos modelos de plantación ya experimentados se están aplicando a nivel operativo, e incluso han sido incorporados en los reglamentos como un requerimiento de carácter obligatorio. Otros modelos se están estudiando, y su aplicación dependerá de los resultados. Se puede concluir que las plantaciones mixtas han sido incorporadas tanto a nivel público como privado, validándose como un método de gran utilidad.	El cultivo de latifoliadas de alto valor permite dar una nueva utilización a especies tradicionalmente usadas en el mundo agrícola, así como incorporar otras de excelentes perspectivas de desarrollo. El desarrollo de esta técnica podría constituir un aporte significativo al proceso de diversificación del sector forestal chileno, con efectos positivos sobre la economía, la estabilidad del ambiente, la producción, la sociedad, y en términos de estrategias de mediano y largo plazo.

## 5. CONCLUSIONES

- La realización de plantaciones exitosas para producir madera de calidad no es fácil;
- Existe la convicción de que la incorporación del árbol en forma significativa en colinas, lomajes y valles agrícolas es positiva para constituir sistemas agroambientales válidos, que no se oponen a la agricultura, sino que más bien se benefician de ella (Negrini, 1994).
- Respecto a la situación del rubro de maderas valiosas en Europa, esta estrategia sigue siendo prioritaria, y los avances en la I&D a futuro permitirán que se concrete como uno de los actores más importantes a escala mundial. No obstante lo anterior, Chile tiene perspectivas interesantes para implementar dichas técnicas, tanto al nivel de I&D como operativo, debido a los siguientes factores:
  - Características edafoclimáticas favorables;
  - Menor costo de mano de obra;
  - Seriedad y calidad con que se enfrentan los desafíos productivos;
  - Ganancia de tiempo derivada de los resultados de las investigaciones realizadas en Europa, cuyos resultados son públicos y permiten partir con cierta ventaja en algunos temas específicos;
  - Crisis sostenida del sector agrícola, que requiere urgentemente de nuevas alternativas productivas.
- No obstante lo anterior, existen también grandes desafíos en estas áreas, entre los que se encuentran la realización de programas de I&D que permitan en forma apropiada e integral desarrollar estos temas; la capacitación de profesionales en estas áreas técnicas recientemente conocidas en Chile; y una mayor coordinación y alimentación mutua con los organismos estatales encargados de los subsidios relacionados.
- Para avanzar en esta línea de trabajo es necesario potenciar la investigación, divulgar los resultados obtenidos, especializar profesionales y técnicos, aplicar correctamente los conocimientos adquiridos y simplificar las normativas relacionadas al tema.
- La arboricultura para producir maderas valiosas ofrece perspectivas muy interesantes para agricultores que están interesados en introducirla en sus predios. Sin embargo, al tratarse de una decisión que involucra el mediano y largo plazo, es indispensable que sea el fruto de un análisis y programación exhaustiva que considere el ambiente socio económico, las características del propietario o empresa (entre ellas, de importancia es la capacidad de gestión) y las características del sitio.
- El consumo mundial de frutos secos en general, y de la nuez en particular, está en aumento en muchos países. Por este motivo el cultivo del nogal con doble objetivo productivo (nuez-madera) puede resultar conveniente.
- El elevado ingreso que se obtiene al final de la rotación puede hacer conveniente el cultivo del nogal aún en superficies reducidas, y por ende en el caso de un sistema fraccionado de propiedad de la tierra.
- La importancia de impulsar la arboricultura para maderas valiosas ha sido considerada en el Plano Forestal Nacional Italiano (Ciancio *et al.*, 1992), por su relevancia socioeconómica y ecológica.

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

ACCADEMIA NAZIONALE DI AGRICOLTURA. 1979. Produttività e valorizzazione dei castagneti da frutto e dei cedui di castagno. Ed. Edagricole. Bologna, Italia. 179 p.

ACCADEMIA NAZIONALE DI AGRICOLTURA. 1992. Arboricoltura da legno in collina e in montagna. Ed. Edagricole. Bologna, Italia. 171 p.

ALZETTA, C.; BOSCHIERO, W. 1995. Pacciamatura lineare in EVA e pacciamature individuali a confronto in impianti di pianura. Monti e Boschi N° 6: 23-28.

AMORINI, E.; FABBIO, G. 1992. L'allevamento in contenitore: il sistema ISSA. Note di Informazione sulla Ricerca Forestale, Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. N° II, 2.

ANÓNIMO. 1987a. Noce e ciliegio da legno: esame della produzione vivaistica nell' Appennino centro-settentrionale. Ann. Ist. Sper. Selv. Vol. XVIII:177-211.

ANÓNIMO. 1987b. Ricerche sull' effetto esercitato da alcune formule di concimazione sul tenore in elementi minerali delle foglie di *Juglans regia* L. Ann. Ist. Sper. Selv. Vol. XVIII: 336-353.

ANÓNIMO. 2000. Principali mercati dei legnami in Italia. Linea Ecologica 32 (2): I-VI.

ANSALONI, P. Sf. Vivaistica forestale tra pubblico e privato.

ARF (Azienda Regionale delle Foreste). Sf. Le specie legnose pregiate. 30p.

ARF (Azienda Regionale delle Foreste). 1995. Schede di orientamento alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno in Regione Lombardia. 13 p.

BAGNARESI, U. 1989. Congresso Mondiale sull'Educazione Forestale

BAGNARESI, U.; MAGINI, E.; SANSAVINI, S. 1983. Situazione e prospettive della ricerca biologico-culturale sul castagno in Italia. Atti II Convegno Interregionale del Castagno. Pubblicazione 506, Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Bologna. Pp: 91-122.

BAGNARESI, U.; CIANCIO, O.; ECCHER, A.; MINOTTA, G.; PETTENELLA, D.; PONTICELLI, P. 1986. Il miglioramento dei boschi e la possibilità di recupero alla produzione legnosa dei terreni agricoli abbandonati nella collina italiana. In: Studio generale della collina italiana. Ed. Edagricole. 386 p.

BERNETTI, F. 1991. Progetto specie legnose pregiate. Azienda Regionale delle Foreste Regione Lombardia. 61 p.

BERNETTI, G.; PADULA, M. 1984. Le latifoglie nobili nei nostri boschi. Edagricole, Bologna, Italia. 51 p.

BERTOLOTTI, C.; PISANELLI, A.; CANNATA, F. 1996. Le modalità di applicazione del Reg. CE 2080/92 in Italia ed in Francia; incentivi alla forestazione su terreni agricoli. Linea Ecologica XXVIII, N° 5.

BOTONELLI, F. 1994. Per fare l'albero ci vuol perizia. Terra e Vita N° 40: 8-10.

BURESTI, E. 1992a. L'allevamento in cassone. Note di Informazione sulla Ricerca Forestale, Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. N° II, 2.

BURESTI, E. 1992b. La coltivazione del noce e del ciliegio. Convegno Ass. Nazionale Dottori in Scienze Forestali, Bologna, 7/2/1992.

BURESTI, E. 1992c. Orientamenti tecnici sull'impianto e la coltivazione del noce da legno. Linea Ecologica N°1 (XXIV). Atti del convegno Imboschimento con noce: orientamenti colturali e produttivi, Porano, Dic. 1992. Pp: 12-18.

BURESTI, E. 1993a. Arboricoltura di pregio. Agricoltura Ricerca N° 147/148: 67-76.

BURESTI, E. 1993b. Realizzazione e gestione degli impianti di arboricoltura per la produzione di legname di pregio. Le indicazioni scaturite da quindici anni di attività sperimentale. Università degli Studi di Sassari – CRAS. Pp: 63-73.

BURESTI, E. 1994. Il bosco torna in pianura; le prospettive dopo 15 anni di esperienze. Atti Consorzio della Bonifica Reno Palata. 26 p.

BURESTI, E.; AIELLO, O. 1989. Modalità di impianto e coltivazione nelle piantagioni di latifoglie nobili. Le Foreste N° 5: XVI-XXI.

BURESTI, E.; FRATTEGANI, M. 1994. Impianti misti in arboricoltura da legno. Primi risultati in un impianto di farnia (*Quercus robur*) e ontano napoletano (*Alnus cordata*). Ann. Ist. Sper. Selv. 23: 183-199.

BURESTI, E.; FRATTEGANI, M. 1995. Alcune considerazioni sull'arboricoltura da legno. Sherwood N° 1: 11-16.

BURESTI, E.; MORI, P. 1995. Sesti e distanze d'impianto per il noce. Sherwood N° 6: 6-13.

BURESTI, E.; MORI, P. 1998. Un modulo per un arboricoltura da legno semi-estensiva. Sherwood N° 39: 25-29.

BURESTI, E.; MORI, P. 1999. La doppia pianta: un'assicurazione sulla farnia come specie principale. Sherwood N° 47: 7-13.

BURESTI, E.; SESTINI, L. 1994. Effetti delle protezioni individuali su giovani piante di farnia (*Quercus robur*). Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo. Vol. 22: 227-239.

BURESTI, E.; DE MEO, I.; PELLERI, F. 1999. Criteri e risultati di un diradamento in un impianto di arboricoltura da legno di farnia (*Quercus robur*). Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura. Vol. 29: 29-40

BURESTI, E.; CIARDI, C.; FRATTEGANI, M.; SCARAVONATI, A. 1996. Considerazioni su alcuni impianti di arboricoltura da legno. Sherwood N° 9: 29-33.

BURESTI, E.; FAINI, A.; MERCURIO, R.; NOCENTINI, S.; DUCCI, F.; PARRINI, C. s.f. L Arboricoltura da legno in Toscana. Prima Parte: Le specie principali. ISSA-Ente Toscano Sviluppo Agricolo e Forestale. 64 p.

CANNATA, F. Sf. La ricerca e l'innovazione tecnologica per il sistema legno. Manuscrito.

CIANCIO, O.; LA MARCA, O.; MERCURIO, R.; SANESI, G. 1992. Le problematiche dell arboricoltura da legno di qualità e di quantità. Cellulosa e Carta N° 3: 19-32.

CIANCIOSI, L. 1996. Risultati economici di un impianto di arboricoltura da legno. Sherwood N° 13: 7-14.

CICCARESE, L. 1995. Influenza della disposizione e del livello di interrimento del seme sulla germinazione, sviluppo e conformazione di *Juglans regia* in vivaio. Monti e Boschi N° 2: 56-60.

CICCARESE, L. 1997a. Comportamento in pieno campo di semenzali di *Juglans regia* L. allevati a radice nuda, in contenitore e in cassone. Monti e Boschi N° 2: 28-32.

CICCARESE, L. 1997b. Possibilità di diffusione in Italia della produzione di semenzali di *Juglans regia* di un anno a radice nuda con la tecnica dello sfittonamento. Monti e Boschi N° 3: 27-37.

CBRP (Consorzio della Bonifica Reno Palata). 1995. Programma di Attività Sperimentali concernenti nuovi criteri di arboricoltura da legno su terreni di collina e pianura. Sintesi dei dati raccolti nel comprensorio del consorzio della Bonifica Reno-Palata, 1980/1994. 94 p.

COLLETTI, L. 2001. Risultati dell'applicazione del regolamento CEE 2080/92 in Italia. Sherwood N° 70: 23-31.

CORONA, P.; FACCIOTTO, G.; MARIANO, A. 1992. Schede colturali orientative ad alcune specie impiegabile in arboricoltura da legno. En: Accademia Nazionale di Agricoltura. Arboricoltura da legno in collina e in montagna. Ed. Edagricole. Pp: 155-167.

CURTO, A. 1981. Il castagno: una coltura da mantenere. Agricoltura e Ricerca N° 6: 29-34.

D'AMBROSI, E. 1993. Valutazione qualitativa della produzione di specie legnose pregiate nei vivai A.R.F. Azienda Regionale delle Foreste Regione Lombardia. 129 p.

DE ROGATIS, A.; ROSSI, V. 1994. Indagine preliminare sulla capacità di rigenerazione in vitro di *Prunus avium*. Ann. Ist. Sper. Selv. 23: 239-256.

DENCI, L.; MERCURIO, R.; MORONI, M.; TOCCI, A. 1982. Le possibilità di coltivazione del noce da legno. *Agricoltura e Ricerca* N° 14: 36-41.

DE MEO, I.; FALCIONI, S.; BURESTI, E. 1996. Considerazioni su alcuni impianti di arboricoltura da legno. *Sherwood* N° 14: 31-34.

DE MEO, I.; MORI, P.; PELLERI, F.; BURESTI, E. 1999. Prime indicazioni sugli interventi di diradamento nelle piantagioni di arboricoltura da legno. *Sherwood* N° 43: 15-20.

DUCCI, F.; VERACINI, A. 1990. Criteri di scelta e sistema di valutazione di fenotipi superiori nel miglioramento genetico di latifoglie a legname pregiato. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*. Vol. 21: 57-79.

DUCCI, F.; TOCCI, A.; VERACINI, A. 1988. Sintesi del registro del materiale di base di *Prunus avium* in Italia centro settentrionale, Basilicata e Calabria. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*. Vol. XIX: 265-303.

DUCCI, F.; VERACINI, A.; JANIN, G. 1989. Misurare el colore. *Xilon* 2(22): 102-104.

DUCCI, F.; VERACINI, A.; TOCCI, A.; CANCIANI, L. 1990. Primi risultati di una sperimentazione pilota di arboricoltura clonale da legno con *Prunus avium* L. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*. Vol. 21: 81-108.

ENTE (Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta). 1990. Principali latifoglie da legno. 80 p.

ETSAF (Ente Toscano Sviluppo Agricolo Forestale). Sfa. *L' Arboricoltura da legno in Toscana*. Primer Volumen: Le Specie Principali. 64 p.

ETSAF (Ente Toscano Sviluppo Agricolo Forestale). Sfb. *L' Arboricoltura da legno in Toscana*. Segundo Volumen: *Techniche di Impianto*. 32 p.

FABIANO, F.; MARCHI, E.; PIEGAI, F. 1999. Lavori di diradamento in impianti di arboricoltura da legno con latifoglie di pregio. *Sherwood* N° 50: 7-13.

FAINI, A. 1997. Produzione vivaistica di piantine forestali: risultati di alcune esperienze condotte presso il vivaio forestale regionale Val di Sieve. *Sherwood* N° 20: 23-30.

FALCIONI, S. 1998. Nuove regole per lo sviluppo rurale. *L'Informatore Agrario* N° 24: 19-21.

FALCIONI, P. 1999. Lo sviluppo rurale secondo Agenda 2000. *L'Informatore Agrario* N° 14: 9-11.

FALCIONI, S.; BRUNORI, A. 1997. Potature e alterazioni del legno. *Sherwood* N° 21: 9-12.

FALCIONI, S.; DE MEO, I.; BURESTI, E. 1996. La potatura del noce: descrizione delle tecniche più utilizzate. *Sherwood* N° 12: 11-16.

FERRARI, R. 1994. Il bosco torna in pianura. Aspetti fitosanitari di colture sperimentali di noce e ciliegio da legno. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale Ca' Ghironda. Pp: 12-13.

FOZZER, F. 1986. Impiantiamo il noce comune o il noce nero? *Informatore Agrario* N° 18: 47-50.

FRATTEGIANI, M. 1997. Il ciliegio (*Prunus avium* L.). *Rosaceae*. *Sherwood* N° 19: 31-34.

FRATTEGIANI, M.; MERCURIO, R. 1991. Il fattore di competizione delle chiome (CCF) nella gestione delle piantagioni da legno di noce comune (*Juglans regia* L.). *Monti e Boschi* N° 5: 59-62.

FRATTEGIANI, M.; MORI, P. 1995. Considerazioni su alcuni impianti di arboricoltura da legno. *Primer* Parte. *Sherwood* N° 7: 46-49.

FRATTEGIANI, M.; MORI, P. 1996. Considerazioni su alcuni impianti di arboricoltura da legno. *Seconda* Parte. *Sherwood* N° 8: 24-26.

GALLO, S.; PENNACCHIO, E.; SILEO, R.; CANESTRINI, L. 1998. Applicazione del reg. CEE 2080/92 in Basilicata: primi risultati. *Sherwood* N° 33: 21-25.

GAMBI, G. 1968. Il noce, pianta da non dimenticare nelle colture da legno. *Monti e Boschi* N° 18 (3): 41-52.

GIAU, B. 1993. Arboricoltura da legno come fattore di sviluppo per le aree rurali. *Linea Ecologica* N° 1 (XXIV). Atti del convegno Imboschimento con noce: orientamenti culturali e produttivi, Porano. Dic. 1992.

GIAU, B. 1995. Prospettive per una nuova arboricoltura da legno. *Monti e Boschi* N° 3 (46): 3-4.

GRASSI, G. 1981. Castagno, una grande potenzialità produttiva. *Agricoltura e Ricerca* Año IV N° 8. Pp: 40-49.

GUGLINI, M. 1988. Il noce, un mercato sempre aperto e prospettive allettanti e durature. *Verde Foreste* N° 4: 15-17.

MACCHIONI, N. 1996. La cipollatura del legno di castagno. *Sherwood* N° 10: 10-14.

MAGINI, E. 1983. Il cancro corticale del castagno. *Agricoltura Ricerca* N° 23/24: 9-13.

MARINELLI, A.; CASINI, L.; BERNETTI, I.; MARONE, E.; FRATINI, R.; ALBANI, M.; SAVIGNANO, A. 1997. L'impatto economico dei nuovi interventi di politica forestale comunitaria: i nuovi impianti di latifoglie pregiate. *Ann. Ist. Selv.* 429-476 XXV y XXVI.

MEOTTO, F.; PELLEGRINO, S. 1989. Comportamento in campo di Querce e castagno micorrizati con *Boletus edulis* Bull. *Informatore Agrario* N° 47: 57-61.

MERCURIO, R. s.f. Considerazioni sul recupero di terre marginali agricole con l'impiego di latifoglie a legname pregiato.

MERCURIO, R. 1988. Il noce da legno nell'Italia centro-settentrionale. *Cellulosa e Carta* N° 2: 24-33.

MERCURIO, R. 1993. L'arboricoltura da legno per il recupero di terreni agricoli. *Cellulosa e Carta* N° 2: 59-63.

MERCURIO, R.; TOCCI, A. 1983. Prospettive per l'impiego del ciliegio (*Prunus avium L.*) nelle piantagioni da legno. *Agricoltura e Ricerca* N° 30: 41-45.

MERCURIO, R.; SACCHETTI, P.; TASSINARI, G. 1992. *Zeuzera pyrina* nelle piantagioni di noce da legno: prevenzione e lotta. Note di Informazione sulla Ricerca Forestale, Anno II, 2.

MEZZALIRA, G. 1989. La potatura degli alberi nelle piantagioni da legno. *Le Foreste* N° 5: XI-XV.

MEZZALIRA, G. 1995. La pacciamatura con film plastico negli impianti forestali. *Sherwood* N° 1: 17-22.

MEZZALIRA, G. 1997. Primo bilancio dell'applicazione del regolamento 2080/92 in Italia. *L'Informatore Agrario* N° 8: 29-32.

MINOTTA, G. 1981. Il noce: una pianta preziosa per la montagna. Pubblicazione 442, Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Bologna.

MINOTTA, G. 1989. Il rimboschimento dei terreni ex-agricoli dell'Appennino: primi risultati sul confronto tra diverse tecniche di lavorazione del suolo. *L'Italia Forestale e Montana* XLIII, 6: 474-483.

MINOTTA, G. 1994a. L'attività svolta dal Consorzio di Bonifica Reno Palata nei settori dell'arboricoltura da legno con specie di pregio e del rimboschimento dei terreni agricoli: considerazioni sui primi risultati ottenuti. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale ca' Ghironda. Pp: 14-15.

MINOTTA, G. 1994b. Ciliegio e noce: ritornano due specie da legno. *Terra e Vita* N° 42:30-32.

MINOTTA, G.; PELLERI, G.F. 1986. La conversione dei castagneti da frutto abbandonati in ceduo da legno: primi risultati sulla introduzione per innesto di varietà con rapido accrescimento. *Atti Giornate di Studio sul Castagno, Caprarola*. Pubblicazione 615 Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Bologna. Pp: 243-255.

MINOTTA, G.; TAMPONI, G. 1983. La coltura del noce a duplice attitudine produttiva nelle zone montane. *Frutticoltura*, Anno XLV, N° 12: 55-58.

MINOTTA, G.; LOEWE, V.; FERRI, D. 1993. Indagine sulla coltivazione del noce da legno (*Juglans regia L.*) in alcuni ambienti dell'Appennino Settentrionale. *Monti e Boschi* N° 3: 46-56.

MONTECCHIO, L. 1996a. Il cancro corticale del castagno. Prima parte. *Sherwood* N° 9: 7-11.

- MONTECCHIO, L. 1996b. Il cancro corticale del castagno. Seconda parte. Sherwood N° 10: 7-14.
- MONTECCHIO, L.; CAUSIN, R.; MUTTO ACCORDI, S. 1996. Prove di protezione di innesti di castagno da *Cryphonectria parasitica*. Monti e Boschi N° 4: 38-40.
- MORANDINI, R. 1989. Possibilità di arboricoltura da legno con alcune conifere in ambiente mediterraneo. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Vol. 20: 5-11.
- MORI, P. 1996. Il turno in arboricoltura da legno di qualità. Sherwood N° 13: 4-5.
- MORI, P. 1999. Agenda 2000: é il momento dei piani di sviluppo rurale. Sherwood N° 48: 8.
- NEGRINI, C. 1994. Il bosco torna in pianura. 15 anni di esperienza. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale Ca' ghironda. Pp: 7-12.
- PARIS, P.; PISANELLI, A.; BURESTI, E.; CANNATA, F. 1999. Agroforestry in Italy: Tradition of the practice ad research indications on new models. En: Forestry and Agroforestry for Environmental Protection and Rural Development. SINO-ITALIAN Workshop. 1999.
- PETTENELLA, D. 2001. Un quadro previsionale del mercato del legname da arboricoltura da legno. Sherwood N° 70: 13-18.
- PETTENELLA, D.; MERLO, M. 1993. Prospettive di sviluppo delle attività forestali alla luce della riforma della PAC. Cellulosa e Carta. 2: 64-71.
- PINI, R.; PARIS, P.; BENETTI, A.; VIGNA, G.; PISANELLI, A. 1999. Soil physical characteristics and understory management in a walnut (*Juglans regia* L.) plantation in central Italy. Agroforestry Systems 46: 95-105.
- PROVINCIA DI BOLOGNA. 1994. Il noce da frutto e da legno. Il Divulgatore, Año XVII, N° 6. Pp: 4-54.
- ROSSI MARCELLI, A. 1995. Confronto di substrati per l'allevamento di *Juglans regia* in contenitore. Monti e Boschi N° 5: 35-38.
- SESTINI, L. 1995. Difendere le piantine dalla fauna selvatica: gli shelter. Sherwood N° 2: 13-22.
- SULLI, F. 1997. Lo squadro degli impianti di arboricoltura e l'uso della stazione totale. Sherwood N° 19: 35-37.
- VIECELI, A. 1989. Biologia e ecologia delle principali specie da impiegare nell'arboricoltura da legno. Le Foreste N° 5: XI-XV.
- ZZAZZI, A. 1990. Risultati qualitativi e auxiometrici de una prova di concimazione controllata su di un impianto di *Juglans regia*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Vol. 21: 197-229.

## 7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA NO CITADA

AMORINI, E.; FABBIO, G. 1993. L' avviamento ad alto fusto dei boschi cedui. *Agricoltura e Ricerca* N° 147/147: 51-66.

AMORINI, E.; MANETTI, M.C. 1997. Le fustaie da legno di castagno del Monte Amiata. *Ann. Ist. Sper. Selv.* Vol. 28: 53-61.

ANÓNIMO. 1985. Incremento della produzione di legno con specie agrarie e forestali a rapido accrescimento. *Agricoltura e Ricerca* 7 (55): 6-52.

AVOLIO, S.; CIANCIO, O.; LOGIURATO, A. 1994. Sull'epoca di taglio dei cedui di castagno: risultati dopo il primo ciclo. *Ann. Ist. Sper. Selv.* 23: 225-237.

BALDELLI, C. 1989. La sperimentazione di nuove colture da legno. *Rev. Agricoltura e Innovazione* N° 10: 42-46.

BAGNARESI, U.; MINOTTA, G. 1981. Nuove possibilità della selvicoltura intensiva nei territori montani. *Monti e Boschi* N° 5: 55-60.

BERTI, S.; MERCURIO, R. s.f. Sulla produttività e sulla scelta del ciclo colturale delle piantagioni di noce da legno. *Note di Informazione* 6.

BIONDI, S. 1990. Ciliegio selvatico. *Agricoltura*. 46 p.

BORDIN, C.; FRATTEGANI, M.; MERCURIO, R.; TABACCHI, G. 1996. Valutazioni sulla produzione legnosa in piantagioni di noce comune dell'Italia centrale. Modelli di previsione e indici di competizione. *Monti e Boschi* N° 3: 54-60.

BORELLI, M. 1996. PAC e arboricoltura da legno: quali prospettive per la pioppicoltura? *Sherwood* N° 10: 35-38.

BOUNOUS, G. 1996. Rilancio della castagna "Siria" della Valle Grana per la produzione di "castagne bianche". *Monti e Boschi* N° 3: 30-34.

CAVA, S.; CIANCIO, O. 1975. Osservazioni sperimentali su cedui originatisi per conversione di castagneti da frutto. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Vol. VI: 205-230.

CELLERINO, G.; NICOLOTTI, G.; MIGLIETTA, P. 1997. La valutazione strumentale della stabilità degli alberi. *Acer* N° 2: 20-24.

CIANCIO, O.; MAETZKE, F.; MENGUZZATO, G.; PORTOGHESI, L. 1990. L arboricoltura da legno in ambiente mediterraneo: il piano colturale dell azienda Massanova. Ann. Ist. Sper. Selv. Vol. 21: 5-108.

DUCCI, F.; VERACINI, A. 1990. Criteri di scelta e sistema di valutazione di fenotipi superiori nel miglioramento genetico di latifoglie a legname pregiato. Annali dell Istituto Sper. Selv. Vol. 21: 57-79

LUCIA, D. Sf. Quell albero e un vero tesoro.

SOULÈRES, G. 1995. Il rimboschimento di terreni agrari: qualche inquietudine. Sherwood N° 5: 8-13.

WOLYNSKI, A. 1999. Selvicoltura ecosostenibile: principi ed esperienze. Sherwood N° 44: 5-10.

XILOYANNIS, C.; MASSAI, R.; PICCOTINO, D.; CATANIA, M. 1990. Effetti dell ombreggiamento su alcune caratteristiche anatomiche e fisiologiche delle foglie di ciliegio. Rev. Frutticoltura N° 7: 57-62.

# **III. PRODUCCIÓN DE MADERAS DE ALTO VALOR EN FRANCIA. LA ARBORICULTURA Y LA AGROLIGNICULTURA**

Verónica Loewe M.<sup>14</sup> y Florence Pélissou<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro Norte. Huerfános 554. Santiago. [vloewe@infor.cl](mailto:vloewe@infor.cl)

<sup>15</sup> Ing. Forestal (Formation des Ingénieurs Forestiers, ENGREF, Nancy); Postgrado en Agrosilvopastoralismo en zonas tropicales (Université Paris XII). ONF Conosur. [pelissou@conaf.cl](mailto:pelissou@conaf.cl)

**ÍNDICE**

1. ANTECEDENTES GENERALES	106
2. DEFINICIONES CONCEPTUALES	108
3. SISTEMAS DE AGROLIGNICULTURA EXISTENTES EN FRANCIA	109
3.1 AGROLIGNICULTURA CON VOCACIÓN DE PASTOREO	109
3.2 PLANTACIONES A BAJA DENSIDAD CON CULTIVOS EN FRANJAS	112
3.3 PLANTACIÓN A BAJA DENSIDAD EN AMBIENTE FORESTAL	113
4. ESPECIES UTILIZADAS EN AGROLIGNICULTURA	114
4.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES	114
4.1.1 Antecedentes	114
4.1.2 Especies	115
4.2 ANTECEDENTES SOBRE LAS ESPECIES UTILIZADAS EN AGROLIGNICULTURA	116
4.2.1 <i>Prunus avium</i> (Cerezo común)	116
4.2.2 <i>Juglans spp.</i> (Nogales)	119
4.2.3 <i>Acer pseudoplatanus</i> (Arce, Sicomoro)	122
4.2.4 <i>Fraxinus excelsior</i> (Fresno)	123
4.2.5 <i>Quercus rubra</i> (Roble americano)	123
4.2.6 <i>Castanea sativa</i> (Castaño)	125
4.2.7 <i>Larix decidua</i> (Larix)	126
5. TÉCNICAS DE CULTIVO EMPLEADAS	128
5.1 DISPOSICIÓN DE LA PLANTACIÓN	128
5.1.1 Hileras agrupadas y separadas por pradera (disposición regular)	128
5.1.2 Plantación con espaciamiento regular (rectangular o cuadrado)	128
5.1.3 En grupos constituidos por 3 a 5 árboles	128
5.2 DENSIDAD DE PLANTACIÓN	128
5.3 PREPARACIÓN DEL SUELO	128
5.4 SELECCIÓN DE PLANTAS	130
5.4.1 Calidad genética	130
5.4.2 Tamaño y edad de los árboles cultivados	131
5.4.3 Contenedores (maceta) versus plantación a raíz desnuda	131
5.5 PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN	131
5.5.1 Ante daños bióticos	131
5.5.2 Ante daños abióticos	133

5.6 SEGUIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	133
5.6.1 Control de la competencia herbácea	133
5.6.2 Tratamientos fitosanitarios	134
5.6.3 Poda	134
5.6.4 Fertilización	135
5.7 MANEJO PARA CASTAÑO	136
6. DISPOSICIONES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL	137
7. SUSTITUCIÓN DE LAS MADERAS TROPICALES EN EL MERCADO FRANCÉS	139
7.1 EL MERCADO DE LA MADERA DE CALIDAD EN FRANCIA	139
7.2 LOS MERCADOS	139
7.3 LAS CAUSAS DE LA SUSTITUCIÓN	140
8. CONCLUSIONES	141
9. BIBLIOGRAFÍA CITADA	143

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

En Francia, la demografía del mundo rural continúa su descenso (éxodo rural). A este fenómeno se han agregado limitaciones a los niveles de producción en el marco de la Política Agrícola Común, y una tendencia a la disminución de la propiedad agrícola, lo que ha dificultado la mantención de algunos predios.

Entre las diversas opciones existentes, la así llamada agrolignicultura, en ciertos casos, ha sido seleccionada por responder en forma adecuada a los objetivos socioeconómicos y ambientales asociados a la problemática del sector rural. Entre ellos cabe mencionar que ésta permite:

- Complementar los ingresos de los agricultores con la producción de madera de óptima calidad (Figura 40);
- Diversificar los ingresos en el tiempo y en el espacio;
- Usar praderas de buena calidad, mantenerlas y mejorarlas;
- Bajar los costos de intervención agrícola;
- Preservar el empleo en el sector rural francés;
- Preservar el patrimonio agrícola cultivado;
- Conservar la diversidad genética;
- Controlar los procesos de erosión (eólicos e hídricos);
- Diversificar los paisajes y los ecosistemas agrícolas, introduciendo una formación vegetal de tipo arbóreo.

Al considerar como opciones la plantación forestal tradicional y la agroforestería, ésta última aparece como más adecuada a las demandas del mundo rural en evolución. La plantación forestal implica ausencia de ingresos a corto plazo, un bloqueo del tipo de uso del suelo, rotaciones largas poco compatibles con la economía agrícola, cierre del paisaje y productividad variable (las técnicas y las especies a menudo se adaptan poco a las zonas agrícolas). La agroforestería, por el contrario, conserva la estructura de ingreso de la propiedad agrícola y preserva un paisaje abierto. El crecimiento de los árboles es rápido, las especies arbóreas se benefician de la ausencia de competencia y de los tratamientos realizados a los cultivos asociados (agua, fertilización).

El árbol obtenido con la técnica denominada agrolignicultura es muy diferente del obtenido con las técnicas forestales tradicionales. Para un objetivo de producción de madera se buscan árboles con fustes cortos pero perfectos, sin nudos y una copa no muy alta pero bien equilibrada y extendida. El acondicionamiento arquitectónico del árbol trata de trabajar la copa en beneficio del fuste y de reducir al máximo la distancia entre el fuste y las hojas (Baldy *et al.*, 1993).

Este capítulo describe la situación de producción de madera de alto valor o noble, desde una definición de las técnicas y modelos empleados, hasta una descripción y antecedentes sobre las especies usadas. Asimismo, describe las técnicas empleadas, considerando tanto las ampliamente difundidas como aquellas en estado experimental, y concluye comentando algunas disposiciones legales que rigen la actividad agrícola y forestal, y presentando conclusiones generales sobre esta actividad en Francia.



Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

*Figura 40. Plantación de nogal en Montpellier, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad asociada a producción agrícola (en este caso trigo), lo que justifica el uso de tubos protectores o shelters para facilitar la aplicación de productos químicos. En este caso el dueño de los árboles no es el mismo dueño del trigo, lo que evidencia los modelos de gestión particulares posibles de desarrollar*

## 2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Con el objetivo de aclarar varios de los términos usados en este documento, a continuación se incluye una breve definición de conceptos bajo la óptica de la cultura, técnica y tradición francesas.

**Arboricultura:** la arboricultura consiste en una plantación a baja densidad en la cual, a diferencia de una plantación clásica (2.500 árboles/hectárea), generalmente se aplica una presión de selección baja. Con espaciamentos amplios se pasa de un cultivo de rodal a un cultivo de árbol individual, poniendo atención particular a las condiciones de plantación, de competencia y a la formación de un fuste sin nudos, mediante podas especializadas realizadas frecuentemente (Guitton y Ginisty, 1993).

**Agrosilvicultura:** la interacción biológica entre especies leñosas y plantas herbáceas caracteriza la parcela agroforestal (Editores de Agroforestry Systems, 1982 citados por Baldy *et al.*, 1993), que consiste en valorar las tierras agrícolas mediante la presencia simultánea de árboles y de cultivos. Este tipo de agroforestería es a menudo designada con el término “Agrosilvicultura” en la literatura internacional (Nair, 1985 cit. por Baldy *et al.*, 1993).

**Agrolignicultura:** en Francia, el término “agrolignicultura” se emplea para evitar el de “silvicultura”, que hace referencia a rodales de mayores densidades. Además el término “silvicultura” no es adecuado cuando el árbol no es cultivado por su madera (Baldy *et al.*, 1993).

### 3. SISTEMAS DE AGROLIGNICULTURA EXISTENTES EN FRANCIA

#### 3.1 AGROLIGNICULTURA CON VOCACIÓN DE PASTOREO

Existen tres grupos de experiencias que vale la pena mencionar con respecto a esta temática.

- El CEMAGREF<sup>16</sup> y el INRA<sup>17</sup>, en colaboración con las administraciones (DDA<sup>18</sup>, ONF<sup>19</sup>, CRPF<sup>20</sup>) y los organismos de desarrollo local, desde 1988 han desarrollado un programa de experimentación agroforestal en tres regiones. La red experimental se encuentra en:
  - 22 hectáreas y 7 sitios en Languedoc-Roussillon;
  - 91 hectáreas y 33 sitios en Auvergne;
  - 15 hectáreas y 1 sitio en el País Vasco Francés.
  - 11,5 hectáreas y 10 sitios en el Pas de Calais
  - Proyectos en Poitou-Charentes, Limousin y Vosges.

La selección de las especies se hizo en función de las potencialidades de los sitios y de los objetivos de producción deseados. Entre 33 especies, las principales fueron el *Juglans regia* (nogal común), *Prunus avium* (cerezo común), *Acer pseudoplatanus* (arce) y *Fraxinus excelsior* (fresno). Otras especies han sido experimentadas en menor escala, como *Quercus rubra* (roble americano rojo), *Sorbus domestica*, *Larix decidua* (larix), *Pyrus sp.* (peral), *Liriodendron tulipifera* (tulipero) y *Paulownia tomentosa* (paulonia), entre otras. A través de estos ensayos se controlan y determinan:

- Comportamiento de cada especie;
- Niveles de densidad;
- Técnicas de establecimiento de plantaciones: control de la competencia herbácea, tipos de protección de los árboles;
- Técnicas de seguimiento de la plantación: frecuencia de control herbáceo y de poda;
- Tipo de pastoreo particular para cada sitio y adaptada por el agricultor;
- Antecedentes socioeconómicos.

Los ensayos se realizaron tanto en terrenos públicos como privados:

- En terrenos públicos, los equipos técnicos realizaron un trabajo de seguimiento sobre el conjunto de variables de las plantaciones. En estos ensayos se registró la conformación de los árboles y el impacto de las podas.

---

<sup>16</sup> CEMAGREF: Centro de Maquinarias del Sector Rural, de las Aguas y de los Bosques (Francia)

<sup>17</sup> INRA: Instituto Nacional de Investigación Agrícola (Francia)

<sup>18</sup> DDA: Dirección Provincial de la Agricultura (Francia)

<sup>19</sup> ONF: Oficina Nacional de Bosques (Francia)

<sup>20</sup> CRPF: Centro Regional de la Propiedad Forestal

- En terrenos privados, la gestión y el seguimiento fue parcial: la puesta en marcha y la realización de la plantación estuvo en manos de los agricultores, en función de lo aconsejado por los especialistas y de la disponibilidad de los agricultores.
- En Córcega, el Centro Regional de la Propiedad Forestal (CRPF), la Oficina Nacional de los Bosques Francés (ONF) y la Dirección Provincial de la Agricultura (DDA) implementaron una recuperación de sectores en media y alta montaña. Estos terrenos se encontraban en vías de colonización por un matorral no deseado, con riesgo de incendio. El objetivo fue rehabilitar estas zonas, anteriormente ocupadas por ganado, e implementar plantaciones a baja densidad.

En este caso, además de producir madera de alta calidad y diversificar las fuentes de ingresos de los ganaderos, la presencia de los árboles permitió:

- una mejor retención del agua en el suelo;
- una reducción de la evapotranspiración del pasto por la protección entregada por la copa de los árboles;
- disminución de la erosión hídrica;
- penetración del agua en el suelo.

El conjunto de estos beneficios permitió mejorar la calidad de la pradera.

Entre 1980 y 1994, se plantó un total de 1.000 ha utilizando las siguientes especies: *Acer pseudoplatanus* (arce), *Prunus avium* (cerezo común, Merisier), *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis* (ciavardello), *Castanea sativa* (castaño), *Tilia grandifolia* (tilo) y nogal híbrido. Se emplearon procedencias seleccionadas, y en algunos casos como el del Cerezo común se utilizó clones. Cada árbol fue podado hasta una altura de 4-6 metros y protegido con una protección individual de marca Tubex, para prevenir daños de animales (caprinos, ovinos, bovinos, cerdos).

El País Vasco fue escenario de la reconciliación entre el bosque y el ganado. En la región de las bajas montañas vascas, desde la Edad Media la gestión del bosque estuvo estrechamente vinculada a la ganadería ovina mediante manejo extensivo. El bosque entregaba protección y fuente alimenticia al ganado (frutos, granos, follaje de árboles, plantas herbáceas).

Desde 1987 la ONF ha buscado restablecer el equilibrio silvopastoral. La causa del desequilibrio fue debida a la alta presión de pastoreo, la decreciente demanda de leña y los incendios, cuyas consecuencias fueron la obtención de un bosque sobremaduro, bajo el cual hierbas invasoras (poco deseables para el ganado) sustituyeron la pradera original. Las zonas de erosión también son muy relevantes (Pascouau, 1994).

Al restablecer el ambiente forestal, inspirándose en las prácticas tradicionales, la ONF logró:

- Impedir una evolución regresiva del paisaje hacia un matorral de especies invasoras, después de la caída de los árboles sobremaduros;
- Controlar la erosión y fijar el suelo;
- Mantener los recorridos del ganado y la cosecha del pasto sin proceder a la utilización de fuego;
- Aprovechar las condiciones climáticas favorables de la zona para producir madera de buena calidad;
- No modificar de manera notable el paisaje.

La metodología agroforestal empleada se basó en un verdadero proceso de reflexión previo, analizando la gestión pasada, las características físicas (topografía, fertilidad, exposición), la voluntad local y el impacto sobre el paisaje.

El espacio agrícola fue abordado con la siguiente zonificación (ONF, Dirección Regional Pyrénées-Atlantiques, 1995):

- **Zona de vocación forestal:** aquella reservada a proteger el bosque favoreciendo la regeneración. El ganado, sin ser sistemáticamente excluido, es introducido solamente si no existen riesgos de dañar el bosque.
- **Zona de vocación agrícola:** zona de vocación claramente agrícola.
- **Zona de vocación agroforestal:** zona de transición entre el bosque y la pradera. Los árboles establecidos fueron elegidos en función de la fertilidad de los sitios forestales (*Castanea sativa*, *Quercus robur*, *Quercus pedunculatus*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Juglans*, *Fagus sylvatica*, etc.). La densidad usada corresponde a 100 a 150 árboles por hectárea, los que desempeñan un papel de protección para los ovinos (techo y sombra). Espaciamientos de 6 a 14 metros, permiten la cosecha mecánica del pasto y la producción de frutos constituye un complemento para la alimentación invernal del ganado. No se consideró cerco para permitir la libre circulación del ganado, protegiendo los árboles los primeros años con una protección (shelters) plástica de 1,2 m a 2,5 m de altura, la que también cumple el papel de invernadero.

En la Figura 41 se muestra un ejemplo interesante de producción maderera asociada a producción de forraje.



*Figura 41. Plantación agroforestal de pino oregón en zona colinar de Rioms, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad asociada a producción de forraje para producción animal*

Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

### 3.2 PLANTACIONES A BAJA DENSIDAD CON CULTIVOS EN FRANJAS

En este caso el espacio entre los árboles se utilizó para realizar cultivos. Con relación a la agrolignicultura con un objetivo pastoral, se puede notar varias diferencias, entre ellas:

- Ausencia de animales, es decir de daños posibles a los árboles;
- Plantación menos onerosa (no se instalan protecciones individuales o cerco);
- Obstáculos impuestos por la mecanización (influencia de la disposición de la plantación sobre los itinerarios técnicos, ya que de ella dependerá si las actividades a realizar sean más o menos complejas).

Las ventajas de la presencia del cultivo en franjas son múltiples. Mary *et al.* (1997) señalan algunos de los resultados de encuestas realizadas a los agricultores del Dauphiné utilizando cultivos en franjas asociados con plantación de nogales. Las más citadas corresponden a:

- La mayor frecuencia de intervenciones sobre los cultivos se traduce en:
  - una influencia favorable del cultivo en franjas para el árbol, mediante los aportes de fertilizantes en la parcela.
  - un mejor control herbáceo y de los problemas fitosanitarios sobre las hileras de plantación de los árboles.
- Producción de bienes de auto-consumo, particularmente ganado;
- Aumento del margen bruto de ganancia por hectárea, sobre todo por el rendimiento del cultivo en franjas (maíz, cereales y hortalizas).
- Disminución de los costos de mantención de un suelo limpio, por la presencia del cultivo en franjas.
- El cultivo tiene el rol de “relevo”, compensando el período no productivo de los árboles en su fase juvenil (caso de las plantaciones de nogales del Dauphiné).

Tipos de cultivo intercalados citados:

- Especies forrajeras, para pastoreo o de guarda;
- Rotación con cultivos de invierno: trigo duro, cebada, soja;
- Cultivos delicados que necesitan un dosel de protección, como hortalizas o producción de semillas;
- Parcelas con sistema de riego en cultivos de verano (maíz y soja).

Los árboles utilizados en estos sistemas son especies de rápido crecimiento que producen madera de alta calidad, adaptadas a grandes espaciamientos. Entre ellas:

- Especies frutícolas y autóctonas: *Juglans regia*, *Prunus avium*, *Pyrus sp.*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis*;
- Especies autóctonas o exóticas de madera de calidad: *Paulownia tomentosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Celtis australis*, *Quercus rubra*.

#### Plantaciones de nogales en las regiones del Dauphiné y del Périgord.

La mayoría de las plantaciones jóvenes están asociadas con cultivos intercalados hasta la edad de 4 o 6 años. Estos cultivos incluyen esencialmente cereales de verano (maíz, sorgo) y de invierno, como trigo, soja, colza, girasol, tabaco, plantas forrajeras, plantas aromáticas (lavanda), arbustos frutales (grosella), árboles frutales (perales, manzanos, vides) y cultivos de semillas o de flores (Liagre 1993 cit. por Dupraz, 1994a). La superficie plantada con nogales en la región del Dauphiné es de 7.300 hectáreas. Cerca de 1.500 hectáreas son objeto de establecimiento de cultivos intercalados, de las cuales el 80% corresponde a plantaciones de nogales de

menos de 10 años. Ciertas plantaciones conservan cultivos intercalados hasta los 15 años. Estos sistemas fueron implementados directamente por los agricultores de manera empírica (Dupraz, 1994b).

La producción de nueces pone ciertos obstáculos a los cultivos intercalados:

- Sensibilidad del árbol al estrés competitivo en el momento de la inducción floral (junio, primavera del hemisferio norte);
- Desaparición del cultivo en septiembre (otoño del hemisferio norte) para la cosecha mecanizada de las nueces;
- Baja altura del fuste que no permite una circulación fácil de la maquinaria entre las hileras.

Estos obstáculos explican la desaparición de los cultivos intercalados después del quinto año de la plantación (Guitton, 1994).

#### Lignicultura asociada a una valorización forrajera en Languedoc-Roussillon.

En el marco de un programa de experimentación regional, se asoció una plantación de especies caducifolias nobles para la obtención de madera de calidad con una producción forrajera intercalada pastoreada o cosechada, que permite la mantención y protección de los árboles (Dupraz *et al.*, 1990; Cabannes *et al.*, 1997).

Desde 1989, científicos y agencias de desarrollo establecieron 14 hectáreas a razón de 7 parcelas de dos hectáreas. En 1997 se contabilizaron más de 100 hectáreas en la región de Languedoc-Roussillon en zonas de montaña, de piedmont y de valle que presentan este modelo (Cabannes y Lagacherie, 1997).

**Ejemplo:** en 1989 se plantaron dos hectáreas en el macizo de los “Cévennes” (Provincia del Gard) según el modelo mencionado. Se implementó una densidad de 400 árboles/hectáreas con *Quercus rubra* (especie principal) y se instalaron ensayos de introducción de *Prunus avium*, *Acer pseudoplatanus*, *Pyrus communis*, *Tilia cordata* y *Alnus cordata*. Aparte del cerezo común que presenta problemas de crecimiento debido al sitio, las otras especies presentaron un buen crecimiento.

### 3.3 PLANTACIÓN A BAJA DENSIDAD EN AMBIENTE FORESTAL

El IDF (Instituto de Desarrollo Forestal), a partir de 1980 implementó un programa de “especies caducifolias” orientado a propietarios privados. Una de las líneas de acción fue el enriquecimiento de rodales mediante plantaciones a baja densidad. Se utilizaron los montes bajos existentes para realizar el acompañamiento de la plantación futura (Hubert, 1983a).

En el caso del *Prunus avium*, la densidad de plantación fue de 400 árboles/hectárea con plantas 2-0, 1-1 ó 1-2 (distancia entre hileras de 9 metros y distancia entre árboles sobre la hilera de 3 metros, o distancia entre hileras de 7 metros y entre árboles de 3,5 metros sobre la hilera).

Se practicó una o dos cortas del monte bajo hasta que el Cerezo común alcanzó un vigor de crecimiento que le permitió dominar el monte bajo. Posteriormente se dejó crecer el monte bajo para obtener el acompañamiento. Una faja limpia de un metro a un solo lado de las hileras de plantación permitió el control y la accesibilidad a los árboles.

## 4. ESPECIES UTILIZADAS EN AGROLIGNICULTURA

### 4.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES

#### 4.1.1 Antecedentes

Las especies utilizadas en agrolignicultura tienen como características relevantes un potencial de crecimiento elevado y producción de madera de calidad. Son especies con copa poco densa que permiten un ingreso importante de luz al suelo, y cuya hojarasca puede ser rápidamente integrada al mismo.

Según el sitio, el éxito de la selección de especies depende de los criterios mencionados y de la autoecología de cada una de ellas (requerimientos climáticos, morfoedafíticos y edafoclimáticos).

El diagnóstico del sitio de plantación es muy importante. El suelo y el clima deben responder a las exigencias de cada especie para garantizar la sostenibilidad del sistema y de los esfuerzos involucrados. La consideración de la textura, el balance hídrico y la riqueza mineral son esenciales (Rapey, 1994). Los problemas de mortalidad registrados en los ensayos de agrolignicultura se deben esencialmente a las características del sitio (suelo) y a la exposición de las parcelas al viento.

Seis especies son comúnmente utilizadas: nogales (*Juglans regia*, *Juglans nigra*, nogal híbrido), cerezo (*Prunus avium*), fresno (*Fraxinus spp.*), *Larix spp.*, arce (*Acer spp.*) y roble americano (*Quercus rubra*).

El abastecimiento de madera de calidad de estas especies es deficitario en Europa, particularmente para cerezo y nogales. La orientación de la agrolignicultura hacia la utilización de estas especies permitirá satisfacer esta demanda.

De manera global, las zonas boscosas de producción en las cuales las especies caducifolias nobles (*feuillus précieux*) son mayoritarias, alcanzaban en Francia 369.300 hectáreas sobre una superficie total de bosque de 13,4 millones de hectáreas (IFN, 1994).

De éstas:

- 26,4 mil hectáreas de cerezo común, que corresponden a un volumen de 12,5 millones de m<sup>3</sup>;
- 32,8 mil hectáreas de arce, que corresponden a un volumen de 11,4 millones de m<sup>3</sup>;
- 310,1 mil hectáreas de fresno, que corresponden a un volumen de 45,75 millones de m<sup>3</sup>.

En cuanto a su distribución geográfica, estas tres especies están localizadas esencialmente en las mismas regiones: Nordeste, Este y Norte, y están escasamente presentes en el Sudoeste y Oeste.

Arce se concentra mayoritariamente en el Norte y Nordeste, y cerezo común está distribuido principalmente en todo el territorio francés, aunque se concentra mayormente en el Sudoeste y el Macizo Central.

### 4.1.2 Especies

- **Larix:** sus ventajas son el ser una especie muy plástica (adaptada a la montaña y al valle); tener hojas finas, constituyendo una copa poco densa; resistencia de su corteza; y calidad de su hojarasca.
- Los **nogales** (*Juglans nigra*, *Juglans regia*, *híbrido*) forman parte de los sistemas agroforestales tradicionales en Francia. Su madera obtiene un precio muy interesante (hasta US\$ 1.390/m<sup>3</sup> para la calidad “foliable”) y en el caso del nogal común, los frutos son comercializables. No obstante, ecológicamente son especies muy exigentes en cuanto a la fertilidad del suelo y a la disponibilidad hídrica.
- **Castaño** (*Castanea sativa*): a pesar de los problemas fitosanitarios que presenta (producidos principalmente por *Endothia parasitica* y *Phytophthora cinnamomi*) esta especie caducifolia es muy apreciada por su madera, que presenta calidades mecánicas excelentes, alta durabilidad natural y baja proporción de albura. Los diámetros sobre 30-35 cm son apreciados para producir parquet y muebles. Los bosques de castaño representan 2.000.000 hectáreas en Europa, de los cuales la mitad está en Francia. En las plantaciones de terrenos agrícolas realizadas en la región Bretagne (6 años edad promedio) pocos árboles han sido atacados por *Endothia* (Delannoy *et al.*, 1995).
- **Cerezo común** (*Prunus avium*): es más flexible que el nogal en cuanto a sus exigencias ecológicas, y la selección genética efectuada ha permitido obtener clones de calidad. Su corteza fina y su sistema radicular superficial constituyen dos elementos desfavorables a su asociación con una pradera de uso silvopastoral.

## 4.2 ANTECEDENTES SOBRE LAS ESPECIES UTILIZADAS EN AGROLIGNICULTURA

### 4.2.1 *Prunus avium* (Cerezo común)

El *Prunus avium* es una especie forestal de rápido crecimiento, muy valiosa y apreciada por el color y el aspecto estético de su madera. Es una especie de plena luz que no soporta los doseles densos. Su carácter heliófilo se manifiesta desde su fase juvenil (Ludeman y Otto, 1988 cit. por Withelm y Raffel, 1993). Es poco sociable, es decir, soporta poco la competencia de otras especies forestales (IDF, 1990b); sin embargo, la presencia de un dosel inferior constituido por especies acompañantes le asegura un mejor crecimiento y poda natural (Figura 42).

Los individuos, que generalmente se encuentran en formaciones de monte bajo o monte medio, viven alrededor de 100 años, pero a menudo presentan una pudrición temprana en la base del árbol. En consecuencia, debe ser cosechada entre los 50 y 70 años.

La especie presenta rápido crecimiento en plantaciones a baja densidad<sup>21</sup>, obteniéndose en 40 años fustes de buen diámetro con una altura comercial sin nudos que puede superar los 3,5 m (Figura 43).

---

<sup>21</sup> La altura objetivo de trozas comercializables en los ensayos de CEMAGREF es de 8 metro



Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

*Figura 42. Plantación mixta de cerezo común y pino oregón en Nancy, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad*



Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

*Figura 43. Plantación mixta en colinas de Riom, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad asociada a producción animal, la que justifica el uso de tubos protectores o shelters*

Una buena duraminización condiciona la obtención de madera de calidad, de mayor valor. Este criterio hace que sea necesario un seguimiento durante el desarrollo del rodal, una correcta selección de procedencias, y el tiempo suficiente para la obtención de una proporción Duramen/Albura adecuada (Janin *et al.*, 1997).

#### Exigencias Edafoclimáticas

- Clima: cerezo común resiste bien el frío y se caracteriza por no ser sensible a las heladas tardías de primavera. En Francia, un clima de condiciones templadas y húmedas le favorecen. Dentro de las especies caducifolias, el cerezo común revela ser una especie muy sensible al viento. Durante el temporal de 1990 en Francia, muchos individuos de más de 30 años se quebraron por la acción de los fuertes vientos (Wilhelm y Raffel, 1993).
- Suelo: crece en suelos muy diversos, desde areno-limosos hasta calcáreos, de pH entre 4,5 y 7,5. Tolerancia suelos calcáreo-activos si se utilizan ciertas procedencias. No da buenos resultados en suelos muy ácidos.

Los sitios más favorables están constituidos por suelos profundos, bien estructurados, con materia orgánica abundante; en Francia se encuentra frecuentemente en suelos aluviales de buen drenaje. Sus principales enemigos son el exceso de humedad (pantanos) y los suelos compactados.

Se recomienda evitar la instalación del *Prunus avium* en suelos arcillosos para minimizar los riesgos de desarrollo de “vena verde” (Masset, 1979), una coloración que degrada la calidad de la madera, una de cuyas causas pareciera ser el tipo de suelo.

#### Problemas Fitosanitarios

Ensayos de cerezo común del CEMAGREF (plantación a baja densidad) presentan ataques de cilindrosporiosis o Anthracnosis (*Coccomyces hiemalis*). Después de seis años los árboles atacados presentaban una altura y un diámetro muy inferior a los árboles sanos; actualmente se está probando un tratamiento con fungicida (“Melprex”, cuyo ingrediente activo es Dogadina). El ataque se manifiesta por la aparición de manchas violáceas en la cara superior de la hoja y la caída precoz de estas al final del verano (IDF, 1990b).

Frecuentemente las hojas son atacadas por pulgones, larvas u orugas. Los más frecuentes son el pulgón negro (*Mysus cerasi*), una larva (*Caliroa limacina*) y una oruga (*Operophtera brumata*). Estos parásitos pueden ser contenidos mediante pulverización de insecticidas.

En suelos muy húmedos, las raíces del Cerezo común son sensibles a *Armillaria mellea* o “pudrición blanca”. Esta pudrición, que se desarrolla en los árboles de mayor edad, provoca la muerte; el hongo se desarrolla también sobre las raíces dejadas en el suelo después de una corta, por lo que se aconseja su plantación uno ó dos años después de la cosecha.

En la región Nord-Pas de Calais, se están monitoreando los defectos observados en ambiente boscoso desde hace más de diez años. En esta región, la proporción de árboles que presentan síntomas de enfermedad alcanza un 20% (IDF, 1990a; CRPF, 1995).

Los síntomas más relevantes son sequía total de la copa desde la parte superior hasta la base; necrosis localizada debajo de la corteza a nivel del cambium; cutumas (chilenismo) voluminosas en la base de los árboles. Estas manifestaciones han sido atribuidas no solamente a un agente biológico particular, sino que además a varios factores que contribuyen a dañar los árboles, tales como una escasa reserva de agua, inviernos rigurosos, períodos de sequía, etc. (*op. cit.*).

El principal agente biológico detectado en las plantaciones monitoreadas es una bacteria de desarrollo invernal que pertenece a la especie *Pseudomonas syringae*; su identificación precisa se está realizando en el INRA Angers. El ataque se traduce en la muerte de la copa en su parte superior y la aparición de necrosis bajo la corteza (Delannoy *et al*, 1995).

Uno de los defectos más relevantes, la “vena verde”, afecta la calidad de su madera. En Francia un 20-25% de la madera cosechada está afectada, y presenta defectos para el secado de chapas y tableros, para la aplicación de tinturas y de pegamentos. Los orígenes de este defecto no están bien determinados y pareciera ser el resultado de un conjunto de factores, que incluyen tipo de suelo, clima, almacenamiento de la madera en cancha de acopio, y otros.

### Crecimiento y producción

Los cerezos de monte alto en sitios buenos alcanzan 30 m de altura total. Los incrementos en altura durante los primeros 20 años son de 60 a 70 cm/año en los buenos sitios y 45 a 55 cm/año en los sitios de menor calidad (IDF, 1990b).

En plantaciones el crecimiento en diámetro es de alrededor de 2,5 a 3 cm/año y se mantiene con la edad del árbol; en sitios muy favorables, sin competencia, el crecimiento en diámetro puede alcanzar hasta 5 cm/año. La producción en condiciones de bosque se ubica entre 2,5 y 7 m<sup>3</sup>/ha/año de madera de calidad “aserrable” y “foliable”, según la fertilidad del sitio (*op. cit.*)

### Usos

Los principales usos son chapas decorativas y madera aserrada para la producción de muebles, particularmente muebles finos. Para tableros contrachapados se usan trozos de 2,2 a 3,2 m de largo, y en carpintería de 2,8 a 3,5 m de largo.

En Francia los fabricantes de muebles absorben el 80% de la producción total. Los requerimientos consideran:

- trozos rectos y de largo suficiente
- ausencia de nudos
- ausencia de “vena verde”
- crecimiento constante (anillos de crecimiento de ancho regular)
- ausencia de pudrición
- El color anaranjado es el más apreciado, aunque se emplea toda la gama de colores (rosado/rojo hasta verde).

## **4.2.2 Juglans spp. (Nogales)**

La silvicultura del nogal en Francia ha sido asimilada desde siempre a un cultivo de árbol individual con una densidad de plantación idéntica o cercana a la densidad final (Figura 44). No se caracteriza como una especie de bosque, pero sí como un árbol campestre, de libre crecimiento (Jacamon, 1979).

### Exigencias Edafoclimáticas

Según la información recopilada por el Instituto de Desarrollo Forestal Francés (IDF, 1990a), los mejores resultados en plantaciones de nogales se logran en sitios favorables, que corresponden a:

- Clima: buena iluminación, poco viento, ausencia de heladas de invierno inferiores a - 10 °C, heladas de primavera tardías escasas, precipitaciones anuales de más de 850 mm y bien distribuidas.
- Suelo: limo-arenoso o limo-areno-arcilloso profundo y rico en materia orgánica, pH cercano a 7; con una napa freática ubicada entre 1 y 2 m de profundidad. Ejemplos de sitios favorables son sitios de valles sin riesgo de inundación, zonas de cultivos, límites de predios y parcelas agrícolas no cultivadas.

Los factores que hacen no recomendable un sitio para plantación de nogales (IDF, 1990a) son:

- Vientos fuertes periódicos o regulares
- Heladas invernales fuertes y periódicas



Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

Figura 44. Plantación de nogal para madera de calidad en zona cercana a Nancy, Francia. El uso de tubos protectores o shelters se justifica por la protección que ejercen ante el ataque de la fauna silvestre y por la facilitación de la aplicación de herbicidas

- Heladas tardías
- Precipitaciones inferiores a 650 mm, mal distribuidas, sin compensación por el factor suelo
- Ubicación en meseta o en lo alto de una ladera con mal drenaje
- Suelos que presentan algunas de las siguientes características: arcillosos o compactados, sujeto a inundaciones, de pH superior a 8 o inferior a 5, de profundidad inferior a 50 cm, muy permeable, con huellas de hidromorfia presentes a menos de 50 cm de profundidad o con discontinuidades de textura importantes entre los diferentes horizontes.

Si el sitio presenta condiciones restrictivas para el crecimiento del nogal, se necesitarán trabajos de preparación del suelo y fertilización realizados regularmente. Si el esfuerzo que representan estos trabajos no está al alcance del agricultor, se aconseja elegir otra especie menos exigente.

#### ¿Qué tipo de Nogal elegir?

Tres factores intervienen en la selección de la especie a cultivar: suelo, clima y antecedentes de la parcela.

#### **Suelo**

- pH: se deben elegir suelos neutros o básicos (pH superior o igual a 6) para el nogal común; el nogal negro (*Juglans nigra*) crece tanto en suelos ácidos (pH > a 5) como en suelos básicos; el híbrido (*Juglans regia x J. hindsii*) puede ser utilizado en toda la gama de pH, desde 5 a 8.
- Requerimientos de agua: todos los nogales son exigentes en agua. El nogal negro necesita una alimentación de agua suficiente y muy regular (IDF, 1990a).

**Clima**

- Precipitaciones: deben ser regulares, con un promedio de 850 mm/año; *Juglans nigra* es el más exigente en cuanto a una distribución de precipitaciones regular.
- Viento: todos los nogales son sensibles al viento. En los lugares de alto riesgo, se recomienda el nogal híbrido o nogal común (*Juglans regia*), que son los menos sensibles, o instalar un sistema de cortinas cortaviento.
- Temperaturas: el nogal común es muy sensible a las heladas de invierno. En 1985 y 1986 se registraron en Francia muchas pérdidas derivadas de duros inviernos. El nogal negro y el híbrido generalmente soportan bien el frío intenso.
- Heladas tardías: a causa de su brotación temprana, el nogal negro es particularmente sensible a las heladas tardías. Se debe usar el nogal común o híbrido en las zonas más expuestas. En general se debe evitar la plantación de nogales en los bolsones de frío (IDF, 1990a).

**Sitios de plantación**

- Parcelas agrícolas: estos sitios son mejores para nogal común y el híbrido. Una buena preparación del suelo y la instalación de una protección lateral es siempre provechosa en el caso de las plantaciones de nogales en parcelas agrícolas. El nogal negro puede ser instalado solamente en parcelas bien protegidas.
- Parcelas boscosas: por las enfermedades en el sistema radicular (*Armillaria sp.* y *Phytophthora sp.*), el nogal común no es adecuado para estos sitios. Por el contrario, el nogal negro es poco sensible y se adapta bien a las parcelas forestales. El nogal híbrido presenta sensibilidad moderada a estas enfermedades.

En el Cuadro 8 se resumen los factores principales que determinan el crecimiento de las distintas especies de nogal.

Problemas fitosanitarios

Principales enemigos son los hongos *Armillaria mellea* y *Phytophthora spp.*, que provocan la muerte del árbol por destrucción de las raíces.

Los nogales también son sensibles a la “podrición amarilla del fuste”, provocada por el hongo *Xanthoschrous hipsidus* (IDF, 1983a).

En general, nogal negro es menos sensible que el nogal común a las enfermedades de las raíces y el nogal híbrido es menos sensible que el común en cuanto a los ataques de *Armillaria mellea* (*op. cit.*).

Crecimiento y producción

En buenas condiciones y hasta los 60-70 años, el nogal crece de 2,5 a 3 cm/año en perímetro. Con un crecimiento de 3 cm/año, el perímetro será de 2,1 m a los 70 años; considerando una altura comercial de 3,5 m, el volumen comercial sería aproximadamente de 1,228 m<sup>3</sup>/árbol (IDF, 1983a; IDF, 1983b).

En este caso, con un fuste relativamente corto y una densidad de 80 árboles por hectárea se alcanzará una producción de 1 m<sup>3</sup>/ha/año de madera de calidad debobinable y foliable. A eso se tiene que agregar todo el volumen proveniente de las partes superiores del fuste comercial (ramas codominantes, ramas gruesas). El CRPF (1995) de la región Midi-Pyrénées anunció en 1994 niveles de producción potenciales de 70 a 120 m<sup>3</sup>/ha.

Algunos precios de referencia se presentan en el Cuadro 9.

CUADRO 8. FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO EN NOGALES

Factores determinantes			Nogales		
			Común	Negro	Híbrido
Suelo	pH	5 a 6	X		
		6 a 8		*	
Clima	Disponibilidad de agua	Buena todo el año			
		Variable o mediana		X	
	Precipitaciones	Elevada y/o bien distribuidas			
		Bajas y/o mal distribuidas		X	
	Viento	Frecuente /Fuerte		X	
		Escaso/Bajo			
	Frío	Altura < a 600 m y helada > a -10° C excepcional			
		Otros casos	X		
	Heladas tardías	Frecuentes		X	
		Escasas			
Antecedentes de la parcela		Pradera, tierra antiguamente cultivada			
		Zona boscosa	X		

Fuente : Becquey (1990).

Donde:

\* :origen del mismo pH

X : no conviene

 :puede convenir

 : conviene

CUADRO 9. PRECIOS DE NOGAL

Especie	Uso	Precio (US\$/ m <sup>3</sup> )
Nogal común	Carpintería, ebanistería.	190 a 475
	Debobinable y foliable	475 a 950
Nogal negro e híbrido	Carpintería, ebanistería.	209 a 570
	Debobinable y foliable	570 a 950

Fuente: Modificado de IDF (1990<sup>a</sup>).

#### Usos

Su madera es muy homogénea y bastante dura, muy apreciada en ebanistería y tornería.

#### 4.2.3 *Acer pseudoplatanus* (Arce, Sicomoro)

Es una especie de luz, tolerante a la sombra durante su fase juvenil. Las plantas aceptan una cobertura moderada durante 5 a 7 años. Es muy plástica a nivel ecológico.

En Francia se encuentra en todas las montañas hasta los 1.500-1.800 msnm, aunque frecuentemente baja al nivel montañoso inferior en el Nordeste (Jacamon, 1979). No se encuentra en rodales puros y rebrota muy bien.

#### Exigencias Edafoclimáticas

- Clima: es una especie de montaña, plástica, que puede crecer a baja altitud en la medida que los sitios tengan abastecimiento de agua (sitios frescos). Resiste inviernos rigurosos, pero puede sufrir con las heladas tardías en el período de floración.
- Suelo: es una especie bastante exigente, ausente de sitios ácidos. Prefiere suelos frescos de pH neutro, siendo su óptimo 6,5. No tolera los excesos de humedad o las sequías (Jacamon, 1979).

#### Problemas fitosanitarios

Varios insectos afectan a esta especie en su fase juvenil, como el *Tettigella viridis*, que deposita los huevos bajo la corteza del fresno y del arce, y puede dar origen a necrosis importantes (Nagaleisen, 1992). Existen otros insectos, como los lepidópteros polífagos que son muy dañinos para fresno, arce y cerezo común; sus larvas consumen las hojas recién desarrolladas durante la primavera.

#### Crecimiento, producción y precios

La rotación es de 60-80 años en ambiente forestal, y permite obtener trozas de 50 cm de diámetro con los siguientes precios (IDF, 1990a):

- US\$ 76 a 133/m<sup>3</sup> (árbol en pie) madera de calidad "foliable";
- US\$ 171 a 228/m<sup>3</sup> (árbol en pie) madera para marquetería.

### Usos

Madera muy apreciada para la fabricación de chapas, ebanistería y fabricación de violines (en el caso de madera ondulada) y tornería.

#### 4.2.4 *Fraxinus excelsior* (Fresno)

Esta especie presenta un comportamiento y exigencias edafoclimáticas muy similares a *Acer pseudoplatanus*.

### Problemas fitosanitarios

Varios insectos afectan a Fresno. Algunos de ellos son:

- *Stereonychus fraxini*: insecto específico del fresno cuyas larvas consumen la cara inferior de las hojas. Los adultos pueden destruir el ápice, dando origen a dobles flechas (Nagaleisen, 1992).
- Tanto para fresno, arce y cerezo común, los lepidópteros polífagos son dañinos; las larvas de estos insectos consumen las hojas recién desarrolladas durante la primavera.
- Ciertos insectos perjudican a los árboles en su fase juvenil, tales como:
  - *Vespa crabro*: consume parte de la corteza y puede conducir a un anillamiento total del árbol.
  - *Tettigella viridis*: deposita sus huevos bajo la corteza de fresno y arce, pudiendo dar origen a necrosis importantes (*op. cit.*).

### Crecimiento, producción y precios

Su rotación es de 50-60 años y permite obtener fustes de 50 cm de diámetro con los precios siguientes (IDF, 1990c):

- US\$ 133 a 209/m<sup>3</sup> (árbol en pie) madera calidad “corta”;
- US\$ 285 a 380/m<sup>3</sup> (árbol en pie) madera para “menuiserie<sup>22</sup>”.
- Usos

Madera de gran resistencia mecánica, más aún cuando su crecimiento es rápido. Es de alto interés tecnológico para chapas, ebanistería, carpintería, piezas resistentes a la flexión, fabricación de mangos de herramientas y otros (Jacamon, 1979).

#### 4.2.5 *Quercus rubra* (Roble americano)

Es una especie de luz, de más rápido crecimiento que las especies europeas del género *Quercus* (*Q. robur*, *Q. pedunculatus*) hasta los 30-40 años, pero presenta una vida más corta (la edad de explotación en ambiente forestal es de 100- 120 años) (Figura 45).

Generalmente se emplea en suelos forestales difíciles, donde las especies nativas no dan buenos resultados.

### Exigencias edafoclimáticas

- Clima: soporta los inviernos rigurosos y resiste las heladas de primavera más que *Quercus pedunculatus* y *Quercus robur*, lo que se traduce en una fructificación frecuente y abundante. No es una especie

---

<sup>22</sup> Artículos de pequeñas dimensiones.



*Figura 45. Plantación mixta con roble americano (Quercus rubra) como especie principal, en Nancy, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad*

Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

de montaña ni tampoco Mediterránea; en Francia se utiliza en plantaciones bajo 900 msnm y en climas frescos, con influencia oceánica.

- Suelo: especie poco exigente. Se desarrolla en suelos ácidos, pobres, permeables o con presencia de napa freática. Sin embargo, se deben evitar suelos demasiados arenosos o con un horizonte impermeable a menos de 30 cm de profundidad; no tolera el calcáreo activo (Jacamon, 1979).

#### Usos

Madera de alta resistencia mecánica y elasticidad, utilizada en carpintería, fabricación de muebles y chapas de calidad (*op. cit.*).

#### **4.2.6 Castanea sativa (Castaño)**

Generalmente en Europa el castaño es manejado como monte bajo. Es una especie que necesita un mínimo de luz; posee una gran capacidad para producir rebrotes numerosos y vigorosos a partir del tocón, aunque esté sea viejo (CRPF, 1995).

Este vigor excepcional permite:

- Evitar intervenciones durante los primeros años;
- Renovar de manera permanente y a menor costo los rodales;
- Obtener con rodales jóvenes una producción elevada de unos 15 m<sup>3</sup>/ha/año, equivalentes a 400 m<sup>3</sup>/ha en 30 años.

#### Exigencias Edafoclimáticas

**Suelo:** Debe considerarse que la especie:

- Es muy sensible a los suelos compactados y muy húmedos;
- El suelo debe ser colonizable por las raíces por al menos 50 cm de profundidad, y no debe presentar huellas de hidromorfia (presencia de napas freáticas superficiales);
- El pH debe fluctuar entre 4,5 y 6. Castaño no soporta la presencia del calcáreo activo;
- La reserva de agua del suelo es muy importante pues necesita una buena distribución de las precipitaciones en el año. Se deben excluir como sitios de plantación las partes altas de laderas y suelos con demasiadas piedras, ya que una sequía prolongada podría hacer fracasar la plantación.

**Clima:** no se aconseja utilizar el castaño (Bourger y Castaneri, 1988) en:

- altitudes superiores a 800 msnm;
- bolsones de frío que presentan heladas frecuentes;
- lomas expuestas al viento;
- zonas secas cuando el clima no está compensado por una buena reserva de agua;
- suelos con presencia de hidromorfia.

#### Problemas fitosanitarios

Los rodales de castaño son afectados de manera generalizada por los agentes biológicos *Endothia parasitica* y *Phytophthora cinnamomi*, ambos hongos parásitos. Los híbridos, como el CA 15, son utilizados en plantaciones en particular cuando existe un riesgo de *Phytophthora spp.* Programas de investigación del INRA (Clermont-Ferrand) han puesto en marcha un programa de control biológico contra la *Endothia parasitica* (Delannoy *et al*, 1995).

A estos dos factores principales de degradación de los rodales, se tiene que agregar la presencia de:

- *Armillaria mellea*, parásito común vinculado a los montes bajos de entre 12 y 17 años, que provoca lesiones alargadas en la parte baja del fuste.
- *Diplodina castanea*, hongo que ataca los rebrotes pero que puede encontrarse también en árboles adultos (desde la base hasta los 6 metros de altura); provoca la aparición de manchas oscuras en la corteza, que posteriormente se transforman en grietas. Este hongo es un parásito de equilibrio que indica estados de debilidad y bajos crecimientos.
- Daños abióticos provocados por accidentes fisiológicos tales como heladas tardías (IDF, 1990a).
- Acebolladura: es un defecto que se puede observar en la madera de castaño en Francia y en toda Europa,

y que se manifiesta a través de la separación de los anillos de crecimiento anual, defecto que desvaloriza la madera. Sus causas son múltiples y podrían combinarse:

- Heridas antiguas;
- Obstáculos en el crecimiento (copa desequilibrada, variaciones bruscas de crecimiento, competencia entre árboles, envejecimiento de los árboles por sobre los 50 años);
- Suelo no adaptado a las exigencias del castaño (acidez, reserva de agua baja o por el contrario, exceso de agua);
- Causas genéticas.

Arboles que provienen de rebrote son más sensibles a la acebolladura que los provenientes de semilla. Para minimizar los riesgos de la acebolladura se necesita plantar en sitios que correspondan a las exigencias del castaño y elegir una procedencia adecuada. Se recomienda cosechar los árboles a los 40-45 años (IDF, 1990a).

#### Crecimiento, producción y precios

Según las características de los sitios y los objetivos del propietario se puede cultivar en ciclos de:

- 20 años en monte bajo para producción de estacas;
- 40-50 años en monte alto (monte bajo transformado o plantación), para producción de madera de calidad foliable;
- 30 años, en monte alto (monte bajo transformado o plantación), para producción de madera para parquet.

Las plantaciones existentes a baja densidad en praderas agrícolas son muy jóvenes (6 años en promedio), por lo que los resultados obtenidos no permiten aún sacar conclusiones.

Los precios obtenidos por su madera son de (IDF, 1990c):

- US\$ 76 a 152/m<sup>3</sup> madera aserrable;
- US\$ 228/m<sup>3</sup> madera de calidad foliable.

#### Usos

El manejo como monte bajo de rodales de rápido crecimiento ofrece variados productos, como parquet, piezas para toneles ("merrains"), estacas, tableros de partículas, madera aserrada para muebles, armazones y otros.

#### **4.2.7 *Larix decidua* (Larix)**

Especie de luz que presenta un rápido crecimiento hasta los 50-70 años. Los rodales de *Larix* a menudo son regulares y coetáneos.

#### Exigencias Edafoclimáticas

**Clima:** especie muy resistente al frío; acepta variaciones térmicas importantes y una temporada de vegetación (crecimiento) corta (3-4 meses). Es muy exigente en luz, aunque las plantulas jóvenes aceptan un poco más la sombra.

No tolera climas húmedos; prefiere climas secos, pero exige suelos con buena capacidad de retención de agua. Presenta buena resistencia al viento.

**Suelo:** bastante indiferente a la naturaleza química del suelo, aunque no acepta suelos con podzolización muy marcada o muy compactados.

#### Usos

Su madera es muy apreciada, utilizada también para la producción de postes. Es resistente y durable (Jacamon, 1979).

No obstante lo anterior, existen otras especies que se cultivan por el interés que presenta su madera, entre las cuales se puede mencionar al abedul (Figura 46), o a una combinación de las anteriores mencionadas en los puntos 4.2.1 a 4.2.6 (Figura 47).



Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

*Figura 46 (izquierda). Plantación de abedul en Nancy, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad*

*Figura 47 (arriba). Plantación mixta extensiva en colinas de Riom, Francia. El objetivo es producción de madera de calidad asociada a producción animal, la que justifica el uso de tubos protectores o shelters*

Fuente: Verónica Loewe M. (1995).

## 5. TÉCNICAS DE CULTIVO EMPLEADAS

### 5.1 DISPOSICIÓN DE LA PLANTACIÓN

#### 5.1.1 Hileras agrupadas y separadas por pradera (disposición regular)

*Ventajas:* esta disposición de plantación facilita las faenas agrícolas (introducción de máquinas), asegura un rol de cortina cortaviento, optimiza el ingreso de luz al suelo y brinda mayor protección ante daños producidos por los animales.

*Desventajas:* se debe considerar un raleo precoz a causa de la rápida competencia entre los árboles; las hileras producen un impacto negativo en el paisaje; la calidad de la madera es afectada por la competencia de los árboles sobre la hilera (Guitton *et al.*, 1990).

#### 5.1.2 Plantación con espaciamiento regular (rectangular o cuadrado)

*Ventajas:* el crecimiento del árbol es libre; la integración con el paisaje es buena; se puede realizar protección individual de los árboles.

*Desventajas:* la poda es una intervención silvícola obligada, el sombreado del suelo es más importante a la edad de cosecha; protecciones individuales no son eficientes más allá de siete años.

#### 5.1.3 En grupos constituidos por 3 a 5 árboles

*Ventajas:* los efectos de borde son limitados; la disposición en grupos permite adaptarse a las variaciones leves de las condiciones ecológicas.

*Desventajas:* debe realizarse un raleo precoz debido a la competencia temprana entre los árboles de un mismo grupo.

### 5.2 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Los modelos silviculturales en agrolignicultura son escasos a causa de la falta de ensayos de largo plazo que podrían servir como referencia. Las densidades elegidas se han basado en (Guitton *et al.*, 1990):

- la densidad final obtenida en rodales de silvicultura clásica. Se ubica dentro de un rango de 50 a 100 árboles por hectárea para especies caducifolias y entre 100 y 250 para coníferas (*Larix*, Pino oregón);
- la tasa de selección de árboles plantados que van a ser cosechados en función de la calidad;
- la densidad máxima compatible con el mantenimiento de la pradera o del cultivo agrícola.

Datos que deben ser considerados para orientar la selección de una densidad óptima:

- Cuando la disponibilidad de agua es un factor limitante, la productividad disminuye en un tercio bajo un dosel de 35 a 65%; a su vez la luz se vuelve un factor limitante. Este fenómeno fue verificado en Francia en 1977 (Lemoine *et al.*, 1983 cit. por Guitton *et al.*, 1990).
- Cuando hay sequía relativa, la productividad de la pradera no es afectada por el dosel arbóreo hasta un 70%. La pérdida de ingreso de luz al suelo sería compensada por un mejor balance hídrico (De Montard y Quarro, 1989 cit. por Guitton *et al.*, 1990).
- Las coberturas densas (70 a 80% de dosel) estudiadas en el gradiente altitudinal tienen un fuerte efecto negativo sobre la productividad de la pradera (De Montard y Quarro, 1989 cit. por Guitton *et al.*, 1990).

Estos resultados deben ser complementados por las características ecológicas de las especies herbáceas que constituyen la pradera (hay especies más sensibles a la sombra que otras) y las especies arbóreas (copas más o menos densas).

Desde 1989 CEMAGREF ha probado densidades de 50 a 400 árboles/ha, según los sitios.

Las tasas de cobertura de las especies plantadas y el volumen comercial obtenido para varias densidades se indican a continuación.

- Para cerezo común, se exige una proporción de cobertura de copa inferior a 60% para mantener una buena productividad de pradera (Guitton *et al.*, 1990).
- Con densidades de 50 y 70 árboles/ha se obtienen, respectivamente a los 42 y 50 años, proporciones de cobertura de copa equivalentes al 60% (Malo, 1976 cit. por Guitton *et al.*, 1990). Estos antecedentes permitieron al CEMAGREF concluir que 50 y 75 árboles/hectárea son las mejores densidades para satisfacer el ingreso de luz al suelo. Una densidad de 100 árboles/hectárea necesitaría la realización de un raleo. La edad de cosecha del cerezo común se alcanza alrededor de los 50 años. En el caso de una densidad de 50 árboles/hectárea y de una sola cosecha final, el volumen comercial unitario obtenido será de 1,05 m<sup>3</sup>/árbol para una altura de fuste de 6 m (41,8 m<sup>3</sup>/ha) y de 1,36 m<sup>3</sup>/árbol para un fuste de 8 m (54,3 m<sup>3</sup>/ha).
- Para fresno (Malo 1976 cit. por Guitton *et al.*, 1990) se comprobó que a igual edad su copa es más desarrollada que la del cerezo, es decir que el sombreado producido por fresno es más elevado. Los rangos de densidad se ubican también entre 50 y 100 árboles/ha, contemplando una cosecha final única en el caso de densidad baja y una cosecha final más uno o varios raleos en el caso de una alta densidad.
- La edad de cosecha de fresno ha sido fijada en 46 años tomando en cuenta el sombreado producido por esta especie sobre la pradera y los riesgos de desarrollo de una enfermedad, el “corazón negro”, que puede aparecer en el duramen de los individuos más viejos. A esa edad el volumen comercializable para un fuste de 6 y 8 m de altura será de 34 y 44 m<sup>3</sup>/ha (caso de una densidad de 50 árboles/hectárea y de una sola cosecha final).
- Nogal: La tasa de cobertura de las copas es baja con relación al fresno y al cerezo común, y permite conducir la plantación sin realizar raleos. Considerando una edad de cosecha de 55 años, los volúmenes comerciales para densidades de 50, 75 y 100 árboles/hectárea son, respectivamente, de 9,9, 14,8 y 19,7 m<sup>3</sup>/ha.

## 5.3 PREPARACIÓN DEL SUELO

Todas las técnicas de preparación del suelo son válidas. En el caso de una plantación sobre pradera es necesario remover el estrato herbáceo en el lugar del establecimiento de los árboles, tanto por la competencia entre las raíces de los árboles y del pasto, como por la dificultad que podría encontrar el árbol al penetrar un horizonte compactado.

## 5.4 SELECCIÓN DE PLANTAS

### 5.4.1 Calidad genética

La obtención de una plantación exitosa se basa en la elección de árboles de muy buena calidad genética, lo que implica el uso de clones o de árboles de procedencia seleccionada.

#### Cerezo común

La base genética del cerezo común considera 400 clones en Francia y 320 en Italia (Ducci *et al.*, 1988 cit. por Paques *et al.*, 1997), elegidos inicialmente sobre la base de criterios de forma. Estos se han instalado, después de una fase de reproducción vegetativa, en ensayos comparativos en una gran variedad de sitios agrícolas y forestales de ambos países.

En Francia, la selección de los mejores clones (25% del número inicial) conduce a una ganancia de 11% en el crecimiento en altura y de 13% en el crecimiento en diámetro con relación al promedio del ensayo, sin pérdida de la característica de ramas finas (Santi *et al.*, documento por publicar).

En 1994, a partir de ensayos comparativos de 56 clones, 8 clones (14%) de cerezo común han sido certificados provisoriamente en Francia (Paques *et al.*, 1997). Los clones homologados tienen forma y crecimiento adecuados.

Las procedencias más utilizadas son Normandie, Nord-Picardie (Oise), Nordeste (Ardennes, Marne, Aisne, Meuse) y Touraine (Masset, 1979).

#### Larix híbrido

Las variedades híbridas disponibles son originarias de huertos semilleros extranjeros (vergeles) (danés, alemán, etc.) pero sus purezas específicas no están garantizadas. Con el objetivo de crear una variedad multiclonal, el INRA seleccionó desde 1980 más de 400 clones, de los cuales 100 fueron probados en sitios forestales clásicos, lo cual permitió lograr mejores resultados de crecimiento y de conformación del fuste (Paques, 1992).

Desde 1992 las experimentaciones del INRA que consideran 400 clones se han establecido en sitios agrícolas y forestales (regiones Limousin y Lorraine). Una variedad multiclonal será seleccionada después de 10 años (Paques *et al.*, 1997).

### 5.4.2 Tamaño y edad de los árboles cultivados

Las plantaciones tradicionales realizadas en Francia con las especies cerezo común, nogales, fresno y arce han permitido hacer varias constataciones:

- Las plantas pequeñas tienen un mejor prendimiento que las de mayor tamaño;
- Las plantas pequeñas tienen la tendencia a alcanzar el tamaño de las más grandes después de unos tres años de crecimiento;
- Las protecciones individuales aumentan el crecimiento de las plantas por efecto invernadero y las protege de heladas precoces y tardías. Estas protecciones favorecen a las plantas pequeñas.

### 5.4.3 Contenedores (maceta) versus plantación a raíz desnuda

A partir de los ensayos realizados en Francia, se ha comprobado que en cuanto a las latifoliadas (cerezo común, arce, nogales y fresno) y a las coníferas, las plantas en contenedor no son superiores a las plantas a raíz desnuda.

## 5.5 PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN

### 5.5.1 Ante daños bióticos

Los antecedentes recopilados apuntan a que:

- Ausencia de ganado o de daños ocasionados por ciervos: en el caso de la asociación de la plantación con cultivos, los árboles no necesitan protecciones individuales.
- Presencia de ganado o de ciervos: las ventajas del uso de protecciones plásticas son notorias. La protección individual ha sido usada en Francia en el ámbito de la agrolignicultura cuando existe ganado o ciervos debido a que: el costo de la instalación de la protección individual resulta menor que una protección global del predio con un cerco; una mayor superficie de pradera queda disponible para el ganado; la protección individual plástica protege las plantas contra los daños del ganado y de las condiciones climáticas adversas; el efecto invernadero al interior de la protección plástica aumenta el crecimiento juvenil de la planta. Los crecimientos observados en los primeros años en especies plantadas con protecciones individuales a baja densidad son claramente superiores a los de una plantación sin protecciones. Además permiten un fácil control herbáceo (con plantas protegidas se pueden utilizar herbicidas sistémicos como el glifosato sin problemas ni riesgos).

Características del tubo de marca “Tubex”: de todos los tipos de protección usados en Francia en las plantaciones (marcas Akiplant, Correx plus, Delta, Someford, Tubex), la marca Tubex ha sido elegida como la más apta para la agroforestería porque:

- Tiene una forma redonda que resiste el pisoteo;
- Posee cintas plásticas exteriores que no aprietan el fuste: su parte superior más ancha no daña el árbol;
- Se comercializa en varias dimensiones (75, 120, 180 y 225 cm de altura), adaptadas a ovinos y bovinos;

- Se estabiliza con tutores (en Francia se usan normalmente de castaño) de 2,2 m de altura para resistir a los roces provocados frecuentemente por los animales.

Problemas encontrados con las protecciones plásticas: ciertos aspectos negativos han sido observados en algunos sitios, entre ellos modificaciones fisiológicas, como un atraso en el crecimiento en diámetro de los árboles y una prolongación de la temporada vegetativa (efecto invernadero), que tiene como consecuencia producir, en ciertos casos, defectos de conformación del árbol (CEMAGREF, 1994).

Los tutores, a pesar de permitir la estabilización del tubo y una protección complementaria contra el ganado, aumentan la sensibilidad del árbol contra el viento, a causa de la rigidez.

Los problemas fisiológicos detectados en algunos ensayos llevaron al INRA (Montpellier) a desarrollar ensayos sobre “el microclima que se crea en el tubo y sus efectos sobre el crecimiento del árbol” (Dupraz y Bergez, 1991; Bergez, 1993). Una apertura (perforación) de diámetro determinado en la base del tubo permite la circulación del aire, un aumento de disponibilidad de CO<sub>2</sub> y una baja de la temperatura dentro del tubo, lo que mejora los factores de crecimiento.

El fuerte déficit en diámetro notado el primer año con relación al crecimiento en altura, se restablece progresivamente desde que los árboles salen del tubo y pueden fotosintetizar libremente. Entre el primer y el quinto año se ha observado una modificación del coeficiente de H/D (Altura/Diámetro) de 140 a 100, cifra que corresponde a árboles estables (CEMAGREF, 1994).

*Costos*<sup>23</sup>: El costo de una protección Tubex era de US\$ 2,9 en 1997 a lo cual se debe agregar el costo de las dos estacas de castaño US\$ 4,2 lo que equivale a US\$ 710/hectárea, sin contar el costo de la mano de obra.

*Vida útil de la protección plástica*: la degradación del tubo se produce en 5 a 7 años, edad a la cual el árbol ya no necesita protección para defenderse de los daños provocados por el ganado.

Crecimiento de las plantas dentro de los tubos: A modo general, e independientemente de las especies y de los sitios, el crecimiento de los árboles se puede separar en tres fases más o menos marcadas: un crecimiento rápido al interior de los tubos, seguido de una disminución de crecimiento a la salida del tubo y una estabilización posterior (crecimiento normal). El crecimiento del árbol se vuelve fuertemente dependiente de las condiciones medio ambientales a la salida del tubo (CEMAGREF, 1994).

Tomando como ejemplo el cerezo común, el primer año las plantas presentan un crecimiento entre 76 y 138 cm, y el segundo año entre 80 y 95 cm para plantas de altura inicial de 50 a 83 cm (variación según los sitios) en plantaciones de baja densidad con protecciones individuales. Los de una plantación forestal clásica sin protección individual alcanzan 21 cm el primer año y 14 cm el segundo.

De todas las especies ensayadas por el CEMAGREF, cerezo es la que presenta una altura superior los primeros años de la plantación, seguida por arce y nogal híbrido. Estas especies que salen primero de los tubos el tercer año, presentan en ese momento una disminución de crecimiento. No obstante, el fresno y el nogal común todavía se benefician el tercer año de la influencia del efecto invernadero (plantas que permanecen todavía en el tubo) (CEMAGREF, 1994).

---

<sup>23</sup> Los costos no incluyen el costo de transporte en el caso de Chile.

Adecuación entre las protecciones y la carga animal: Es importante subrayar que la protección individual empleada principalmente para obtener una protección contra el ganado, debe acompañarse de un plan de pastoreo adecuado. En varios ensayos se han podido observar serios daños a los Tubex en presencia de ganado bovino. Las causas de estos problemas serían la instalación de tubos plásticos y tutores demasiado cortos (tubo < a 2,5 m y tutor < a 2,3 m), pero también depende de una carga animal o de una frecuencia de pastoreo demasiado alta en el predio.

### 5.5.2 Ante daños abióticos

*Protección contra el viento:* las bajas densidades empleadas y los objetivos de producción de madera de alta calidad impiden realizar plantaciones en zonas expuestas al viento.

Los nogales y los cerezos comunes son particularmente sensibles al viento y necesitan en ciertos casos la instalación de cortinas cortaviento permeables y bien estructuradas. La distancia protegida por una cortina cortaviento eficiente se calcula multiplicando por diez la diferencia entre la altura de la cortina y la altura de la plantación. El cortaviento está generalmente constituido por varios niveles (árboles adultos, árboles intermedios provenientes de rebrotes de tocón y arbustos).

En el caso de los nogales plantados en zonas ventosas, el ideal es establecer la cortina cortaviento algunos años antes de la plantación (Crave, 1990).

## 5.6 SEGUIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

### 5.6.1 Control de la competencia herbácea

El control de la competencia herbácea es muy importante en el caso de las especies usadas en agrolignicultura. Especies tales como el cerezo común, fresno, arce y nogal son de rápido crecimiento y alto requerimiento de agua.

La presencia de ganado en la pradera no permite utilizar protecciones en el suelo (Mulch), porque pueden ser destruidas por los animales; además tiene un costo elevado.

La técnica que fue seleccionada en Francia, es el control químico utilizando un producto sistémico que penetra por las hojas del pasto tratado y que migra hacia las raíces hasta provocar su muerte. Este método, que utiliza glifosato es barato y fácil de usar.

En el contexto de una plantación sobre pradera agrícola, el control herbáceo localizado en el momento de la plantación y durante los tres primeros años es la técnica recomendada por el CEMAGREF. La ausencia de control herbáceo el primer año de la plantación se traduce en un crecimiento débil o nulo. Durante el tercer y cuarto año, la ausencia de intervención afecta los niveles de crecimiento (Rapey, 1994).

### 5.6.2 Tratamientos fitosanitarios

La atmósfera cerrada del tubo plástico (shelter) puede favorecer el desarrollo de parásitos. En los ensayos realizados en Francia por CEMAGREF no han sido detectados parásitos, salvo la aparición de pulgones en cerezo común. Este ataque de pulgones, conocido y previsible, se controla generalmente con un tratamiento preventivo (Disulfon).

### 5.6.3 Poda

Las plantaciones de árboles a baja densidad requieren podas laterales y de formación para lograr la obtención de fustes de calidad, sin nudos ni dobles flecha. Esta intervención beneficia también a la pradera al permitir un mayor ingreso de luz al suelo.

En el caso del uso de protecciones plásticas (Tubex), la poda de formación es aún más necesaria porque el tubo favorece el desarrollo de ramas verticales que compiten con el ápice. Estas ramas laterales competidoras deben ser eliminadas rápidamente desde su salida del tubo. Esta poda de formación, que corresponde a la primera intervención, es la más difícil, ya que hay que levantar el tubo para realizarla.

La poda lateral es progresiva, para evitar que el fuste se cubra de brotes, y permite reequilibrar la copa durante los primeros años y obtener un fuste sin nudos.

En agrolignicultura se practica una poda desde que el árbol sale del tubo, basándose en que:

- Las ramas problemáticas son eliminadas lo más temprano posible, y siempre antes que lleguen a alcanzar un diámetro de 3 cm a la base (traumatismo limitado y mejor cicatrización).
- Se da prioridad a los defectos más graves que alteran la conformación del fuste.
- Se alivia la copa del árbol si es necesario, a fin de obtener una mejor resistencia al viento.
- El conjunto de técnicas de poda debe mantener una superficie foliar suficiente para permitir una fotosíntesis correcta del árbol.

Los ensayos realizados por el CEMAGREF aún no permiten emitir conclusiones sobre las necesidades y los resultados de poda. No obstante, existen datos preliminares de las evaluaciones realizadas a la fecha:

#### Latifoliadas

- El cerezo común es más exigente en frecuencia y oportunidad de intervención de poda que el arce.
- Cerezo y fresno tienen un número superior de defectos por árbol que arce y los nogales común e híbrido.
- Podados o no podados, el número de defectos sobre los árboles aumenta cada año (lo que es lógico por el hecho de la aparición de nuevos verticilos de ramas), pero aparecen más rápidamente en los árboles testigo (sin poda) que en los árboles podados.

### Coníferas

- El seguimiento es más sencillo para las coníferas porque poseen una dominancia apical acentuada, que frena el desarrollo de ramificaciones laterales competidoras.
- La poda debe eliminar las dobles flechas que aparezcan y las ramas laterales, para obtener un fuste sin nudos, hasta una altura que puede alcanzar 8 m.

El Cuadro 10 presenta un resumen de las técnicas de manejo empleadas en Francia.

**CUADRO 10. TÉCNICAS DE MANEJO EMPLEADAS EN FRANCIA**

Especie	Nº de podas	Altura final del fuste	Época de intervención (en Francia) <sup>24</sup>	Observaciones
Fresno		8 m	15 junio- principio de julio	La poda puede ser precoz porque el tronco es rígido.
Cerezo común	3 a 4	8 m	Fin de julio	Soporta una poda más fuerte que las otras especies. Las ramas deben ser cortadas como máximo a 2,5 cm de diámetro ( <sup>25</sup> ).
Arce		7 m	No intervenir en período de subida de savia	Puede reaccionar con la salida de rebrotes en el tronco después de una poda demasiada intensa.
Nogal común	2 a 4	4 m	Agosto	El diámetro de las ramas podadas debe ser inferior a 4 cm.
Nogal híbrido	2 a 4	6 m	Agosto	
Larix	3 a 4	8 m		La poda debe ser precoz para condicionar la forma del fuste.

Fuente: Guitton *et al.* (1990).

### 5.6.4 Fertilización

Efectos positivos de la fertilización no han sido comprobados en agrolignicultura. Varios ensayos similares han dado resultados antagónicos. Sin embargo, se ha llegado a la conclusión que el efecto de la fertilización es positivo si los demás factores limitantes y, en particular, el abastecimiento de agua, está resueltos. Los aportes comprenden:

- Fósforo, que puede ser asociado a nitrógeno y a calcio para el caso de las coníferas (aunque para *Larix* se dispone de escasas referencias sobre la fertilización);
- Nitrógeno, que es el elemento que permite una fertilización eficiente para las especies caducifolias. El nogal, por ejemplo, es una especie poco exigente en ácido fosfórico y en potasio, pero todo aporte de nitrógeno es favorable a razón de una intervención cada año, aumentando la dosis con la edad del árbol. Si

<sup>24</sup> 15 de junio hasta el 15 de septiembre, en Francia, corresponde a verano

<sup>25</sup> Ese diámetro mínimo de intervención se aconseja para evitar el derrame de goma que frena la cicatrización de las heridas.

los árboles no son protegidos por tubos plásticos, la fertilización debe acompañarse de un control de malezas para impedir que las plantas herbáceas circundantes aprovechen la fertilización aplicada.

## 5.7 MANEJO PARA CASTAÑO

Las modalidades técnicas generalmente empleadas corresponden a:

- En ambiente forestal, en presencia de un antiguo rodal de castaño:
- Tala rasa del rodal de castaño ya existente (práctica frecuente en la región Midi-Pyrénées);
- Después de 8 a 12 años, cuando los rebrotes alcanzan 8 a 10 metros, se realiza una marcación con pintura de los árboles futuro (200 árboles/hectárea);
- Enseguida se realiza un raleo, cortando 70 a 80% de los rebrotes que compiten con los árboles élite. Se mantienen rebrotes de acompañamiento para asegurar un sombreado y evitar el desarrollo de brotes epicórmicos en el fuste de los árboles élite;
- 2 a 4 raleos suplementarios serán necesarios para obtener, a la edad de 40-50 años, 120 a 200 árboles por hectárea finales. Estos raleos se practican cada 5 a 8 años.

Los raleos realizados pueden originar productos intermedios (estacas, madera para parquet, etc.), mientras que los productos finales corresponden a madera de calidad “debobinable”.

- Plantación con una densidad de 1.000 plantas/ha

Se utilizan procedencias forestales de Normandie, Bassin Parisien, Picardie, Bretagne, Poitou Charente y Vendée; y procedencias de origen frutícola de Corèze Lozère, Ardèche y un clon híbrido (CA15).

El manejo recomendado por el IDF en este caso puede ser resumido en las siguientes actividades principales:

- Densidad de plantación de 1.000 árboles/ha (40 a 50 Kg de semillas/ha)
- Plantas de 30 a 60 cm de altura (1-0 ó 1-1)
- Poda de formación desde que se revele necesario y después, cada 2 años;
- Poda lateral cuando el fuste alcanza 6 metros de altura. Dos o tres podas laterales son suficientes, considerando 150 a 200 árboles plus designados previamente.
- Raleos: Dos raleos durante la rotación.
- Cosecha final del rodal (150 a 200 árboles) a 40-50 años.

## 6. DISPOSICIONES EN MATERIA DE LEGISLACIÓN AGRÍCOLA Y FORESTAL

El Fondo Forestal Nacional (FFN) permite la creación de plantaciones agroforestales si se respetan las normas legales establecidas (densidades mínimas, selección de especies).

La ayuda del FFN está destinada a superficies limitadas para:

- La realización de plantaciones forestales sobre suelo agrícola o terreno no cultivado (“friche”);
- La reconstitución forestal con el objetivo de mejoramiento (cantidad y calidad) de los rodales (Ministère de l’Agriculture et de la Pêche, 1994).

Las condiciones exigidas son (*op. cit.*):

- La superficie mínima de plantación debe ser de 10 hectáreas en el caso de un terreno agrícola independiente de un bosque o de un macizo forestal.
- En el caso de una plantación en terreno agrícola ubicado junto a un bosque o en una parcela incluida dentro de este bosque, la superficie total (bosque + tierra plantada o bosque + parcela) debe alcanzar 10 hectáreas.
- En todo caso, las condiciones de los sitios deben permitir una productividad del rodal mínima de 5m<sup>3</sup>/ha/año de madera comercializable;
- Respetar la superficie y las densidades mínimas por especie (Cuadro 11). Los proyectos deben incluir como máximo cuatro especies diferentes, y la superficie inicial mínima a plantar por especie corresponde a:
  - Nogales: 0,5 ha en hileras; en bordes, 50 plantas
  - Cerezo, arce, roble americano, fresno: 1 ha
  - Coníferas: 4 ha.

CUADRO 11. DENSIDADES INICIALES MÍNIMAS POR ESPECIE EN PLANTACIONES A BAJA DENSIDAD

Especie	Densidad inicial plantas/hectárea
Cerezo y Arce	200-600
Fresno y castaño	400-800
Roble americano	400-1.100
Nogales para madera	100-280
Nogales para doble uso (madera y frutos)	50-110
Larix	400-1.000

Fuente: Ministère de l’Agriculture et de la Pêche (1994).

Las ayudas incluyen bonificación en insumos (entrega de plantas) y ayudas financieras directas (participación sobre el costo de la plantación, con un promedio del 40% del total de la inversión y préstamos). Estos incentivos son excluyentes.

El caso de los cultivos intercalados en terrenos forestales queda fuera de este marco. La parcela agrosilvícola, por el hecho de producir un ingreso anual (cosecha de los cultivos), no es considerada para las subvenciones otorgadas por el régimen forestal (Dupraz, 1994a).

Actualmente, dos situaciones se encuentran en estudio; en primer lugar, la búsqueda de un reglamento para las fajas arbóreas no cultivadas; y para los cultivos intercalados. El problema se vuelve complicado sabiendo que es un sistema que evoluciona en el tiempo y en el espacio: aumento en el tiempo de las fajas arbóreas (aumento del volumen de la copa) y reducción de los cultivos en franjas.

Se ha planteado que la creación de un reglamento agroforestal sería más adecuado para tratar las fajas arbóreas, lo que permitiría una compensación por la pérdida de ingreso agrícola, la que sería calculada en función de la superficie ocupada por los árboles (*op. cit.*).

## 7. SUSTITUCIÓN DE LAS MADERAS TROPICALES EN EL MERCADO FRANCÉS

### 7.1 EL MERCADO DE LA MADERA DE CALIDAD EN FRANCIA

Europa importa cada vez menos maderas tropicales, con una tasa de decrecimiento anual del 2%, a pesar de que el consumo de madera de calidad continua aumentando. En Francia, este consumo aumenta regularmente, mientras que las maderas africanas disminuyen. Conviene en todo caso recordar que el consumo de maderas africanas representa una parte mínima del consumo total de madera de calidad; en 1964 representaba el 10,5% del consumo global y actualmente menos del 8%, al tiempo que el consumo global se ha incrementado en más del 40% (Carret y Clement, 1993).

La evolución del consumo de diferentes productos y especies ha sido similar; si el consumo de madera de calidad, incluyendo todos los productos, pasó de 20,5 millones de m<sup>3</sup> en 1964 a 29 millones de m<sup>3</sup> en 1991, ciertos productos y ciertas especies se aventajaron más que otros de este crecimiento. Adicionalmente, se está verificando una sustitución progresiva de la madera aserrada por paneles.

En conclusión, el menor consumo de madera africana en el mercado francés se debe interpretar a la luz de los siguientes hechos (*op. cit.*):

- Francia, como otros países del norte, incorpora menos madera tropical que en el pasado en su perfil de consumo.
- Desde un punto de vista estructural, la mayor tendencia de consumo de madera reconstituida no favorece las maderas africanas, que se posicionan en el mercado de productos de madera maciza.

### 7.2 LOS MERCADOS

Los mercados de madera africana en Francia pueden ser divididos en dos grandes categorías: mercados en los que la madera es considerada como un *commodité*, es decir una materia prima intercambiable con otros materiales en función de evoluciones diferenciales de los precios, y mercados donde la madera tropical se considera un material funcional, es decir un material que por su función es sustituible en baja proporción por otros materiales.

La funcionalidad de los materiales es una característica importante en la competencia que vive actualmente la industria, y corresponde a funcionalidades de medio y de uso. Los usuarios no compran solamente una materia prima, sino que un conjunto de funciones. La función del material es la que caracteriza su uso, es decir la facilidad con la que el industrial va a poder transformarlo en un producto terminado, y corresponde a la funcionalidad de medio. La funcionalidad de uso es la que va a comprar el consumidor; ya no basta que el producto sea de madera, sino que responda a diferentes usos, algunos incluso desconocidos (ser liviana, aislante térmico, aislante acústico, etc.).

Los mercados de las maderas africanas han tenido una evolución tal que han permitido la emergencia de sustitutos, menos caros, más funcionales.

### 7.3 LAS CAUSAS DE LA SUSTITUCIÓN

La sustitución de madera africana en el mercado francés es principalmente el resultado de la competencia entre materias primas. La sustitución opera según dos modalidades: el precio y las funciones. Las maderas africanas son sustituidas cuando son más caras que sus competidores, o bien menos funcionales que estos últimos.

## 8. CONCLUSIONES

### Necesidad de evaluación y modelación

En Francia 50 fundos agrícolas están involucrados en experimentaciones de plantaciones de especies a baja densidad sobre pradera con presencia de ganado. Los 15 años de experimentación constituyen aún un corto período de análisis; sin embargo, el INRA ha podido elaborar un modelo (Etienne y Herlant, 1997) para simular el impacto de la difusión de los sistemas agroforestales sobre la organización del territorio, la producción de forraje y de madera, así como sobre la demanda de mano de obra a escala del fundo agrícola, tomando en cuenta diversos contextos de plantación.

Comparando estos resultados con los objetivos y realidad de los propietarios, el modelo permite evaluar y, eventualmente, adaptar las técnicas de plantación según la realidad específica (Etienne y Rapey, 1997).

El desarrollo de indicadores y reglamentos para la toma de decisiones hacen posible la utilización de los modelos actuales como herramientas de gestión para responder a problemas prácticos (identificar los períodos de fuerte demanda de mano de obra para las podas y raleos; entregar indicadores de gestión de ganado, etc.) (Bergez, 1997).

No obstante, los modelos elaborados deberían tomar en cuenta las necesidades reales de los agricultores, sus preocupaciones y objetivos; así como gestionar los impactos socioeconómicos y medio-ambientales.

Bergez en su presentación en el Taller Internacional de Agroforestería, desarrollado en Montpellier en julio 1997, preconiza la elaboración de modelos generales que incorporen los modelos económicos con variables socioeconómicas y ambientales.

### Ventajas comparativas de la agrolignicultura con relación a los proyectos forestales

Las ventajas de la agrolignicultura se manifiestan claramente antes de la cosecha final: el autofinanciamiento inicial es bajo, y casi nulo durante los 10 primeros años; las necesidades de labores de mantención son 2 a 3 veces menos significativas y pueden intercambiarse con la ubicación del ganado; los flujos de caja son menos afectados y hasta positivos durante los primeros años (Cabannes y Lagacherie, 1997). Además, la cosecha de un rodal de 40 años permite al propietario llevar a cabo su proyecto en forma independiente.

### La durabilidad de los sistemas en agrolignicultura

La diversificación de actividades y la integración de la agrolignicultura en un fundo agrícola o forestal permite aumentar las fuentes de ingresos para el propietario, y valorizar su parcela con especies de rápido crecimiento. Las ventajas son múltiples, pero es importante subrayar que la agrolignicultura, para ser sustentable y pertinente, debe integrarse en un esquema de ordenación global: del predio agrícola, de la propiedad, de la comuna, de una cuenca, según el nivel de ordenamiento considerado. La parcela agroforestal no puede ser considerada como una entidad desconectada de las otras entidades, ya que todas ellas constituyen una unidad de gestión indivisible.

La reflexión debe hacerse sobre la integración de esta unidad (fundo agrícola, cuenca, comuna, etc.), teniendo en cuenta los análisis socioeconómicos y del medio (diagnóstico de los sitios considerados), la gestión pasada, los objetivos del propietario, sus obstáculos y obligaciones en cuanto al calendario agrícola, y otros.

Un punto muy importante a tomar en cuenta durante los estudios previos corresponde al análisis de mercado para las especies que van a establecerse: qué canales de comercialización existen, y qué precios pueden obtenerse.

Después de haber sintetizado los diferentes estudios, se podrán definir los objetivos de corto y largo plazo para las parcelas de agrolignicultura. De ellos dependerán los programas de acciones técnicas (podas, control de malezas, tratamientos fitosanitarios, cosecha, etc.).

## 9. BIBLIOGRAFIA CITADA

BALDY, C.; DUPRAZ, C.; SCHILZZI, S. 1993. Vers de nouvelles agroforesteries en climats tempérés et méditerranéens Y- Aspects agronomiques. Cahiers agricultures 1993, 2. Pp: 375-386.

BECQUEY, J. 1990. Quel noyer choisir? Les facteurs déterminants. Forêt Entreprise, N° 72, 1990. Pp: 17-19.

BERGEZ, J.E. 1993. Influence des protections individuelles á effet de serre sur la croissance de jeunes arbres. Université de Montpellier II – INRA Equipement agroforesterie. 159 p. (Tesis de doctorado).

BERGEZ, J. E. 1997. L'ordinateur sait-il mieux que l'agriculteur quand mettre ses bêtes sur sa parcelle. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 381-384.

BOURGIER, C.; CASTANERI, D. 1988. Les plantations d'alignement, le long des routes et des chemins, canaux et allées. IDF. 416 p.

BURESTI, E.; MORI, P. 1995. Sesti e distanze d'impianto per il noce. Sherwood (6): 6-13.

CABANNES, B.; DETRY-FOUQUE, P.; MARJOLLET, G. 1997. L'agroforesterie: un outil d'aménagement au service du développement local. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 45-50.

CABANNES, B.; LAGACHERIE, M. 1997. Attentes vis à vis de l'agroforesterie en Languedoc Roussillon. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 61-66.

CARRET, J.C.; CLEMENT, J. 1993. La compétitivité des bois d'oeuvre africains. Ministère de la Coopération. 298 p.

CEMAGREF. 1994. Résultats des essais de plantations sur prairies chez deux propriétaires privés (érable, merisier, frêne, noyer commun, noyer hybride). 4 p.

CRAVE, M. F. 1990. L'effet du vent sur les noyers. Forêt-Entreprise, N° 66, 03/90. Pp: 13-17.

CRPF, Midi-Pyrénées. 1995. Produire du bois de châtaignier. 40 p.

DELANNOY, E.; LUISETTI, J.; VIGOUROUX, A.; DE VILLEBONNE, D. 1995. Problèmes phytosanitaires des plantations artificielles de merisier. Forêt-Entreprise, N° 107, 1995. Pp: 19-21.

DENCI, L.; MERCURIO, R.; MORONI, M.; TOCCI, A. 1982. Le possibilità di coltivazione del noce da legno. Agricoltura e Ricerca N° 14: 36-41.

DUPRAZ, C. 1994a. Les associations d'arbres et de cultures intercalaires annuelles sous climat tempéré. Revue Forestière Française, N° especial 1994. Pp: 72-83.

DUPRAZ, C. 1994b. Le chêne et le blé: l'agroforesterie peut-elle intéresser les exploitations européennes de grandes cultures? Revue Forestière Française, N° especial 1994. Pp: 84-95.

DUPRAZ, C.; BERGEZ, J. E. 1991. Amélioration des protection individuelles d'arbres á effet de serve. Montpellier, INRA. 58 p.

ETIENNE, M.; RAPEY, H. 1997. Simulations de techniques agroforestières sur des projets d'exploitants agricoles de Languedoc, Auvergne et Picardie. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 207-210.

GUITTON, J. L. 1994. Essais de plantations agroforestières en Corse du Sud. Revue Forestière Française, N° especial 1994: Pp. 96-101.

GUITTON, J.L.; GINISTY, C. 1993. Les plantations à grands espacements. Informations techniques du CEMAGREF, juin 1993, N° 90, note 1. 8 p.

GUITTON, J. L.; BRETIERE, G.; SAAR, S. 1990. Cultures d'arbres à bois précieux en prairies pâturées en moyenne montagne humide. CEMAGREF. Etudes Forêts N° 4, 1990. 119 p.

HUBERT, M. 1983a. Le programme "feuillus" de l'Institut pour le Développement Forestier. Forêt-Entreprise, N°13, 08-09/1983. Pp: 12-16.

IDF. 1983a. Des noyers à bois, 2ème édition. Institut du Développement Forestier. 131 p.

IDF. 1983b. La culture des noyers à bois. Institut du Développement Forestier. 131 p.

IDF. 1990a. Boiser une terre agricole. Institut pour le Développement Forestier. 64 p.

IDF. 1990b. Le merisier : arbre à bois. IDF. 56 p.

IDF. 1990c. Roulure ou roulures: les différents mécanismes conduisant au même défaut. Forêts-Entreprise, 07-08/1990, N° 69. Pp: 29-33.

JACAMON, M. 1979. Guide de dendrologie. Ecole du Génie Rural des Eaux et Forêts (ENGREF).

JANIN, G.; LEBAN, J.M.; DUCCI, F.; CHARRIER, B.; MOSEDALE, J. 1997. L'utilisation en agroforesterie des résineux et des feuillus. Les conséquences sur la qualité du bois produit. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 303-305.

MARY, F.; DELANNOY, E.; LIAGRE, F.; DUPRAZ, C. 1997. Planteurs du Dauphiné: pourquoi optent-ils pour la noyeraie double-fin et les cultures intercalaires. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 231-235.

MASSET, P. L. 1979. Etude sur les liaisons entre la qualité du bois de meriser (*Prunus avium* L.) et la station. Revue Forestière Française, 1979. Vol. 31. Pp: 491-503.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE. 1994. Guides des aides aux sylviculteurs. 20 p.

NAGELEISEN, L. M. 1992. Les insectes ravageurs du frêne, de l'érable et du merisier. Revue Forestière Française, XLIV - N° especial, 1992. Pp: 121-126.

ONF, Direction Régionale Pyrénées-Atlantiques. 1995. L'agroforesterie: un enjeu pour demain. Béarn, Pays Basque. ONF. 4 p.

PAQUES, L. E. 1992. Inheritance and estimated genetic gains in a clonal test of hybrid larch (*Larix x eurolepis*). Scand I. For. Res. 7. Pp: 355-365.

PAQUES, L.E.; SANTI, F.; DUFOUR, J.; DUCCI, F.; DUVAL, H. 1997. L'amélioration génétique pour une conduite agro-sylvicole. Atelier International: L'agroforesterie pour un aménagement durable, Montpellier, France, 23-29/06/1997. Pp: 159-163.

PASCOUAT, M. 1994. Vers la réconciliation de la forêt et du pastoralisme en Pays Basque. Revue Forestière Française, N° especial 1994. Pp: 102-111.

RAPEY, H. 1994. Les vergers à bois précieux en prairie pâturée: objectifs, principes et références. Revue Forestière Française, N° especial 1994. Pp: 61-70.

SANTI, F.; MURANTY, H.; DUFOUR, J.; PAQUES, L.E. 1998. Genetic parameters and selection in a multisite wild cherry clonal test. *Silvae genetica* Vol. 47 (2-3): 61-67.

WILHELM, G. J.; RAFFEL, D. 1993. La sylviculture du mélange temporaire hêtre-merisier sur le plateau lorrain. Revue Forestière Française. XLV-6-1993. Pp: 651- 668.



## **IV. ARBORICULTURA PARA PRODUCCIÓN DE MADERAS VALIOSAS EN EL RESTO DE EUROPA**

Verónica Loewe M.<sup>26</sup> y Marta González O.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro - Norte. Huérfanos 554, Santiago. vloewe@infor.cl

<sup>27</sup> Ing. Forestal (U. de Chile). Ingeniero de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Bío - Bío. Camino a Coronel Km. 7,5. San Pedro de la Paz. mgonzale@infor.cl

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES	149
2. EXPERIENCIAS EN DIFERENTES PAÍSES	150
2.1 INGLATERRA	150
2.2 ESPAÑA	151
2.3 BÉLGICA	153
2.4 ALEMANIA	154
2.5 GRECIA	155
2.6 PAÍSES NÓRDICOS (SUECIA, DINAMARCA)	156
2.7 HUNGRÍA	156
2.8 BULGARIA	156
2.9 RUSIA	157
3. ESPECIES	158
3.1 NOGAL COMÚN	158
3.2 NOGAL NEGRO	160
3.3 CEREZO	161
3.4 FRESNO	163
3.5 ALISOS	163
3.6 OTRAS LATIFOLIADAS MENORES	164
3.7 CONÍFERAS	166
4. CONCLUSIONES	167
5. BIBLIOGRAFIA CITADA	169
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA NO CITADA	175

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

Aunque Italia y Francia corresponden a los países de mayor interés con relación a los avances sobre arboricultura para producción de madera de alto valor, e Italia el país de mayor interés con relación a las plantaciones mixtas como un modelo alternativo y de gran atractivo para producir maderas de calidad, además de otros productos tradicionales, resulta de interés conocer qué pasa en el resto de Europa con esta técnica productiva innovativa.

La política forestal que ha estado tras del mejoramiento y del incremento de la producción de maderas valiosas fue impulsada con los siguientes objetivos (Anónimo, 1987).

- Colocar en el mercado maderas que por su valor estético y económico podían constituir alternativas válidas a las maderas tropicales, cada vez más escasas y caras;
- Tener la posibilidad de utilizar zonas del territorio marginales a la agricultura intensiva, pero con buena fertilidad;
- Acumular reservas propias de maderas valiosas.

En varios países europeos a nivel individual, y en Europa en general, existe un gran déficit de madera y de productos derivados, de modo que la creación de un patrimonio nacional que sustituya la importación es altamente deseado. Para ello varios Ministerios de Agricultura incentivan la plantación de bosques en tierras agrícolas mediante subsidios. El éxito de esta política podría incrementar el volumen de producción maderera de los países, mejorando los ingresos de los agricultores y favoreciendo el ambiente. Además, se han desarrollado programas de mejoramiento tecnológico cuyos principales objetivos son:

- Mejorar la calidad de la semilla basado en el conocimiento de su desarrollo, control de la latencia y factores que afectan su almacenaje.
- Desarrollo de técnicas para el cultivo de plantas de vivero en contenedores para extender la temporada de plantación, minimizar las alteraciones de la raíz en el trasplante y lograr un uso más eficiente del espacio en el vivero a través de una siembra secuencial.
- Investigar los efectos de las prácticas tradicionales de vivero en cuanto a la capacidad de las plantas producidas a raíz desnuda para resistir, por una variedad de mecanismos, el estrés hídrico una vez que son transplantadas.
- Desarrollo de árboles con gran vigor, mejor calidad de ramas y mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, utilizando técnicas convencionales de reproducción, así como técnicas de transformación genética, que ayuden a maximizar la cosecha de madera de calidad.
- Desarrollo de técnicas de clonación para reproducir árboles genéticamente superiores.
- Investigar cómo los árboles responden a los cambios ambientales, especialmente a los atmosféricos, con elevados niveles de dióxido de carbono (Hammatt, 1994).

## 2. EXPERIENCIAS EN DIFERENTES PAÍSES

Común a varios países es el Consejo sobre Arboricultura Europea (European Arboricultural Council – EAC), en el que participan Alemania, Inglaterra, Francia, Bélgica, Checoslovaquia, Dinamarca, Italia, Holanda, Noruega, Polonia, España, Suecia y Suiza. Corresponde a un foro que reúne los delegados de diferentes organizaciones europeas que trabajan en el campo de la arboricultura. Su objetivo es incrementar la calidad de las operaciones de esta técnica y de reforzar la profesión, favoreciendo la investigación y la formación<sup>28</sup>.

A pesar de que esta asociación se dedica principalmente a la arboricultura urbana, su constitución ha significado un aporte importante a nivel técnico y profesional para difundir los conocimientos técnicos básicos de las técnicas de cultivo aplicadas en la arboricultura para producir maderas valiosas, reforzándola de manera significativa.

Importantes contribuciones técnicas han sido realizadas por los autores A. Shigo (Estados Unidos) y C. Mattheck (Alemania), quienes han modificado radicalmente en los últimos 30 años los conceptos básicos de la biología, física y química de los árboles, principios que en la técnica de la arboricultura se están aplicando en forma cotidiana, debido a la importancia de las calidades, las que resultan sensibles a múltiples parámetros. Su influencia es posible de observar en las actividades desarrolladas en dicho continente.

### 2.1 INGLATERRA

Inglaterra trabaja en la conservación genética de varias especies de madera dura consideradas nobles, de importancia ecológica y económica. Las especies con que más se ha avanzado corresponden a *Betula pendula* y *Prunus avium*. Entre las 15 especies nativas de madera dura estudiadas en este país, se encuentran: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Malus sylvestris*, *Prunus avium*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*, *Sorbus torminalis*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*, *Ulmus glabra*, *Ulmus minor* y *Ulmus procera*. Casi todas son consideradas de importancia ecológica, excepto *Fraxinus excelsior*. Sin embargo, solo cuatro de las especies mencionadas son consideradas de importancia económica nacional (*Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior* y *Prunus avium*), así como dos especies introducidas (*Acer pseudoplatanus* y *Castanea sativa*); además, una especie es considerada potencialmente interesante desde el punto de vista económico (*Juglans regia*) (Russel, 1998).

Uno de los hechos más interesantes registrados en el último tiempo corresponde a la formación, en el año 2000, del Club del Nogal (The Walnut Club), conformado por un comité de 11 personajes de relevancia para la especie en dicho país (cultivadores, industriales, investigadores y viveristas), aprovechando la experiencia desarrollada por el HRI, institución que investiga sobre la especie desde 1920.

Dicha asociación cuenta con socios que pagan una cuota anual, han presentado proyectos a fondos concursables y son un referente de información y de actividades sobre la especie (The Walnut Club, 2001).

---

<sup>28</sup> EAC. 2002. Conseil Européen d'arboriculture (Online Database). [www.eac-arboriculture.com/do/fr/home\\_content.asp](http://www.eac-arboriculture.com/do/fr/home_content.asp) (Cited 30/07/2002).

Paralelamente, el Northmoor Trust en Oxfordshire del sur está liderando la investigación y promoción del cultivo del nogal especializado en la producción de madera. Han establecido uno de los ensayos más grandes de Europa de la especie, que incluye procedencias y progenies de más de 18 países europeos, incluyendo Kyrgyzstan; esta actividad se enmarca dentro de una iniciativa de largo plazo orientada a seleccionar los mejores genotipos para producción de madera en el país, concentrándose los esfuerzos en el periodo de brotación (para evitar daños por heladas), vigor, resistencia a enfermedades y calidad de la madera. También se han establecido ensayos silviculturales (siembra directa, fertilización, podas, shelters, entre otros) (Hemery, 1998; 2000; 2001).

## 2.2 ESPAÑA

En este país se están llevando a cabo numerosas actividades, principalmente de investigación y desarrollo en temáticas de la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies. También a nivel productivo se ha ido incrementando el interés por esta técnica productiva, y difundiéndose.

Prueba de lo anterior es que España es uno de los seis países europeos involucrados en un importante proyecto de I&D dedicado a la producción de madera de alta calidad y valor para la industria del mueble dentro de la Unión Europea.

Los objetivos de dicho programa incluyen, entre los más relevantes, los siguientes:

- Identificar los mecanismos fisiológicos involucrados en los procesos de formación de la madera;
- Determinar rasgos específicos de diferentes maderas mediante enfoques anatómicos, bioquímicos y moleculares;
- Desarrollar nuevas tecnologías junto a empresas privadas orientadas al mejoramiento de la calidad de los productos finales, adaptándolos a la demanda de la industria;
- Establecer nuevos estándares para la comercialización de la madera dentro de la UE;
- Probar nuevos sistemas de cultivo que permitan producir madera de alto valor en periodos relativamente cortos (25-30 años) usando mayores densidades, suelos de calidad, árboles seleccionados y clones desarrollados con objetivos específicos;
- Desarrollar programas de mejoramiento genético a escala nacional, para incrementar ganancias y mantener la mayor biodiversidad posible;
- Crear una red europea que permita organizar las “cadenas” productivas de determinadas especies, principalmente nogal, necesarias para capacitación, transferencia tecnológica, y comercialización, tanto de plantas como de la madera.

En particular, se están desarrollando los siguientes objetivos específicos<sup>29 30</sup>:

- Desarrollar un programa de mejoramiento genético de largo plazo de nogal para producción de madera de calidad;

<sup>29</sup> INSTITUT DE RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTARIES. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/ingles/participanti/irtaexp.html](http://www.juglans.org/ingles/participanti/irtaexp.html) (Cited 14/06/2002).

<sup>30</sup> CENTRO DE INVESTIGACIONES FORESTALS. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/ingles/participanti/cifexp.html](http://www.juglans.org/ingles/participanti/cifexp.html) (Cited 14/06/2002).

- Crear nuevas progenies por polinización cruzada, incluyendo híbridos (*J. regia* x *J. nigra*);
- Seleccionar genotipos resistentes a la sequía;
- Propagación in vitro de los clones seleccionados;
- Selección de campo en el norte de España para pruebas de progenie.

Paralelamente, y a contar de 1994 se crea en España la Asociación Española de Arboricultura, dedicada a crear un foro multidisciplinario de profesionales; a promover el conocimiento del árbol y sus relaciones con el medio; a divulgar los conocimientos científicos de la biología arbórea y de las técnicas de arboricultura; a proteger el patrimonio arbóreo urbano; y a regular las actividades que afectan el arbolado<sup>31</sup>.

Al igual que en otros países europeos, la actividad ligada a la arboricultura, tanto ornamental como para producción de madera de alto valor, ha fomentado la consolidación de la industria relacionada, la que provee insumos e implementos utilizados por esta técnica<sup>32</sup>.

De hecho, y como ejemplo del dinamismo de la empresa privada en este campo, cabe mencionar que existen empresas privadas que están comercializando clones especializados para madera, tanto de nogal como de otras especies de interés, reproduciéndolas mediante la micropropagación<sup>33</sup>.

La micropropagación tiene las ventajas de reproducir una variedad determinada sin recurrir al injerto bajo (que deteriora la calidad de la madera), reducir el costo unitario de producción, e inducir en ciertas especies características de interés (en el caso del nogal se verifica un retraso en la floración masculina, por lo que no se produce fruta hasta que se introducen polinizantes en la plantación, con lo cual durante los primeros años la planta concentra su energía en el crecimiento vegetativo, facilitando la formación de la(s) troza(s) maderera(s) deseada(s)).

En el ámbito de los negocios, existen empresas españolas, entre las cuales se encuentra Maderas Nobles de Sierra Segura<sup>34</sup>, cuyo objetivo es establecer plantaciones para la producción de madera de calidad y alto valor para venderlas en pie.

La actividad comercial de esta empresa consiste en vender a diferentes inversionistas plantaciones agroforestales previamente realizadas, quedando la sociedad obligada a desarrollar (continuar) el proyecto hasta el servicio de venta de la madera resultante. El detalle del negocio propuesto se encuentra en el capítulo IV.

El fundamento de esta actividad comercial radica en la evaluación del valor de la madera, que se debe a dos factores principales:

1. La madera es la materia prima renovable que más riqueza crea en el mundo. Según la Bolsa de Materias Primas de Chicago, (Chicago Board of Trade, CBOT), en los últimos 180 años la revalorización de la madera ha superado con creces al resto de las materias primas. En el caso de las maderas nobles, los

<sup>31</sup> AEA. 2002 ¿Qué es la asociación Española de arboricultura? (Online Database). [www.aearboricultura.com/Asociacion.htm](http://www.aearboricultura.com/Asociacion.htm) (Cited 09/08/2002).

<sup>32</sup> AGRICULTURA. 2002. Jardinería profesional y paisajismo forestal.. (Online Database). [www.intermas.com/es/Cos/Agricultura:Paisajismo:Biorollos/28:31:42](http://www.intermas.com/es/Cos/Agricultura:Paisajismo:Biorollos/28:31:42) (Cited 30/07/2002).

<sup>33</sup> Vitrotech Biotecnología Vegetal, S.L. Ctra. N-340 Km 631, 30840 Alhama de Murcia, España. Tel. 34-968633231.

<sup>34</sup> [www.bosquesnaturales.com](http://www.bosquesnaturales.com)

precios se incrementan en mayor medida. Así aparece reflejado en los informes del Departamento de Agricultura del Gobierno de EE.UU. Especies como nogal y cerezo, entre otras, han experimentado un aumento de precio en los últimos 30 años, superior al 8% anual en dólares.

2. El crecimiento del árbol, que según va transcurriendo el tiempo de cultivo genera cada año más cantidad de madera y por tanto mayor valor económico por el incremento de su volumen. La selección genética del material vegetal así como las actuaciones agronómicas de carácter intensivo, fomentan y aceleran el ritmo de crecimiento. Este factor de producción aporta, por sí solo, aproximadamente un 10% de rentabilidad.

La unidad de inversión empleada en España corresponde al “lote forestal”, que se compone de 40 árboles, pudiéndose comprar un lote entero, un medio lote (20 árboles), o un cuarto de lote (10 árboles). Lógicamente también se puede invertir en múltiplos de lotes. Cada lote tiene un precio de compra que fluctúa en función de su edad, pero el valor del lote en sus primeros años alcanza los 10.000 euro (equivalentes a cerca de \$ 8.000.000).

Las rotaciones ofrecidas en estas ventas en España alcanzan los 19 años, y consideran nogal común, cerezo común y peral común. Consideran un beneficio en porcentaje para el cliente de 12,57% anual.

A lo largo del ciclo productivo se puede ceder parcial o totalmente la calidad de propietario vendiendo directamente o a través de la empresa los árboles comprados, obteniéndose beneficios proporcionales al tiempo transcurrido.

El escenario más pesimista considera que dentro de 19 años el precio de la madera de nogal y cerezo será el mismo de hoy, con lo que se estaría hablando de que el lote forestal valdría 65.582,44 Euros.

Respecto a la seguridad de la inversión, las plantaciones disponen de todas las medidas necesarias para asegurar su buen fin:

- Cercos de seguridad
- Instalación contra incendios
- Control del desarrollo individual de los árboles; sustitución en caso de ser necesario
- Vivero para replantes
- Plantaciones aseguradas

Estos factores permiten obtener madera de máxima calidad y alto rendimiento económico. Se habla de una rentabilidad estimada de entre 12 y 27% anual acumulado<sup>35</sup>.

## 2.3 BÉLGICA

En este país también se están llevando a cabo numerosas actividades, principalmente de investigación y desarrollo en temáticas de la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies. También a nivel productivo se ha ido incrementando el interés por esta técnica productiva, difundiéndose.

---

35 [www.maderasnobles.com](http://www.maderasnobles.com)

Prueba de lo anterior es que Bélgica es otro de los seis países europeos involucrados en el importante proyecto de I&D dedicado a la producción de madera de alta calidad y valor para la industria del mueble dentro de la Unión Europea, detallado con anterioridad.

En particular, en este país se están desarrollando los siguientes objetivos específicos<sup>36</sup>:

- Estudio sobre los procesos de lignificación del xilema durante la diferenciación celular;
- Determinación de las hormonas radicales involucradas en el control de la actividad cambial y la formación del xilema;
- Purificación y caracterización de peroxidasas involucradas en la formación de la madera de nogal.

## 2.4 ALEMANIA

En este país también se están llevando a cabo numerosas actividades, principalmente de investigación y desarrollo en temáticas de la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies. También a nivel productivo se ha ido incrementando el interés por esta técnica productiva, difundiéndose con la ayuda de los subsidios disponibles.

Prueba de lo anterior es que Alemania es otro de los seis países europeos involucrados en el importante proyecto de I&D dedicado a la producción de madera de alta calidad y valor para la industria del mueble dentro de la Unión Europea, detallado con anterioridad.

En particular, se están desarrollando los siguientes objetivos específicos<sup>37 38</sup>:

- Estudiar los mecanismos fisiológicos involucrados en la formación de madera de calidad;
- Estudiar el grado de incidencia de los carbohidratos en dichos procesos;
- Proporcionar marcadores morfológicos de la madera de nogal;
- Determinar las características de la madera usando estándares potenciales;
- Desarrollar un programa de mejoramiento de largo plazo de nogal para producción de madera de calidad;
- Crear híbridos mediante polinización controlada;
- Seleccionar genotipos aptos para el clima continental.

A nivel de comercialización de maderas valiosas, Alemania es un comprador importante que, además de los volúmenes demandados, se caracteriza por presentar gustos o preferencias específicas, en muchos casos diferentes al del resto de los países europeos (por ejemplo, es uno de los mercados que para ciertos productos prefiere maderas oscuras y muebles de madera maciza, y no enchapada).

---

<sup>36</sup> LABORATOIRE HORMONAL VEGETAL. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/inglese/partecipanti/ulgeexp.html](http://www.juglans.org/inglese/partecipanti/ulgeexp.html) (Cited 14/06/2002).

<sup>37</sup> NIEDERSAECHSISCHE FORSTLICHE VERSUCHSANSTALT. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/inglese/partecipanti/nfvexp.html](http://www.juglans.org/inglese/partecipanti/nfvexp.html) (Cited 14/06/2002).

<sup>38</sup> DEPARTMENT OF PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF PLANTS AT THE UNIVERSITY OF TUBINGEN. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/inglese/partecipanti/ekutexp.html](http://www.juglans.org/inglese/partecipanti/ekutexp.html) (Cited 14/06/2002).

Su nivel de organización se refleja en mercados transparentes, informados, que en muchos casos trabajan por medio de e-business (internet)<sup>39 40 41</sup>.

Esta modalidad de operación está operando en forma cada vez más generalizada dentro de Europa, a la cual se han ido sumando prácticamente todos los países<sup>42</sup>.

## 2.5 GRECIA

En este país también se están llevando a cabo numerosas actividades, principalmente de investigación y desarrollo en temáticas de la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies. También a nivel productivo se ha ido incrementando el interés por esta técnica productiva.

Prueba de lo anterior es que Grecia es otro de los seis países europeos involucrados en el importante proyecto de I&D dedicado a la producción de madera de alta calidad y valor para la industria del mueble dentro de la Unión Europea, detallado con anterioridad.

En particular, se están desarrollando los siguientes objetivos específicos<sup>43</sup>:

- Desarrollar un programa de mejoramiento de largo plazo de nogal para producción de madera de calidad;
- Seleccionar genotipos aptos para el clima mediterráneo;
- Evaluar el comportamiento de diferentes procedencias y progenies en Grecia;
- Evaluación de la diversidad genética por medio de aloenzimas;
- Desarrollar nuevos sistemas de cultivo usando clones de nogal y progenies de elite;
- Evaluar unidades experimentales instaladas con anterioridad.

## 2.6 PAÍSES NÓRDICOS (SUECIA, DINAMARCA)

Las únicas referencias bibliográficas encontradas en este país corresponden a plantaciones mixtas, uno de los modelos productivos empleados por la arboricultura.

En Suecia, la investigación sobre las plantaciones mixtas que asocian abedul con coníferas ha mostrado que es posible obtener una producción combinada de abedul con alguna conífera (abeto), sin pérdidas de producción de esta última, lo que se debe a que en su fase juvenil las coníferas no son capaces de utilizar todo el potencial del

---

<sup>39</sup> IHB. 2002. An important cog in your trading operation. 2002. (Online Database). [www.holboerse.com/en](http://www.holboerse.com/en) (Cited 09/08/2002).

<sup>40</sup> IHB. 2002. Ottimizzate il vostro luogo di stagionatura. (Online Database). [www.schmittholz.de/it](http://www.schmittholz.de/it) (Cited 09/08/2002).

<sup>41</sup> IHB. 2002. Comprare e vendere in maniera professionale. (Online Database). [www.spanplatten.de/it](http://www.spanplatten.de/it) (Cited 09/08/2002).

<sup>42</sup> CARREFOUR INTERNATIONAL DU BOIS. 2002. Visitors. (Online Database). [www.timbershow.com](http://www.timbershow.com) (Cited 05/08/2002).

<sup>43</sup> LABORATORY OF FOREST GENETICS, UNIVERSITY OF THESSALONIKI. 2002. Walnut. (Online Database). [www.juglans.org/inglese/partecipanti/authexp.html](http://www.juglans.org/inglese/partecipanti/authexp.html) (Cited 14/06/2002).

sitio, por lo que el agregar latifoliadas de crecimiento juvenil rápido se permitiría la obtención de una producción complementaria adicional a la del modelo tradicional puro (Burger-Leenhrdt, 1996).

En algunas especies, como es el caso del abedul en los países escandinavos, se aplica un tipo de manejo más cercano a la naturaleza debido a los requerimientos del público, que rechaza grandes extensiones plantadas en forma pura. Debido a ello, en Suecia la investigación sobre las plantaciones mixtas que asocian abedul con coníferas se ha definido como prioritaria (*op. cit.*).

## 2.7 HUNGRÍA

En Hungría la mayor parte de las plantaciones se han establecido en tierras agrícolas de baja productividad, y su gran mayoría está formada por especies frondosas.

En dicho país las coníferas se consideran especies introducidas, a pesar de que una alta proporción de los bosques de frondosas presenta especies introducidas como la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*) y los álamos mejorados. El rasgo más característico de los bosques húngaros es la gran variedad de especies frondosas que forman masas mixtas, compuestas frecuentemente por varios estratos. Aún cuando la producción maderera sigue siendo la función más importante de los bosques, hay otros beneficios a los que se está concediendo cada vez más importancia como consecuencia del cambio social de la demanda respecto a los bosques y de la creciente sensibilización pública en relación con los temas ambientales.

En términos productivos, Hungría casi no produce madera de calidad, sin embargo, y debido a la conformación de sus bosques y plantaciones, principalmente de especies de rápido crecimiento, cuenta con un gran superávit de madera para la fabricación de pulpa, presentando un balance negativo en cuanto a sus requerimientos de pulpa y papel (Csóka, 1994).

## 2.8 BULGARIA

Las únicas referencias bibliográficas encontradas en este país corresponden a plantaciones mixtas, uno de los modelos productivos empleados por la arboricultura.

En un estudio comparativo realizado en Bulgaria entre una plantación pura de *Robinia pseudoacacia* de 24 años, y otras mixtas con *Gleditsia triacanthos*, *Tilia tomentosa*, *Corylus avellana* y *Acer campestre*, se observó que *Robinia pseudoacacia* creció mejor en forma mixta que en forma pura; la superioridad fue de un aumento entre el 5 y 26% en diámetro y 22 y 28% en altura. La biomasa en plantaciones mixtas fue entre el 14 y 42% mayor que en plantaciones puras. La mejor combinación fue entre *Robinia pseudoacacia* y *Acer campestre* con una biomasa aérea de 142,9 ton/ha (Kostov *et al.* 1992).

Otras experiencias establecidas en el año 1976 de plantaciones puras de *Quercus frainetto* y plantaciones mixtas en hileras alternadas de *Quercus frainetto* con *Acer pseudoplatanus*, *Tilia tomentosa* y *Sorbus torminalis*, cuyo espaciamiento inicial fue de 2,5 x 1 m se evaluaron considerando datos de altura y DAP en los años

1980, 1985 y 1988. En las plantaciones mixtas en hileras, el crecimiento de *Quercus frainetto* con *Acer pseudoplatanus*, *Tilia tomentosa* y *Sorbus torminalis* fue 19, 12 y 8% respectivamente mayor que en las plantaciones puras. De las asociaciones evaluadas, *Tilia tomentosa* tuvo el mayor efecto en el crecimiento de *Quercus frainetto* (Lyapova, 1989).

## 2.9 RUSIA

También en este caso la única referencia bibliográfica encontrada en este país corresponde a plantaciones mixtas, destacando que se refiere a estudios de más de cinco décadas de duración.

En un estudio realizado en Rostov, región esteparia de Rusia, con presencia de suelos arcillosos pesados, se establecieron ocho plantaciones mixtas, conformadas por *Quercus robur* como especie principal y asociaciones compuestas por *Fraxinus pennsylvanica* y *Cornus sanguinea*, *Ulmus pumila* y *Acer platanoides*, y *Celtis occidentalis*, *Acer tataricum* y *Cornus sanguinea*. Las comparaciones de crecimiento de las asociaciones fueron realizadas a los 50 años de edad, y los resultados indican que la mejor asociación de especies en estas condiciones fue la de *Quercus robur* con *Acer platanoides* y *Cornus sanguinea* (Kulygin y Revyako, 1992).

### 3. ESPECIES

En plantaciones con preponderante objetivo productivo, algunas asociaciones de especies tienen efectos positivos sobre la forma del fuste y de la copa, con la consecuencia de menor necesidad de intervenciones de poda. Para ello se recomienda hacer grupos de dimensiones variables (5-15 plantas) en relación a la función de cada especie (productora de madera o secundaria), o alternadas una a una. La selección debería favorecer las latifoliadas nobles, entre ellas cerezo, fresno austral y nogal (CBRP, 1995).

Por la experiencia adquirida en general se desaconseja efectuar plantaciones puras, sobretudo por el riesgo de difusión de plagas y enfermedades (*op. cit.*).

En las plantaciones de arboricultura de alto valor, la selección de las especies y del tipo de plantación se debe hacer considerando las condiciones del sitio, las características técnicas y organizacionales de la empresa/propietario, así como su capacidad de usar eventuales productos secundarios obtenidos en forma intermedia en la rotación.

Se pueden emplear una o más especies principales, en forma independiente o en conjunto, y asociándolas se pueden incorporar otras especies destinadas a mejorar la fertilidad del terreno y la conformación del árbol (Buresti y Aiello, 1989). Entre las especies principales se pueden considerar nogal, cerezo, arce, fresno, y algunos encinos como encino rojo americano, y farnia y rovere (encinos europeos), y entre las secundarias se pueden incluir, entre otras, alisos, olivo de bohemia, acacio (robinia), sambuco y avellano europeo (Armand, 1994).

#### 3.1 NOGAL COMÚN

Nogal es una especie de crecimiento bastante rápido (Ciancio *et al.*, 1992), aunque su productividad puede maximizarse con una adecuada selección del sitio y técnicas de cultivo adecuadas.

Las perspectivas de mercado son óptimas, siendo más rentables las trozas para chapas decorativas, por lo que el objetivo de este cultivo debería ser la producción de fustes con diámetros sobre los 30-35 cm y sobre los 2,5 m de largo (Ciancio *et al.*, 1992).

Respecto a los problemas fitosanitarios, se reportan daños provocados por insectos fitófagos durante los primeros años de la plantación, especialmente de *Zeuzera pyrina*, y la utilidad de usar trampas de feromonas para el control biológico del insecto. En Europa también hay mamíferos silvestres que causan mucho daño, dando paso a otras enfermedades fungosas (CBRP, 1995).

Mercurio (s.f.) propone un esquema de manejo para nogal que considera una selección y preparación del sitio rigurosas, el empleo de plantas seleccionadas, una densidad de plantación elevada (625-1.111 pl./ha) con una disposición tal que permita el paso de la maquinaria, podas de formación, raleos, y cosecha a los 40 años; con este manejo se han obtenido alturas de alrededor de 4 m a los 3 años. El autor estima que con estas indicaciones se puede obtener, a los 40 años, 150-200 m<sup>3</sup>/ha, de los cuales más de la mitad puede destinarse a foliado o aserrado; el resto de las ramas y raíces puede emplearse a nivel artesanal.

La especie también presenta interés por la posibilidad de cultivarla con doble propósito productivo (fruto-madera); en Italia se considera una opción productiva apta para las situaciones de media y baja montaña (Minotta y Tamponi, 1983). Si el manejo es menos intensivo sólo será posible producir madera.

Los resultados obtenidos por estos autores confirman las exigencias edáficas de la especie, que se beneficia de suelos profundos, no excesivamente compactados y suficientemente frescos durante el verano, además de los cuidados culturales recomendados.

El nogal puede ser plantado puro o asociado a otras especies arbóreas o arbustivas, o con herbáceas, para mejorar la fertilidad y aprovechamiento del suelo, generar productos intermedios, y otros beneficios (Buresti, 1993b).

Cuando se usan densidades de 4 x 4 ó 5 x 5 m hay que ralea alrededor del año 15, considerando una rotación de 40-50 años. Si se busca el objetivo fruto - forestal se recomiendan distanciamientos de 9 x 9 ó 10 x 10 m. En plantaciones en hilera las plantas se ubican a 7 m sobre la fila. En las plantaciones mixtas las disposiciones y distanciamientos varían según la situación particular (Ciancio *et al.*, 1992).

Las podas recomendadas se refieren a podas de formación iniciales y graduales, seguidas por levante de copa.

Los valores de mercado son favorables, 2 a 3 veces más elevados que los de otras especies valiosas (como cerezo, nogal negro, fresco, arce, encinos), pero muy diferenciada según calidad.

La madera más valorada es aquella clara, ya que permite resaltar el veteado y un mejor teñido; no debe presentar defectos. Las dimensiones mínimas deberían ser 3 m de largo con diámetros mínimos superiores mayores a 35 cm; de 2-3 m de largo y diámetros de 25-35 cm de diámetro para madera aserrada, aunque con mayores dimensiones se obtienen valores más elevados (Provincia di Bologna, 1994).

El color de la madera es un carácter tecnológico importante que le da un valor "plus"; entre las especies valiosas, desde este punto de vista, se encuentran el cerezo, el castaño y el nogal (Ducci *et al.*, 1989); ésto ha llevado al inicio de investigaciones sobre el tema, especialmente en el caso de nogal, con las que se prevé que a futuro será posible producir intencionadamente madera clara, oscura, variegada o intermedia.

Según Graeschke y Gurth (1993), en los mejores sitios *Juglans regia* crece igual o más que *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* y *Fagus sylvatica*. Su forma es similar a la de otras latifoliadas y puede crecer en forma mixta con otras latifoliadas nativas, recomendándose densidades de 1.000-2.000 pl./ha.

Los últimos 30 años han sido marcados por una neta intensificación del cultivo del nogal para fruto en Europa, particularmente en Francia, y en Norteamérica, específicamente en California. Esta evolución se ha traducido en un aumento de las densidades de plantación, la formación de copas a baja altura, protección fitosanitaria y al desarrollo de una serie de investigaciones sobre mejoramiento genético para fruto, tanto a nivel de variedades como de porta injertos.

Estudios de genética de poblaciones muestran niveles de diversidad genética y diferenciación más bajos en nogal que en otras especies extensamente cultivadas, lo que refleja un significativo monto de erosión genética que ha sufrido la especie, principalmente en Europa (Malvolti *et al.*, 1991; Malvolti *et al.*, 1997; Fornari *et al.*, 1999).

Colecta, plantaciones experimentales y estudios genéticos con fines forestales fueron desarrollados en el ámbito del primer proyecto europeo (1993 – 1995) considerando 500 árboles (*Juglans regia*, *J. nigra* y su híbrido) en varios países de Europa, donde fueron cosechadas nueces y púas. Dicho programa de mejoramiento genético desarrollado por Francia, Alemania, Grecia, Italia y España en forma colaborativa usó alrededor de 20.000 genotipos reproducidos en viveros, con los que se instalaron 40 ensayos (Jay-Allemand, 1996). Información de interés será obtenida de futuras evaluaciones de dicho material.

El último proyecto europeo realizado sobre la especie con financiamiento de la Unión Europea, denominado BRAINS (Basic Research for Agroforestry and Industry: Network and Standards), involucró universidades, institutos de investigación, y empresas de 6 países: Bélgica, Francia, Alemania, Grecia, Italia y España. El objetivo de este proyecto fue el incrementar la cantidad y la calidad de las plantaciones de nogal en Europa, estandarizando las características y las utilizaciones con el fin de abastecer de madera de alto valor a la industria de los países europeos (Rossi, 2001). Mediante esta iniciativa se estudiaron nuevos sistemas culturales para la gestión de las empresas agrícolas, y se dio gran importancia a los estándares para la madera y las nuevas tecnologías de procesamiento de la misma, en particular de la vaporización, secado y coloración.

Esta iniciativa impulsó la formación de una red a nivel europeo que reúne investigadores, viveristas, arboricultores, aserraderos, empresas de foliado y ebanistas, lo que ha permitido desarrollar la cadena productiva del nogal, así como su mercado.

## 3.2 NOGAL NEGRO

Esta especie llegó de Estados Unidos a Europa a través de Francia en el siglo XVII, donde su madera alcanza actualmente un valor inferior a la madera del nogal común, además de lo cual sus frutos no se usan como alimento debido a la dureza de la cascara (Fozzer, 1986). Su madera es pesada, medianamente dura, homogénea, pero que puede sufrir alteraciones a medida que envejece; es de color gris oscuro (hasta violáceo) y albura clara; tradicionalmente se usa en la industria del mueble.

Esta especie puede alcanzar grandes dimensiones, superiores a las de nogal común, y también es más longeva.

Su madera presenta características parecidas a las de nogal común, pero es de calidad notablemente inferior, no obstante lo cual se usa para muebles y revestimientos interiores (ENTE, 1990).

Respecto al nogal común, se trata de una especie más exigente de humedad estival, menos exigente en luz y temperatura, más resistente al frío en invierno, pero más sensible a las heladas precoces y tardías; respecto al suelo es más exigente, puede soportar breves períodos de inundación y su aparato radicular profundizante le permite acceder a napas freáticas muy profundas (*op. cit.*).

El híbrido *J. nigra* x *J. regia* realizado en Francia con el propósito de producir madera de valor, presenta vigor y posee características intermedias a los dos progenitores, pero su madera presenta menor valor que la de nogal común, por lo que no es muy usado en Italia.

El cultivo de *Juglans nigra* asociado con especies arbóreas fijadoras de nitrógeno podría entregar a los propietarios retornos iguales o superiores a los obtenidos con otras alternativas de manejo más intensivas, y también lograr una buena adaptación a tierras agrícolas marginales (Campbell y Dawson, 1989).

### 3.3 CEREZO

Es considerada una especie idónea para establecer plantaciones especializadas para producir madera de valor (Corona *et al.*, 1992).

Minotta (1994b) indica que para obtener producciones de madera de calidad y en períodos cortos se debe establecer en sitios cercanos a su óptimo ecológico (suelos de textura media, profundos, pH cercano a neutro y frescos).

La especie se presta bien a ser cultivada en hileras, lo que representa una oportunidad para las empresas que no pretenden modificar su ordenación productiva tradicional (*op. cit.*). En estos casos se recomiendan distanciamientos de 6 m sobre la hilera (Ciancio *et al.*, 1992).

Se citan graves heridas provocadas por mamíferos silvestres, que facilitan la entrada de peligrosas enfermedades fungosas (Ferrari, 1994).

En plantaciones se recomienda usar plantas de 1 año producidas a raíz desnuda, con una densidad inicial de 3 x 3 m. Si se usa en forma pura se aconseja no establecer paños de más de 2 ha (Ciancio *et al.*, 1992).

Las podas a emplear corresponden a las descritas como poda de formación; los raleos son indispensables ya que se trata de una especie exigente en luz, de crecimiento rápido en su juventud y que no soporta competencia; estas intervenciones deben ser selectivas, moderadas y graduales, de modo de dejar completamente libres las copas y favorecer el crecimiento en diámetro (*op. cit.*).

La experiencia en Inglaterra indica que la especie no crece bien en áreas expuestas al viento. En estos sitios se aprecian ejemplares con copas asimétricas, lo que impide su crecimiento en altura. Además, si este factor se conjuga con suelos poco profundos, aun con vientos moderados es frecuente observar descalces y curvaturas tales que los árboles quedan doblados sobre sí mismos (Pryor, 1988).

El crecimiento en altura se mantiene elevado hasta los 20 años y en diámetro hasta los 50 años; la rotación es de alrededor de 50 años debido a la corta vida de la especie. Mercurio y Tocci (1982) cit. por Ciancio *et al.* (1992) indican que a los 40-50 años se pueden obtener 160-250 m<sup>3</sup>/ha.

Con relación a la edad de cosecha se puede indicar que en Inglaterra son normales rotaciones de 50 a 70 años, con 140 a 160 árboles potencialmente cosechables, lo que significa espaciamientos de 7,9 a 8,5 m (Kerr y Evans, 1993).

En Alemania, en tanto, se ha observado que en condiciones óptimas la especie puede alcanzar 15 cm de diámetro en 15 a 20 años, y 50 cm a los 60 años (Masset, 1979; Crave, 1990).

Aun cuando la demanda por su madera es creciente, no es posible extender su cultivo a superficies más extensas, debido a sus requerimientos ecológicos. Se puede usar en plantaciones puras, mezclado con coníferas, en hileras a lo largo de caminos, en enriquecimiento de bosques degradados y en hileras alrededor de campos agrícolas (*op. cit.*).

Según Spiecker (1994) el crecimiento de individuos jóvenes de cerezo (*Prunus avium*) es muy rápido pero luego éste decrece progresivamente; la altura final alcanzada puede ser similar a la de *Quercus robur*. *Prunus avium* retiene las ramas muertas por lo que debe ser podado para producir madera de alto valor. La especie reacciona muy fuertemente con la variación de agua disponible. La disponibilidad de espacio para su crecimiento tiene un efecto decisivo en el crecimiento en diámetro. Esta especie además se regenera fácilmente por semillas y puede ser plantada con distanciamientos amplios en plantaciones mixtas, ya que los rodales puros no son recomendables.

El cerezo es una de las especies nativas más ampliamente distribuida en Inglaterra; típicamente se encuentra en pequeños grupos o en árboles individuales en los bordes de los ríos y en las zonas bajas de Bretaña. En Escocia central y norte es rara. Es valorada por su madera y por sus beneficios ambientales (Russel, 1998).

En general, tanto en Inglaterra como en Bélgica, el cerezo es comúnmente encontrado en los límites o bordes de los bosques (Thill, cit. por Pryor, 1988).

En relación a los programas de mejoramiento genético de la especie, se puede indicar que tanto en Alemania como en Francia se han definido áreas productoras de semillas, la introducción de material de propagación de alto rendimiento y la selección de individuos para crear variedades multiclonales (Teissier du Cros, 1980). Programas de mejoramiento genético de la especie se han iniciado en Inglaterra, Francia, Italia, Alemania y Suiza, a partir de 1980; ya en 1982 había clones para madera comercializados en el mercado.

El Horticulture Research International (HRI) de Inglaterra tiene un gran programa de mejoramiento genético con cerezo que empezó en 1988, cuando se instaló un huerto semillero clonal usando 17 árboles plus. Este programa incluyó la selección de árboles plus, selección de progenies procedentes de cruza controladas y la utilización de marcadores moleculares para la selección de individuos (Russel, 1998).

A la fecha se han desarrollado tres proyectos de cierta envergadura con cerezo en esta reconocida institución, debido a que se trata de una especie nativa interesante, resistente al daño de las ardillas, y que puede producir madera valiosa en una rotación corta (Tobutt, 2001). Mediante estos proyectos, un set de 10 clones seleccionados por forma y por su resistencia al cáncer bacteriano fueron lanzados al mercado bajo el nombre de "Wildstar" en el año 2000. Luego de su presentación en el Royal Show, todas las plantas disponibles se agotaron y se pusieron ordenes de compra por 40.000 plantas para el invierno 2001-02. En forma adicional, 16 clones nativos han sido evaluados para su posible lanzamiento como "Wildstar 2", y su micropropagación ya ha sido iniciada; la selección de los mejores va a ser realizada en el año 2003, una vez que haya más información disponible sobre su comportamiento en campo y sobre su resistencia a la enfermedad.

Paralelamente, se están realizando actividades de mejoramiento genético tradicional bajo la asesoría del British & Irish Hardwood Improvement Programme (BIHIP) (*op. cit.*).

Todas estas iniciativas están despertando considerable atención entre aquellos interesados en producir madera de alto valor, actividad que a la vez ayuda a reducir las importaciones de maderas duras tropicales.

### 3.4 FRESNO

Crece espontáneamente a lo largo de cursos de agua y en los fondos de valle con suelos fértiles, aunque es indiferente al sustrato. Es una especie hidrófila pero también crece sobre terrenos secos. Para su establecimiento

se usan plantas de 1 año crecidas a raíz desnuda o en cajón, con distanciamiento inicial de 3 x 3 m. Las podas de formación son indispensables para corregir la no siempre adecuada forma de los fustes. También puede ser manejada como monte bajo.

Respecto a las condiciones climáticas, soporta muy bien el frío invernal, pero es sensible a las heladas tardías; es muy exigente respecto a las precipitaciones y demanda una cantidad considerable de ellas repartidas durante todo el año (Vieceli, 1989).

Su madera es dura, tenaz, muy elástica, de buena trabajabilidad, apreciada para muebles, chapas decorativas y artículos deportivos (ENTE, 1990).

El fresno es una de las especies de madera dura más importante económicamente en Inglaterra, donde prefiere los suelos más calcáreos y húmedos (Russel, 1998).

En 1993, el Oxford Forestry Institute en colaboración con el Forest Research Institute, establecieron ocho huertos semilleros de fresno, con 36 procedencias de Inglaterra, que fueron seleccionadas por su vigor y forma (*op. cit.*).

### 3.5 ALISOS

El aliso italiano (*Alnus cordata*) en su area de distribución las precipitaciones medias anuales varían entre 700 y más de 1.500 mm, con 3-4 meses de sequía estival; la temperatura media anual fluctúa entre 7 y 15 °C con medias del mes más frío de hasta -2 °C y mínimas absolutas de hasta -20 °C. Los suelos son variables, incluyendo arcillosos, calcáreos, superficiales o con afloramientos rocosos (ENTE, 1990).

Tiene un hábito alargado y copa pequeña con ramas delgadas en sus primeros años.

Su madera, de textura fina, color rosáceo, presenta características mecánicas similares a las del álamo. Es demandada para obras hidráulicas, carpintería, embalajes, torneado e inserciones; también es apta para tableros, paneles y pulpa; es de calidad media como combustible (*op. cit.*).

Puede ser manejada como monte alto o bajo, con rotaciones de 12-20 y 40-60 años, y productividad de 10-20 y 6-12 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente.

El aliso negro (*Alnus glutinosa*) crece comúnmente en toda Inglaterra, en lugares húmedos, normalmente en forma pura y en sucesiones de bosques, hasta por sobre los 500 msnm. Su madera es económicamente valorada y es una planta fijadora de nitrógeno (Russel, 1998).

Según Aleksandrova *et al.* (1994) la fijación de nitrógeno de robinia en forma pura es alta en suelos arenosos, mientras que asociada con *Alnus glutinosa* y *Hippophae rhamnoides* la fijación es alta en suelos aluviales de praderas.

La invasión de *Alnus crispa* en monocultivos de *Picea spp.* significó un alto incremento tanto en el crecimiento en diámetro como en altura de *Picea spp.*; los incrementos comenzaron entre 3 y 6 años después de la

invasión y establecimiento de *Alnus*. La contribución anual estimada de nitrógeno es de aproximadamente 50 Kg/ha (Hudson, 1993).

*Alnus glutinosa* a menudo se asocia a la comercialmente valorada *Juglans nigra* debido al incremento de la fertilidad del suelo con nitrógeno. Pero en algunos suelos el crecimiento de *Alnus* puede ser reducido por la alelopatía química producida por *Juglans nigra* (Neave y Dawson, 1989).

Según Kurdali *et al.* (1990) la asociación entre *Alnus glutinosa* y *Populus nigra* derivó en una mayor fijación de nitrógeno comparado con un monocultivo de *Alnus*.

Además, Bosco *et al.* (1991) concluyeron que las especies que tienen la habilidad de fijar nitrógeno, debido a la simbiosis de su raíz con el actinomicete *Frankia*, permiten una rápida repoblación de los suelos sin sustrato arable. Dentro de éstas se encuentra *Alnus cordata* y *Elaeagnus angustifolia*, las cuales mejoran considerablemente el crecimiento de *Juglans nigra*, *Prunus avium*, *Quercus robur* y *Fraxinus oxyphilla* cuando son plantadas en forma mixta.

Por otra parte, Gavaland y Gauvin (1997), concluyeron que plantando en forma mixta con *Alnus rubra* se producían efectos positivos en los incrementos tanto en altura como en diámetro de *Prunus avium*, además de un mejoramiento en la calidad del fuste y de la copa.

### 3.6 OTRAS LATIFOLIADAS MENORES

Entre éstas especies se consideran al olmo, al tilo, a los robles o encinos y al *Sorbus torminalis*.

El **olmo** es un gran árbol de crecimiento rápido, que difícilmente forma bosques puros. Su madera se utiliza para barcos, puentes, madera aserrada, carpintería, y también para muebles y tableros. Gambi (1968) la menciona como una madera óptima para muebles, lo que explica su valor.

En el caso de los **encinos**, las dos especies europeas principales corresponden a la farnia (*Quercus robur*) y a la rovere (*Quercus petraea*), que crecen en terrenos profundos, frescos y fértiles, siendo especies longevas y muy productivas. Su madera es muy apreciada, sobretodo para muebles. Muchos de los encinos comercializados en Italia provienen de Eslovenia y Francia.

En relación a los efectos positivos encontrados en una plantación mixta, Phillips y Abercrombie (1987) concluyeron que entre los beneficios obtenidos de plantar pino junto a latifoliadas está la reducción de la intensidad en la preparación del sitio, los costos de reforestación se reducen en aproximadamente un 50%, se obtiene una mayor sobrevivencia y crecimiento temprano del pino y un mayor crecimiento en altura. Aunque el crecimiento de las latifoliadas fue generalmente menor que el de los pinos, muchas especies de latifoliadas deseables tuvieron un buen crecimiento, como por ejemplo *Quercus sp.* y *Liriodendron tulipifera*. Aunque no se evaluó la forma del fuste se observó que las latifoliadas presentaban una excelente forma. Los productos finales obtenidos fueron madera aserrada y pulpable, tanto de los pinos como de las latifoliadas. Aparte de los beneficios económicos obtenidos por esta asociación de especies, la diversidad del rodal se vio incrementada, provocando mejores beneficios para la vida silvestre, y al no realizarse una preparación de sitio intensiva la susceptibilidad del suelo a ser erosionado fue minimizada.

En un rodal mixto el crecimiento en diámetro y en altura de *Quercus petraea* a los 20 años es significativamente mayor que el plantado en forma pura. La calidad del *Quercus* en su mayor parte no se vio afectada por la composición del rodal. Su rápido crecimiento es atribuido a diferencias de los regímenes de nutrientes y agua de los rodales y el crecimiento promisorio se cree fue debido a la competencia con el pino en el rodal mixto (Bartsch *et al.*, 1996).

En una plantación mixta de *Quercus robur* y *Pinus sylvestris* el crecimiento del sistema radicular de las dos especies es similar, y consecuentemente la composición del rodal es considerada más estable (Korotaev, 1992).

En rodales mixtos de *Quercus robur* y *Fagus sylvatica*, el largo de las raíces finas (raíces de diámetro <1 mm) es significativamente mayor que las raíces de otras clases de tamaños (diámetros de 1-2 y 2-5 mm) en el suelo mineral superior a 60 cm (Walle *et al.*, 1998).

El **falso acacio** o *Robinia pseudoacacia* según Panagopoulos y Hatzistathis (1995) es una especie deseable debido a su rápido crecimiento inicial, intensidad de retoños y capacidad de fijar nitrógeno. Según Hanover y Mebrahtu (1991), *Robinia pseudoacacia* es una de las pocas leguminosas fijadoras de nitrógeno adaptadas a áreas propensas a heladas.

Aleksandrova *et al.* (1993) señalan que *Populus euroamericana* aumenta su productividad cuando crece junto con *Hippophae rhamnoides* en suelos aluviales, mientras que en suelos calcáreos chernozem su productividad aumenta cuando crece con *Robinia pseudoacacia*.

Otra especie de gran interés económico, principalmente para el mercado alemán e inglés, es el ciavardello (*Sorbus torminalis*), que se encuentra generalmente como árbol individual en Inglaterra o en pequeños grupos en algunas otras localidades. Crece en suelos arcillosos y algunas veces en suelos derivados de calizas. Este árbol es usado como un indicador de especies de bosques antiguos, caso en el cual todos los árboles son considerados de un alto valor de conservación (Russel, 1998).

Entre los objetivos de un cultivo mixto esta el promover la adopción entre las especies, ya sea como abrigo o como refugio. Una de las técnicas utilizadas es la asociación de especies de rápido crecimiento con especies tolerantes de madera de alta calidad. Por lo tanto, con una adecuada combinación de especies se podría reducir al mínimo la competencia por luz y nutrientes. Además, una combinación con especies fijadoras de nitrógeno podría ser muy beneficiosa (Rasip *et al.*, 1994); por ejemplo, *Dalbergia sissoo* es una especie fijadora de nitrógeno de crecimiento rápido, por lo que sería apropiada para la forestación de terrenos degradados y como especie acompañante en sitios marginales. Esta especie también es usada como forraje y leña, que se obtiene aproximadamente a los cinco años a partir de las ramas que son cortadas, además de entregar madera de valor comercial (Karki y Karki, 1994). Por otra parte, la especie es ampliamente valorada para calefaccionar y cocinar, y como una importante fuente de materia prima para la industria de basas de madera, especialmente para la industria del mueble y de la construcción (Jha y Trivedi, 1994).

La adición de hojas de *Dalbergia sissoo* y de otras especies de leguminosas al suelo provoca un incremento en el contenido de nitrógeno mineral. Sin embargo, se observó que la aplicación de hojas de *Dalbergia sissoo* fue menos efectiva para promover el crecimiento de *Sorghum* que la aplicación de urea o de hojas de otras especies (Hussain *et al.*, 1994).

En un estudio realizado por Bagnaresi (1985), se menciona a una serie de especies que por sus características de crecimiento en la zona del mediterráneo pueden ser consideradas de corta rotación y que generarían productos de importante valor comercial (pulpa, madera aserrada, tableros y otros industriales), entre las que se mencionan las del género *Acacia*, *Alnus*, *Castanea*, *Platanus*, *Robinia* y *Salix*.

### 3.7 CONÍFERAS

West (1991) en una plantación mixta entre *Pseudotsuga menziesii*, *Larix kaempferi* y *Larix decidua* concluyó que, si bien *Larix kaempferi* demostró un crecimiento inicial superior, mediciones realizadas entre los 19 y 32 años indican que *Pseudotsuga menziesii* es probable que sea la especie más productiva y la que entregue mayores retornos económicos al final de la rotación.

Después de tres temporadas de crecimiento la interferencia entre pinos, especies latifoliadas y vegetación herbácea afecta significativamente el crecimiento y la cosecha en un rodal mixto (Fredericksen *et al.*, 1993). Aunque la vegetación herbácea afecta significativamente a todas las especies, reduce aun más la producción de especies latifoliadas que la de *Pinus taeda*.

En rodales mixtos, *Betula papyrifera* favorece el crecimiento en diámetro de *Pinus banksiana*, debido principalmente a la reducción de la competencia por luz entre los individuos de esta última especie (Longpre *et al.*, 1994).

## 4. CONCLUSIONES

- La realización de plantaciones para producir madera de calidad no es una actividad simple, aún en el contexto de la realidad europea.
- Varios países pertenecientes a la Unión Europea, y otros del Este, están involucrados en actividades relacionadas con la arboricultura para producir madera de calidad. Esto tanto a nivel de la I&D como de aplicaciones a nivel operativo, lo que se debe principalmente a la existencia de cuantiosos subsidios determinados a través del reglamento comunitario N° 1257/99.
- A nivel europeo se ha constatado la existencia de redes de contactos relacionadas a especies de alto valor, con las que se aplica preferentemente la arboricultura. Algunas de estas corresponden a nogal común, cerezo común, castaño, entre otras.
- Existe la oportunidad de reincorporar al árbol en forma significativa en colinas, lomajes y valles agrícolas, para constituir sistemas agroambientales válidos, que no se oponen a la agricultura, sino que más bien se benefician de ella.
- Respecto a la situación del rubro de maderas valiosas en Europa, esta estrategia sigue siendo prioritaria, y los avances en la I&D a futuro permitirán que se concrete como uno de los actores más importantes a escala mundial. No obstante lo anterior, Chile tiene perspectivas interesantes para implementar dichas técnicas, tanto a nivel de I&D como operativo, debido a los siguientes factores:
  - Características edafoclimáticas favorables;
  - Menor costo de la mano de obra;
  - Seriedad y calidad con que se enfrentan los desafíos productivos;
  - Ganancia de tiempo derivada de los resultados de las investigaciones realizadas en Europa, cuyos resultados son públicos y permiten partir con cierta ventaja en algunos temas específicos;
  - Crisis sostenida del sector agrícola, el que requiere urgentemente de nuevas alternativas productivas.
- No obstante lo anterior, existen también grandes desafíos en esta área, entre los que se encuentran la realización de programas de I&D que permitan desarrollar estos temas en forma apropiada e integral; la capacitación de profesionales en estas áreas técnicas recientemente conocidas en Chile; y una mayor coordinación y alimentación mutua con los organismos estatales encargados de los subsidios relacionados.
- Para avanzar en esta línea de trabajo es necesario potenciar la investigación, divulgar los resultados obtenidos, especializar profesionales y técnicos, aplicar correctamente los conocimientos adquiridos y simplificar las normativas relacionadas al tema.
- La arboricultura para producir maderas valiosas ofrece perspectivas muy interesantes para agricultores que están interesados en introducirla en sus predios. Sin embargo, al tratarse de una decisión que involucra el mediano y largo plazo, es indispensable que sea el fruto de un análisis y programación exhaustiva que considere el ambiente socio económico, las características del propietario o empresa (entre ellas, de relevante importancia es la capacidad de gestión) y las características del sitio.
- El consumo mundial de frutos secos en general, y de la nuez en particular está en aumento en muchos países. Por este motivo el cultivo del nogal con doble objetivo productivo (nuez-madera) puede resultar conveniente.

- El elevado ingreso que se obtiene al final de la rotación puede hacer conveniente el cultivo del nogal y otras especies nobles aún en superficies reducidas, y por ende en el caso de un sistema fraccionado de propiedad de la tierra.
- Un impulso a la arboricultura para maderas valiosas en Chile tendría una notable relevancia socioeconómica y ecológica, considerando que la forestación conlleva impactos colectivos importantes.

## 5. BIBLIOGRAFIA CITADA

ALEKSANDROVA, E.; KALMUKOV, K.; GEORGIV, G. I.; TSANOV, T. 1993. Nitrogen balance and productivity of *Populus euramericana* cv. I-214, grown together with the nitrogen-fixing species *Robinia pseudoacacia*, *Alnus glutinosa* and *Hippophae rhamnoides* as a function of the soil type. Nauka za Gorata. Vol. 30, N°4:16-26.

ALEKSANDROVA, E.; KALMUKOV, K.; GEORGIEV, G. I.; TSANOV, T. 1994. Nitrogen fixation in *Robinia pseudoacacia*, *Alnus glutinosa* and *Hippophae rhamnoides* in relation to the soil type. Nauka za Gorata. Vol. 31, N°1: 22-37.

ANÓNIMO. 1987. Noce e ciliegio da legno: esame della produzione vivaistica nell' Appennino centro-settentrionale. Ann. Ist. Sper. Selv. Vol. XVIII:177-211.

ARMAND, G. 1994. Feuillis precieux: techniques et reductions des couts. Forets de France N° 378.

ARF (Azienda Regionale delle Foreste). Sf. Le specie legnose pregiate. 30 p.

BAGNARESI, U. 1985. Short rotation culture of mediterranean species. Istituto di Coltivazioni Arboree. Università di Bologna. Pubblicazione n° 594. Pp: 140-153.

BAGNARESI, U.; CIANCIO, O.; ECCHER, A.; MINOTTA, G.; PETTENELLA, D.; PONTICELLI, P. 1986. Il miglioramento dei boschi e la possibilità di recupero alla produzione legnosa dei terreni agricoli abbandonati nella collina italiana. In: Studio generale della collina italiana. Ed. Edagricole, 386 p.

BARTSCH, N.; PETERCORD, R.; LUPKE, B. 1996. Growth of sessile oak in mixture with Scots pine. Forst und Holz. Vol. 51, N°7: 195-200.

BERNETTI, G.; PADULA, M. 1984. Le latifoglie nobili nei nostri boschi. Edagricole, Bologna, Italia. 51 p.

BERTOLOTTO, C.; PISANELLI, A.; CANNATA, F. 1996. Le modalità di applicazione del Reg. CE 2080/92 in Italia ed in Francia; incentivi alla forestazione su terreni agricoli. Linea Ecologica XXVIII, N° 5.

BOSCO, M.; BURESTI, E.; MOIROUD, A.; MATERASSI, R. 1991. Biomass production improvement and soil reclamation by nitrogen-fixing actinorhizal plants in two disturbed sites. En: 6th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Environmental. Astir Complex Nafsika Congress Hall Vouliagmeni Athens Greece. 22- 26 April 1991.

BURESTI, E. 1992a. La coltivazione del noce e del ciliegio. Convegno Ass. Nazionale Dottori in Scienze Forestali, Bologna, 7/2/1992.

BURESTI, E. 1992b. Orientamenti tecnici sull impianto e la coltivazione del noce da legno. Linea Ecologica N°1 (XXIV). Atti del convegno Imboschimento con noce: orientamenti colturali e produttivi, Porano. Dic. 1992. Pp: 12-18.

BURESTI, E. 1993a. Arboricoltura di pregio. Agricoltura Ricerca N° 147/148: 67-76.

BURESTI, E. 1993b. Realizzazione e gestione degli impianti di arboricoltura per la produzione di legname di pregio. Le indicazioni scaturite da quindici anni di attività sperimentale. Università degli Studi di Sassari – CRAS. Pp: 63-73.

BURESTI, E.; AIELLO, O. 1989. Modalità di impianto e coltivazione nelle piantagioni di latifoglie nobili. Le Foreste N° 5: XVI-XXI.

BURESTI, E.; FRATTEGANI, M. 1995. Alcune considerazioni sull'arboricoltura da legno. Sherwood N° 1: 11-16.

BURESTI, E.; FAINI, A.; MERCURIO, R.; NOCENTINI, S.; DUCCI, F.; PARRINI, C. s.f. L Arboricoltura da legno in Toscana. Prima Parte: Le specie principali. ISSA-Ente Toscano Sviluppo Agricolo e Forestale. 64 p.

BURGER-LEENHARDT, P. 1996. Le bouleau en Scandinavie: une essence d'avenir. Informations – Forêts N° 4, Fiche 539:1-3.

CAMPBELL, G. E; DAWSON, J. O. 1989. Growth, yield, and value projections for Black walnut interplantings with Black alder and autumn olive. Northern Journal of Applied Forestry. Vol. 6, N°3: 129-132.

CIANCIO, O.; LA MARCA, O.; MERCURIO, R.; SANESI, G. 1992. Le problematiche dell arboricoltura da legno di qualità e di quantità. Cellulosa e Carta N° 3: 19-32.

CIANCIOSI, L. 1996. Risultati economici di un impianto di arboricoltura da legno. Sherwood N° 13: 7-14.

CBRP (Consorzio della Bonifica Reno Palata). 1995. Programma di Attività Sperimentali concernenti nuovi criteri di arboricoltura da legno su terreni di collina e pianura. Sintesi dei dati raccolti nel comprensorio del consorzio della Bonifica Reno-Palata, 1980/1994. 94 p.

CORONA, P.; FACCIOTTO, G.; MARIANO, A. 1992. Schede colturali orientative ad alcune specie impiegabile in arboricoltura da legno. En: Accademia Nazionale di Agricoltura. Arboricoltura da legno in collina e in montagna. Ed. Edagricole. Pp: 155-167.

CRAVE, M. 1990. Le merisier en Normandie. Clones et provenances, sylviculture, qualité du bois. Forêt-entreprise (65): 8 – 12.

CSÓKA, P. 1994. La silvicultura en una economía de transición: el caso de Hungría. Unasyuva 179(45): 11-18.

DONINI, B.; ROSSI, L. 1998. Ricerca e sviluppo tecnologico in Europa. L'Informatore Agrario N° 16:25-28.

DUCCI, F.; VERACINI, A.; JANIN, G. 1989. Misurare el colore. Xilon 2(22): 102-104.

ENTE (Ente Nazionale per la Cellulosa e per la Carta). 1990. Principali latifoglie da legno. 80 p.

- FALCIONI, P. 1999. Lo sviluppo rurale secondo Agenda 2000. L'Informatore Agrario N° 14: 9-11.
- FERRARI, R. 1994. Il bosco torna in pianura. Aspetti fitosanitari di colture sperimentali di noce e ciliegio da legno. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale Ca' Ghironda. Pp: 12-13.
- FOZZER, F. 1986. Impiantiamo il noce comune o il noce nero? Informatore Agrario N° 18: 47-50.
- FORNARI, B., CANNATA, F., SPADA, M., MALVOLI, M. E. 1999 – Allozyme analysis of genetic diversity and differentiation in European and Asiatic walnut populations. Forest Genetics 6(2):115-127.
- FREDERICKSEN, T.S.; ZEDAKER, S.M.; SMITH, D.W.; SEILER, J.R; KREH, R.E; GJERSTAD, D.H. (edit.); Glover, G. R. (edit.); Mitchell, R. J. (edit.); Horsley, S.B. (edit.); Campbell, R.A. (edit.). 1993. Interference interactions in experimental pine-hardwood stands. Canadian Journal of Forest Research. Vol. 23, N° 10: 2032-2043.
- GALLO, S.; PENNACCHIO, E.; SILEO, R.; CANESTRINI, L. 1998. Applicazione del reg. CEE 2080/92 in Basilicata: primi risultati. Sherwood N° 33: 21-25.
- GAMBI, G. 1968. Il noce, pianta da non dimenticare nelle colture da legno. Monti e Boschi N° 18 (3): 41-52.
- GAVALAND, A.; GAUVIN, J. 1997. Wild cherry plantations mixed with alder: first results of an INRA trial. Forest Enterprises. N° 118. Pp: 21-26.
- GAZZETTA UFFICIALE DELLE COMUNITÀ EUROPEE. 1999. Regolamento (CE) N° 1257/1999 del Consiglio, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo Europeo Agricolo di Orientamento e di Garanzia (FEOGA) e che modifica ed abroga taluni regolamenti.
- GIAU, B. 1993. Arboricoltura da legno come fattore di sviluppo per le aree rurali. Linea Ecologica N° 1 (XXIV). Atti del convegno Imboschimento con noce: orientamenti colturali e produttivi, Porano, Dic. 1992.
- GIAU, B. 1995. Prospettive per una nuova arboricoltura da legno. Monti e Boschi N° 3 (46): 3-4.
- GRAESCHKE, M. A.; GURTH, P. 1993. Growth of walnut (*Juglans regia*) as a forest tree. Forst und Holz. Vol. 48, N° 11: 309-313.
- GRASSI, G. 1981. Castagno, una grande potenzialità produttiva. Agricoltura e Ricerca Año IV N° 8. Pp: 40-49.
- HAMMATT, N. 1994. Research for Farm Woodlands. Horticulture Research International.
- HANOVER, J.W.; MEBRAHTU, T. 1991. *Robinia pseudoacacia*: temperate legume tree with worldwide potencial. NFT Highlights. N° 91-03. 2 p.
- HEMERY, G.E. 1998. Walnut (*Juglans regia*) seed collecting expedition to Kyrgyzstan in central Asia. Quarterly Journal of Forestry, 92: 153-157.

- HEMERY, G.E. 2000. *Juglans regia*: genetic variation and provenance performance. Thesis, Department of Plant Sciences, University of Oxford. 176 p.
- MACCHIONI, N. 1996. La cipollatura del legno di castagno. *Sherwood* N° 10: 10-14.
- MALVOLI, M.E.; PACIUCCI, M.; CANNATA, F.; FINESCHI, S. 1991. Genetic variation in Italian populations of *Juglans regia* L. *Acta Horticulturae* 311:86-94.
- MALVOLI, M. E.; SPADA, M.; BERITOGNOLO, I.; CANNATA, F. 1997. Differentiation of walnut hybrids (*Juglans nigra* L. x *Juglans regia* L.) through RAPD markers. In Proc. III Int. Walnut Congress. Ed. J. A. Pereira. *Acta Horticulturae* 442: 43-52.
- HUDSON, A. J. 1993. The influence of mountain alder on the growth, nutrition, survival of Black spruce and Sitka spruce in a afforested heathland near mobile, Newfoundland. *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. 23, N° 4: 743-748.
- HUSSAIN, A.; ARSHAD, M.; JAVED, M. 1994. Contribution of leaves of *Dalbergia sissoo* and other leguminous trees to soil mineral nitrogen and crop nutrition. En: *Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994*. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.
- JAY-ALLEMAND, C. 1996. Final Synthesis Report (01/01/93-04/30/96), Project European Development of walnut trees for wood and fruit production as an alternative and extensive system to agricultural crops. Contract EU AIR3-CT92-0142.
- JHA, P.K.; TRIVEDI, R.C. 1994. *Dalbergia sissoo*: the views of local people. En: *Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994*. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.
- KARKI, J. B. S; KARKI, M. 1994. Socio-economic aspects of *Dalbergia sissoo* production in the Terai region of Nepal. En: *Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994*. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.
- KERR, G.; EVANS, J. 1993. Growing broadleaves for timber. Inglaterra. Forestry Commission Handbook N° 9. 95 p.
- KOROTAEV, A. A. 1992. Soil compaction and root growth of trees. *Forstarchiv*. Vol. 63, N° 3: 116-119.
- KOSTOV, K. D.; BROSHCHILOVA, M.; BROSHCHILOV, K. 1992. Aerial phytomass of pure and mixed stands of *Robinia pseudoacacia* in the Byala Slatina region. *Nauka za Gorata*. Vol. 29 N° 4: 13-23.
- KULYGIN, A.; REVYAKO, I. 1992. Growth of *Quercus robur* in mixed plantations. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Lesnoi Zhurnal*. N° 5: 27-30.
- KURDALI, F.; DOMENACH, A.M.; BARDIN, R. 1990. Alder-poplar associations: determination of plant nitrogen sources by isotope techniques. *Biology and Fertility of Soils*. 9: 4, 321-329.

- MAGINI, E. 1983. Il cancro corticale del castagno. *Agricoltura Ricerca* N° 23/24: 9-13.
- LYAPOVA, I. 1989. Growth of mixed *Quercus frainetto* plantations. *Gorsko Stopanstvo* 45: 6, 3-4.
- LONGPRE, M. H.; BERGERON, Y.; PARE, D.; BELAND, M. 1994. Effect of companion species on the growth of jack pine (*Pinus banksiana*). *Canadian Journal Forest Research*. Vol. 24, N° 9: 1846-1853.
- MASSET, P. 1979. Étude sur les liaisons entre la qualité technologique du bois de merisier (*Prunus avium* L.) et la station. *Revue Forestière Française* 31(6): 491 - 503.
- MEOTTO, F.; PELLEGRINO, S. 1989. Comportamento in campo di Querce e castagno micorrizati con *Boletus edulis* Bull. *Informatore Agrario* N° 47: 57-61.
- MERCURIO, R. s.f. Considerazioni sul recupero di terre marginali agricole con l'impiego di latifoglie a legname pregiato.
- MERCURIO, R.; TOCCI, A. 1983. Prospettive per l'impiego del ciliegio (*Prunus avium* L) nelle piantagioni da legno. *Agricoltura e Ricerca* N° 30: 41-45.
- MINOTTA, G. 1981. Il noce: una pianta preziosa per la montagna. Pubblicazione 442, Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Bologna.
- MINOTTA, G. 1989. Il rimboschimento dei terreni ex-agricoli dell'Appennino: primi risultati sul confronto tra diverse tecniche di lavorazione del suolo. *L' Italia Forestale e Montana* XLIII, 6: 474-483.
- MINOTTA, G. 1994a. L'attività svolta dal Consorzio di Bonifica Reno Palata nei settori dell'arboricoltura da legno con specie di pregio e del rimboschimento dei terreni agricoli: considerazioni sui primi risultati ottenuti. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale ca' Ghironda. Pp: 14-15.
- MINOTTA, G. 1994b. Ciliegio e noce: ritornano due specie da legno. *Terra e Vita* N° 42:30-32.
- MINOTTA, G.; TAMPONI, G. 1983. La coltura del noce a duplice attitudine produttiva nelle zone montane. *Frutticoltura*, Anno XLV, N° 12: 55-58.
- MONTECCHIO, L. 1996a. Il cancro corticale del castagno. Prima parte. *Sherwood* N° 9: 7-11.
- MONTECCHIO, L. 1996b. Il cancro corticale del castagno. Seconda parte. *Sherwood* N° 10: 7-14.
- MONTECCHIO, L.; CAUSIN, R.; MUTTO ACCORDI, S. 1996. Prove di protezione di innesti di castagno da *Cryphonectria parasitica*. *Monti e Boschi* N° 4: 38-40.
- MORANDINI, R. 1989. Possibilità di arboricoltura da legno con alcune conifere in ambiente mediterraneo. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo*. Vol. 20: 5-11.
- NEAVE, I. A.; DAWSON, J. O. 1989. Juglone reduces growth, nitrogenase activity, and root respiration of actinorhizal Black alder seedlings. *Journal of Chemical Ecology*. Vol. 15, N° 6: 1823-1836.

NEGRINI, C. 1994. Il bosco torna in pianura. 15 anni di esperienza. Consorzio della Bonifica Reno Palata. 15 ottobre 1994. Centro culturale Ca' Ghironda. Pp: 7-12.

PANAGOPOULOS, T.; HATZISTATHIS, A. 1995. Early growth of *Pinus nigra* and *Robinia pseudoacacia* stands: contributions to soil genesis and landscapes improvement on lignite spoils in ptolemaida. Landscape and Urban Planning. Vol. 32, N°1: 19-29.

PHILLIPS, D. R.; ABERCROMBIE, J. A. 1987. Pine-Hardwood Mixtures-A new concept in regeneration. Southern Journal of Applied Forestry. Vol. 11, N° 4: 192-197.

PROVINCIA DI BOLOGNA. 1994. Il noce da frutto e da legno. Il Divulgatore, Año XVII, N° 6. Pp: 4-54.

PRYOR, S. 1988. The silviculture and yield of wild cherry. Inghilterra. Forestry Commission Bulletin 75. 23 p.

RASIP, A. B.; GHANI, A. B.; LOKMAL, N. 1994. Six-year growth and survival rate of *Shorea macrophylla* planted under pine plantations. En: Proceedings International Workshop, BIO-REFOR, Kangar, Malaysia. 28 de noviembre al 1 de diciembre de 1994. Ed. Wickneswari R. *et al.*

ROSSI, V. 2001. Walnut BRAINS: un progetto europeo dedicato al noce. Sherwood N° 70: 28.

RUSSEL, K. 1998. Noble Hardwoods in the United Kingdon: genetic resources and genetic improvement. Noble Hardwoods Network. Report of the third meeting. 13-16 june 1998. Sagadi, Estonia.

SPIECKER, M. 1994. Growth and silvicultural treatment of valuable Wild cherry. Mitteilungen der Forschungsanstalt Baden Wurttemberg. N° 181. 92 p.

TEISSIER DU CROS, E. 1980. OÙ en est l'amélioration des feuillus? Situation en République Fédérale d'Allemagne et en France. Revue Forestière Française 32 (2): 149 - 166.

THE WALNUT CLUB. 2001. Newsletter May, Issue I.

TOBUTT, K. 2001. Genetic improvement of farm woodlands. Horticulture Research International. Review on DEFRA's Strategic Farm Woodlands Research. Pp: 8-15.

VIECELI, A. 1989. Biologia e ecologia delle principali specie da impiegare nell arboricoltura da legno. Le Foreste N° 5: XI-XV.

WEST, G. G. 1991. Douglas Fir, Japanese Larch, and European Larch in pure and mixed stands. New Zealand Journal of Forestry Science. Vol. 21, N° 1. Pp: 3-9.

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA NO CITADA

AUREAU, F. 1992. Un projet sylvo-pastoral adapté au Pays Basque: La Plantation de feuillus de qualité à grands espacements. Arborescence N°36, 01-02/1992. Pp: 10-13.

BECQUEY, J. 1990. Où peut-on planter des noyers? Quelques principes de base. Forêt Entreprise, N° 72, 1990. Pp: 15-16.

BOURGEOIS, C. 1992. Le châtaignier, moteur d'un développement local. Forêt Entreprise, N° 88. Pp: 5-7.

COLLAS, P. 1994. Le noyer, un arbre a cultiver à tout prix. Forêt de France, N° 373, 05/94. Pp: 26-28.

DSF (Département de la Santé des Forêts), DERF (Direction de l'Espace Rural et de la Forêt), 1990. Bilan de la situation des dépérissements. Forêt Entreprise N° 72, 1990. Pp: 38-44.

DUME, G. 1982. Groupe de Travail IDF sur le châtaignier, Forêt-Entreprise N°82/4. Pp: 07-08/82.

GUITTON, J. L.; DE MONTARD, F.X.; RAPEY, H. 1991. Agroforesterie moderne en Auvergne: principes et premier bilan d'une expérimentation multilocale. Informations techniques du CEMAGREF, mars 1991, N° 81, note 2. 7 p.

GUITTON, J. L.; DUPRAZ, C. ; DE MONTARD, F.X.; RAPEY, H. 1993. Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande: Quels enseignements pour l'Europe? 2ème partie: les pratiques agroforestières néo-zélandaises sont-elles transposables en France? Revue Forestière Française XLV-1- 1993. Pp: 43-58.

GUITTON, J. L.; BALANDIER, P.; MELONI, S.; RAPEY, H.; DE MONTARD, F.X. 1994. Programme de Recherche Développement de Systèmes Agroforestiers. CEMAGREF, INRA, décembre 1994. 51 p.

HOULLIER, F.; RITTIE, D. 1994. Eléments sur la ressource en feuillus précieux - Forêts de France, 12/94. Pp: 15-20.

HUBERT, M. 1983b. La sylviculture du merisier : encore bien des incertitudes. Forêt-Entreprise, N°13, 08-09/1983. Pp: 42-44.

IDF. 1992. S'approvisionner en plants de châtaignier. Forêt Entreprise, N° 88. Pp: 8.

PICARD, O. Diversifier: "ne pas mettre tous ses oeufs dans le même panier!". IDF, Forêt-entreprise, N° 100. Pp: 58-60.

SEVRIN, E. Les plantations de châtaignier. Institut du Développement Forestier, Forêt-Entreprise N° 107.

THILL, A.; MATHY, P. 1980. La culture des essences précieuses en belgique. Annales de Gembloux, 1980, 86. Pp: 1-32.



# **V. ARBORICULTURA PARA PRODUCCIÓN DE MADERAS VALIOSAS EN NORTEAMÉRICA**

Verónica Loewe M. <sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro Norte. Huerfános 554. Santiago. vloewe@infor.cl

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	179
2. ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LA ARBORICULTURA	180
3. CONCEPTOS BIOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS APLICADOS EN FORMA OPERACIONAL EN LA ARBORICULTURA	182
3.1 SELECCIÓN DE LA ESPECIE A PLANTAR	182
3.2 CALIDAD DE LAS PLANTAS	184
3.3 PLANTACIÓN	186
3.4 CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN	192
4. EXPERIENCIAS DE PLANTACIONES MIXTAS	192
5. BIBLIOGRAFIA	202

## 1. INTRODUCCIÓN

El mayor desarrollo que ha visto la arboricultura en Norte América en las últimas décadas se refiere a la arboricultura urbana, de carácter ornamental, en la cual se ha incorporado una serie de conocimientos, principalmente de biología y fisiología, aunque no en forma exclusiva, los que corresponden a avances de tipo científico y operacional que pueden ser de interés y utilidad para la arboricultura para producción de madera de alto valor.

Por esta razón se hará referencia a ellos en el presente documento, considerándolos como avances científicos que se están aplicando a nivel operacional y que generan una serie de beneficios ambientales y productivos.

Paralelamente, existe una serie de documentos que analizan la producción de maderas finas, entre ellas, por su gran importancia, la de nogal negro (*Juglans nigra*) (A gift to the future, 2002; The prized Black Walnut, 2002), bajo diferentes sistemas de manejo. Entre las coincidencias con el desarrollo presentado en Europa, destacan los intentos por aplicar y entender las interacciones que se verifican en plantaciones mixtas, algunas de las cuales se reportan en el punto 4.

## 2. ORGANIZACIONES RELACIONADAS CON LA ARBORICULTURA

La Asociación Nacional de Arboricultores (National Arborist Association, NAA)<sup>45</sup>, fundada en 1938, se dedica al progreso comercial de los negocios relacionados con el cuidado de los árboles. Provee liderazgo y herramientas de capacitación para promover un profesionalismo mayor en la industria del cuidado de los árboles (*tree care*) desde hace más de 60 años. Provee servicios, vende productos e imparte carreras de formación técnica. También cuenta en este aspecto con cursos a distancia, programas de seguridad y audiovisuales, entre otros.

Esta organización, difundida en gran parte del mundo, y en numerosos estados y regiones de los Estados Unidos, realiza días de campo, talleres y seminarios que proveen excelente capacitación.

La NAA define la arboricultura como “el cuidado de árboles y arbustos”. Los arboricultores por su parte corresponden “a los profesionales que practican arboricultura”; ellos mejoran la calidad de vida mediante una adecuada selección, plantación y cuidado de los árboles y arbustos que rodean a los seres humanos, y son certificados por la asociación, de modo de dar garantías a los clientes.

Paralelamente existe la Sociedad Internacional de Arboricultura (International Society of Arboriculture, ISA), que es una organización sin fines de lucro cuya misión es promover la práctica profesional de la arboricultura mediante la investigación, tecnología y educación, y fomentar una mayor conciencia pública acerca de los beneficios de los árboles. El ISA posee capítulos en los siguientes países: Australia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Francia, Italia, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Noruega, Canadá, España, Inglaterra, Irlanda, Austria, Brasil y Alemania.

Los arboricultores profesionales norteamericanos en 1991 formaron la ANSI, que corresponde a un comité para acreditación de estándares A300 (ASC A300), con el objetivo de desarrollar estándares de evaluación en el manejo de árboles y plantas leñosas (A300, 2000). El objetivo de su creación fue proporcionar a la industria y a los profesionales del rubro un mecanismo abierto y de consenso basado en estándares claros y conocidos para el cuidado de los árboles, que pudiera ser aplicable en cualquier parte de los Estados Unidos.

Al año 2000 los estándares aprobados correspondían a:

ANSI A300-1995: Poda de árboles y palmeras. Este estándar se revisa y actualiza en forma periódica.

ANSI A300-1998, II: Fertilización de árboles.

Los estándares que estaban siendo estudiados correspondían a:

ANSI A300, III: Estándares para cableado, correcciones y encordados de árboles establecidos.

ANSI A300, IV: Estándares para la instalación de protecciones para la iluminación en árboles.

---

<sup>45</sup> [www.naa.com](http://www.naa.com)

Dentro de los proyectos que esperan enfrentar a futuro se consideran la construcción de protecciones, modificaciones al suelo, equipos de calibración, reguladores del crecimiento de árboles, poda de arbustos, trepadoras y otras especies leñosas.

El comité que desarrolla los estándares se reúne regularmente dos veces al año, y responde a los comentarios que le hacen llegar profesionales del área. Está formado por representantes de las siguientes organizaciones: National Arborist Association (NAA), International Society of Arboriculture (ISA), Southern Medical Association (SMA), Professional Grounds Management Society (PGMS), Urban Affairs Association (UAA), Associated Landscape Contractors of America (ALCA), American Society of Landscape Architects (ASLA), American Nursery & Landscape Association (ANLA), US Forest Service Landscape (USFS), National Park Service (NPS), Australian Shepherd Club of America (ASCA), y empresas privadas.

A medida que los estándares se van definiendo, cada representante solicita a los miembros de su asociación o a los empleados de su empresa que revisen y comenten los borradores.

Antes de la aprobación el borrador final es sometido, por un periodo de 60 días, a la consideración de la opinión pública, de modo que todas las partes tengan la oportunidad de revisarlo. A menudo el público envía comentarios, los que, de ser incorporados, se votan nuevamente. Este borrador corregido es nuevamente sometido a la opinión pública, de modo que todos tengan acceso al borrador final. Por ello se trata de estándares consensuados con la industria.

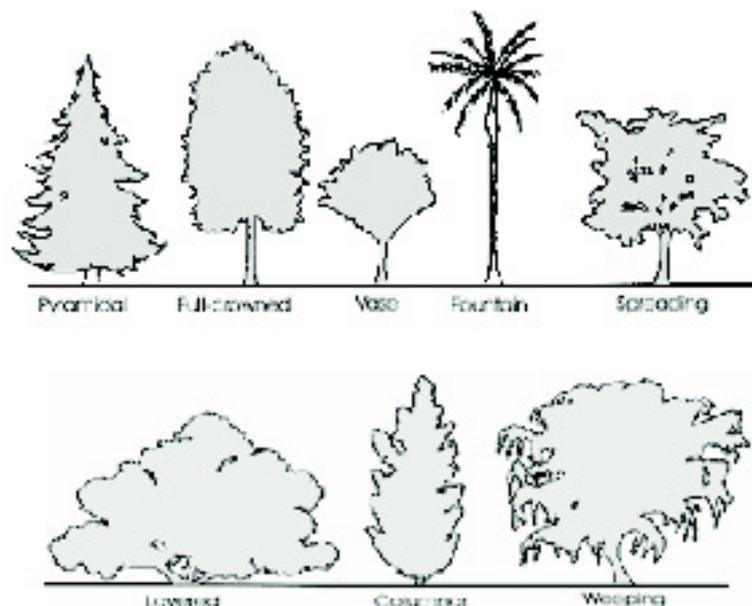
### 3. CONCEPTOS BIOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS APLICADOS EN FORMA OPERACIONAL EN LA ARBORICULTURA

#### 3.1 SELECCIÓN DE LA ESPECIE A PLANTAR

Frank Lloyd Wright, el famoso arquitecto, dijo que “la forma sigue a la función”. Se trata de una buena regla a considerar cuando se elige una especie; seleccionar una forma adecuada para realizar una función deseada (qué es lo que se desea del árbol) puede reducir los costos de mantención e incrementar el valor del árbol en un ambiente dado.

Los árboles crecen en una gran variedad de tamaños y formas (Figura 48); pueden variar en altura en pocos centímetros o varios metros. Por ello se recomienda seleccionar una forma y un tamaño que sean adecuados para el sitio específico.

En segundo lugar, se recomienda analizar un conjunto de condiciones del sitio, que resultan claves para una sobrevivencia de largo plazo, los que corresponden a (Tree selection, 2000):



Fuente: [www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/select.html](http://www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/select.html)

Figura 48. Esquemas de diferentes formas y tamaños en que crecen diferentes especies arbóreas

- a) **Condiciones del suelo:** incluye aspectos como la cantidad y calidad del suelo disponible; se deben realizar análisis de suelo para evaluar su fertilidad y pH. Si por ejemplo se planta una especie que requiere un suelo ácido en uno básico, se van a presentar una serie de problemas, comenzando por la falta de disponibilidad de hierro y magnesio, necesarios para la producción de clorofila. Este déficit a menudo es interpretado como un problema de hongos. Resulta interesante saber que el pH del suelo puede ser alterado por medio de la adición de limo, haciéndolo más alcalino, o azufre, haciéndolo más ácido; pero estos cambios son sólo temporales, y el suelo tiende a volver a su pH original.
- b) **Exposición:** se consideran la exposición a la luz solar y al viento.
- c) **Actividad humana:** en la actualidad las estadísticas muestran que cinco de las causas más importantes de muerte de los árboles son causadas por el hombre (entre ellas compactación del suelo, riego insuficiente, riego excesivo, vandalismo y selección incorrecta de la especie). La selección incorrecta de la especie es responsable de más muertes de árboles que los daños combinados de todos los insectos y enfermedades.
- d) **Drenaje:** las raíces de los árboles necesitan oxígeno para desarrollarse y vivir. Un drenaje pobre puede eliminar este oxígeno disponible en el suelo y matar el árbol. Por ello antes de plantar se recomienda hacer hoyos de 30x30x30 cm en el área, llenarlos con agua y medir el tiempo que ésta demora en evacuarse. Si toma más de 6 horas, es probable que exista un problema de drenaje.
- e) **Requerimientos de la especie:** diferentes factores pueden limitar el espacio disponible para el árbol, por lo que es necesario considerar el tamaño final del árbol, tanto a nivel aéreo (copa) como de las raíces (subterráneo). También se menciona la cantidad de sol que una especie tolera como un factor importante a considerar en el diseño de la plantación y selección de las especies.

Las simbiosis con micorrizas (unión raíz–hongo) son otro aspecto a considerar; existen *ectomicorrizas*, que presentan los cuerpos fructíferos sobre el suelo, y las *endomicorrizas*, que presentan el tejido del hongo en el suelo, dentro de las raíces y células.

Bajo cualquier circunstancia la compactación del suelo es peligrosa para la salud de los árboles, en parte porque daña o incluso elimina estas asociaciones simbióticas. También por esta razón el pasto es muy negativo cuando se encuentra al lado de los árboles, ya que las micorrizas abundan en terreno compostado, el que desaparece o no está presente donde hay pasto.

Otro aspecto interesante a considerar tiene que ver con la anatomía de las especies, que define la forma en que el agua es transportada, almacenada y usada por una especie. Las especies que presentan porosidad primaveral (entre otras encinos, castaño, robinia, etc.) presentan vasos grandes al comienzo de la primavera, localizados en círculos concéntricos, por lo que absorben agua copiosamente al principio de la estación vegetativa, y luego se cierran.

Por otra parte, las especies de porosidad difusa (entre otras arce y tulipero) presentan vasos igualmente distribuidos en toda la sección transversal, por lo que toman agua durante todo el periodo de crecimiento. Las coníferas no tienen vasos sino que traqueidas, y su requerimiento hídrico es similar al de los árboles de porosidad difusa.

Por esto resulta importante escoger la localización adecuada para cada uno de estos grupos de acuerdo a la disponibilidad y suministro de agua (Tree planting time, 2000).

**f) Resistencia:** se trata de la habilidad de la planta de sobrevivir en ambientes de temperaturas extremas (ya sea frío o calor, sequía o plagas).

También es necesario considerar otros aspectos, tales como las preferencias personales y resistencia a plagas y enfermedades presentes en el área, entre otros.

## 3.2 CALIDAD DE LAS PLANTAS

Cuando se compran plantas de mala calidad, tanto el árbol como el propietario van a tener muchos problemas y mayores costos, aún si se realiza una buena plantación y posterior mantención.

Una planta de buena calidad se caracteriza por poseer:

- Un sistema radicular de tamaño adecuado, con suficientes raíces sanas que permitan un crecimiento vigoroso.
- Un fuste sin daños mecánicos, ni heridas o podas incorrectas.
- Una buena forma, con ramas espaciadas y firmemente unidas al fuste.

Una planta de mala calidad se caracteriza por poseer:

- Raíces enrolladas o aplastadas.
- Fuste con heridas mecánicas o debidas a podas incorrectas.
- Una forma débil con múltiples bifurcaciones, o cuando hay ramas que se apegan demasiado contra el fuste.

Por ello cuando se compran plantas, éstas deben inspeccionarse cuidadosamente para verificar que no tengan problemas de raíces (R ), daños (D) o forma (F) (de ahí, “RDF”). Cuando se compran plantas de mala calidad, tanto el árbol como el propietario van a tener muchos problemas y mayores costos, aún si se realiza una buena plantación y posterior mantención.

### Raíces

Por las características de sus raíces, las plantas pueden clasificarse en tres **categorías**:

1. **Raíz desnuda:** se trata de plantas que han sido cultivadas directamente en el suelo; las raíces no deben estar rotas ni aplastadas, y las puntas de las raíces deben presentar cortes rectos. Si algunas raíces están aplastadas, hay que removerlas con herramientas bien afiladas, inmediatamente antes de la plantación. No se deben pintar los cortes. Si se usan plantas a raíz desnuda, es importante considerar que su sistema radicular ha sido reducido en un 90-95% de su tamaño original durante el trasplante, razón por la cuál se presenta un trauma

conocido como “Shock de plantación”, que se caracteriza por un periodo de crecimiento muy reducido y un vigor contenido después de la plantación.

2. Raíces en maceta (bolsas de plástico, de género, redes de alambre). Debe ser posible ver claramente la “campana” basal de la planta, que corresponde a la porción del fuste expandida que conecta con las raíces. Las raíces no deberían estar rotas ni aplastadas, por lo que hay que examinar aquellas que sobresalen del pan de tierra; si muchas raíces presentan este tipo de daños, el árbol va a tener severos problemas de crecimiento; si pocas raíces presentan daños, corte las partes afectadas, cuidando de no desarmar el pan de tierra. Cuando las plantas vienen en cestos de alambre, córtelos.
3. Raíces en contenedor. Las raíces no deberían presentarse enrolladas alrededor del contenedor o de otras raíces, ya que éstas las aprietan y matan. Si solamente hay pocas raíces que rodean a otras, córtelas con un instrumento bien afilado. También tiene que ser posible apreciar la “campana” o “bandera” de la base.

## Daños

Los fustes que se venden envueltos pueden esconder heridas, cortes incorrectos de podas o daño de insectos. Además, los envoltorios dañan el fuste porque imposibilitan que la energía del sol sea atrapada por el tejido verde de la corteza, bajo el periderma del fuste. El parénquima de la corteza está constituido por células que contienen clorofila y realizan fotosíntesis, proceso que produce alimento para el árbol, y también para muchos microorganismos en el suelo (A bad habit, 2000).

Por esto el envolver los fustes priva a los árboles de su fuente natural de alimento, causando una disminución de la vitalidad e incrementando el riesgo de pestes y hongos.

Los envoltorios pueden ser usados durante el transporte, como protecciones, pero deben ser eliminados apenas efectuada la plantación.

No existen antecedentes que permitan afirmar que los envoltorios evitan daños por frío o calor. Si se desea evitar el daño de roedores o lagomorfos, un cerco lejos de los árboles resulta más adecuado como sistema de control.

## Forma

Una planta con una arquitectura o forma adecuada consiste en un individuo que presenta ramas espaciadas a lo largo del tronco, con buenas uniones rama-tronco.

Se presentan uniones débiles cuando la rama y el fuste se aprietan, factor que aumenta a medida que aumenta el diámetro de ambos, y empiezan a aparecer porciones de tejido muerto o grietas, que generalmente se ubican bajo la unión de la rama al tronco.

Cuando varias ramas se ubican en la misma posición en el fuste, es muy probable que se presenten uniones débiles y que aparezcan grietas.

Es conveniente examinar la presencia de grietas, pues aunque sean pequeñas pueden originar rajaduras después de algunos años.

Si se presentan problemas menores en la forma, puede efectuarse una poda correctiva un año después de la plantación. En el momento de la plantación solamente se recomienda remover las ramas rotas.

### 3.3 PLANTACIÓN

#### Reglas generales

Existen ocho pasos simples que pueden permitir reducir en forma significativa el estrés de las plantas en la plantación:

- 1) Preparar un hoyo de plantación poco profundo y ancho.
- 2) Identificar la “campana” o “bandera” ubicada en la parte basal de la planta. Este punto debería ser parcialmente visible después de la plantación; si esto no ocurre, es necesario remover un poco de suelo.
- 3) Ubicar la planta a la profundidad correcta.
- 4) Enderezar el árbol dentro del hoyo.
- 5) Rellenar el hoyo, suave pero firmemente, eliminando los bolsones de aire.
- 6) Instalar tutores si son necesarios.
- 7) Aplicar mulch en la base de la planta.
- 8) Aplicar los cuidados de mantención posteriores.

#### Periodo de plantación

El lapso ideal para plantar es durante el periodo de latencia, en el otoño después de la caída de la hoja, o al comienzo de la primavera, antes de la apertura de las yemas. En dicho periodo las condiciones climáticas son frías y permiten a las plantas establecer sus raíces en el nuevo sitio antes que empiecen las lluvias de primavera y que el calor del verano estimule un nuevo crecimiento en altura.

No obstante lo anterior, las plantas que han sido bien cuidadas en el vivero y que se protegen en el transporte para evitar daños pueden ser plantadas durante toda la estación vegetativa.

En ambas situaciones se requiere un manejo adecuado al momento de la plantación, para asegurar un desarrollo saludable.

Hay que realizar en forma previa a la plantación todas las instalaciones subterráneas requeridas.

#### Preparación del suelo

Es necesario preparar el sitio de plantación, no solo el hoyo. Hay que formar un área con la forma de un plato hondo, removiendo el suelo y eliminando el pasto o maleza que se encuentra dentro de la línea de proyección de la copa; si esto se hace una vez que la planta se plantó, puede resultar muy dañino para sus raíces.

El hoyo debe ser ancho, de unas tres veces el diámetro de la masa radicular, pero con la misma profundidad que presentan las raíces. Esto es importante ya que las raíces de la planta recién plantada deben explorar el suelo circundante para poder establecerse. Es aconsejable remover el suelo bastante más allá de la línea de proyección de copa.

Si el suelo se presenta muy compactado es necesario romperlo para proporcionar a las nuevas raíces espacio para expandirse, permitiendo el establecimiento.

Una frase que resume lo anterior dice que “es mejor poner un árbol de \$100 en un hoyo de \$200, que poner un árbol de \$200 en un hoyo de \$100”.

## Plantación

Plante las plantas a la profundidad a la cual se insertan las raíces. Antes de poner la planta en el hoyo, compruebe que éste ha sido cavado a una profundidad adecuada, y no más. La mayoría de las raíces de la planta se van a desarrollar en los primeros 30 cm de suelo.

Si la planta queda demasiado enterrada, las nuevas raíces van a tener dificultad en desarrollarse debido a la falta de oxígeno. Es preferible plantar un árbol un poco más arriba (pocos cm) que por debajo de su nivel original (Figura 49). La llamada “campana” o “bandera” que se ubica en la base del fuste debe ser visible después de la plantación, ya que se trata de tejido del fuste, el que necesita estar fuera del suelo.

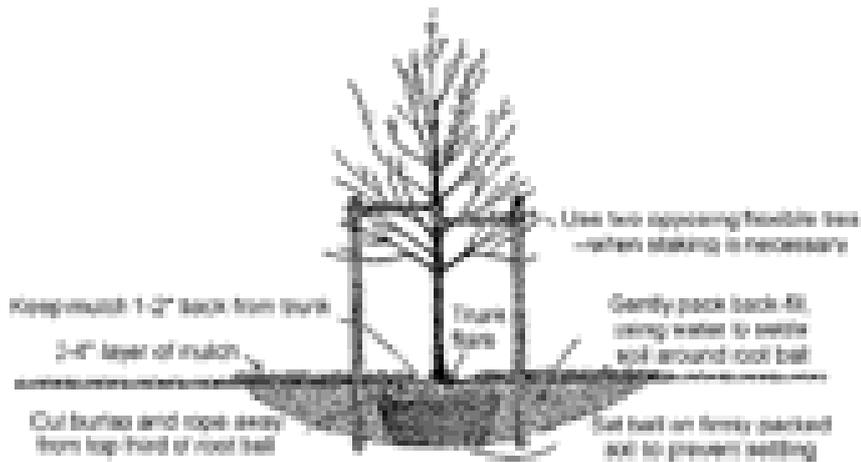
Para evitar dañar la planta, siempre hay que tomarla de la base, nunca del fuste. No se debe podar la parte aérea para balancearla con las raíces.

Antes de empezar a llenar el hoyo, hay que observar la planta desde distintos ángulos para confirmar que se encuentra en posición vertical.

A continuación se debe llenar el hoyo cerca de 1/3 y suave pero firmemente apisonar el suelo alrededor de la base. Luego se rellena el resto, cuidando de apisonarlo para eliminar los bolsones de aire, los que producen la muerte de las raíces. Para evitar este problema se puede ir agregando tierra poco a poco y asentarla con agua, hasta que el hoyo se haya llenado.

Las plantaciones muy profundas estimulan las yemas epicórmicas (Figura 50), las que en muchas especies brotan en la zona del fuste que queda en contacto con la tierra; la eliminación de estos brotes es muy difícil. Paralelamente, en ciertos casos se desarrollan raíces pequeñas en la zona cubierta por tierra. Muchos árboles plantados de esta forma continúan viviendo, pero con un vigor muy reducido; si se aprecia la declinación de un árbol, es mejor cambiarlo por una nueva planta saludable. Se pierde dinero cuando se planta a demasiada profundidad.

La plantación profunda también causa debilitamiento y/o infecciones en las raíces. En la zona sobre esas raíces debilitadas, los tejidos del tronco poseen un monto muy reducido de reservas energéticas, y se reduce su crecimiento. La ocurrencia de daños por sol (quemaduras) aumenta cuando las raíces están débiles. El tronco también se puede agrietar por un golpe de frío y parte de la madera puede morir si las zonas debilitadas son expuestas a cambios extremos de temperatura.

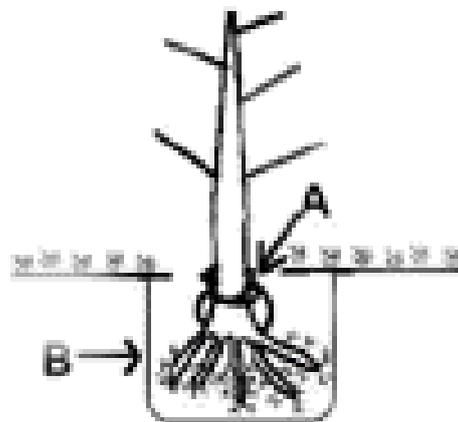


Fuente: [www.chesco.com/~treeman/tree4.html](http://www.chesco.com/~treeman/tree4.html).

Figura 49. Esquema de plantación adecuada

El punto importante en este sentido es que este tipo de daño empieza desde afuera y se va adentrando en los tejidos. En cambio los daños conocidos normalmente como golpes de frío empiezan por un daño o herida antiguo desde adentro hacia fuera.

También es posible que se formen raíces enrolladas cuando se planta a demasiada profundidad, las que empiezan a rodear el tronco u otras raíces (A)(Figura 50). Este tipo anómalo de raíces también se produce cuando se aplican enmiendas o fertilizantes en un hoyo de plantación pequeño, cuando se usan contenedores que permiten el espiralamiento de las raíces, o cuando se aprietan las raíces para hacerlas caber en hoyos de plantación pequeños. La poda de estas raíces en las plantas jóvenes resulta esencial.



Fuente: [www.chesco.com/~treeman/tree4.html](http://www.chesco.com/~treeman/tree4.html).

Figura 50. Esquema de plantación demasiado profunda

## Tutores

En la mayoría de las situaciones los tutores no son necesarios. Estudios han confirmado que las plantas se van a establecer más rápidamente y desarrollar un tronco y un sistema radicular más fuertes si no se acompañan de tutores al momento de la plantación.

Se recomienda instalar tutores solamente si la planta no va a permanecer recta en presencia de un viento moderado, o para protección. En estas situaciones se recomienda el uso de dos tutores por planta, unidos a la misma por medio de bandas elásticas anchas, de un material flexible para minimizar los daños al fuste (Figura 51). Las amarras deben instalarse lo más abajo posible, y eliminarse a más tardar a los dos años.



Fuente: [www.chesco.com/~treeman/staking1.html](http://www.chesco.com/~treeman/staking1.html)

*Figura 51. Ejemplo de instalación adecuada de tutores*

En ningún caso se debe usar un alambre recubierto con goma, sino que bandas elásticas especializadas.

Si el tutor ha sido bien instalado el árbol debería ser capaz de balancearse, lo que le permite adaptarse a su nuevo ambiente con mayor facilidad (Proper staking, 2000).

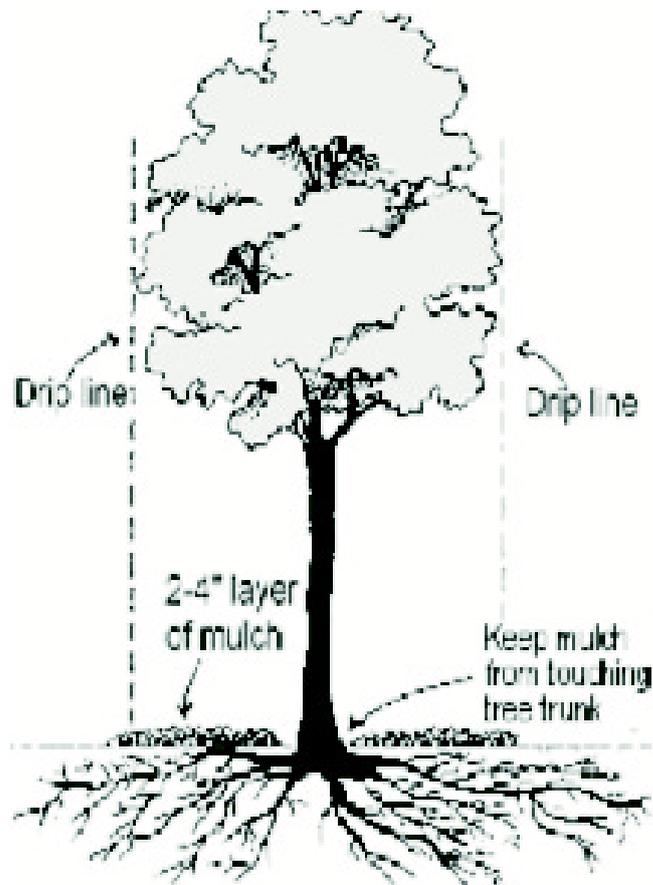
## Fertilización

La dosis de fertilización debe ser definida basándose en los análisis de suelo y en los requerimientos específicos de una especie. En general se recomienda no fertilizar a la plantación, y cuidar de no aplicar sobredosis de nitrógeno en los años sucesivos (Cardinal rules, 2000).

## Mulching

El mulch es simplemente materia orgánica que se aplica en la base del árbol. Actúa como una frazada que mantiene la humedad, protege contra cambios extremos de temperatura en el suelo (ya sea frío o calor), incrementa la fertilidad del suelo cuando el mulch se descompone, mejora el aspecto estético y reduce la competencia de malezas y pastos (Trees and turf, 2000). Algunas alternativas para realizarlo son hojarasca, acículas de pino, corteza, musgo o chips de madera, siempre que no estén frescos.

Se recomienda el uso de material compostado de 5-10 cm de espesor fuera de la línea de proyección de la copa (Figura 52); mayor espesor puede producir problemas con el intercambio de gases.



Fuente: [www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/turf.html](http://www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/turf.html).

Figura 52. Esquema indicativo sobre uso correcto del mulching

Hay que evitar que toque el fuste, pues puede causar pudrición de la corteza viva en la base del árbol. Por ello es recomendable mantener una zona sin mulch de 2,5 a 5 cm alrededor de la base del árbol, para evitar pudriciones.

### Riegos

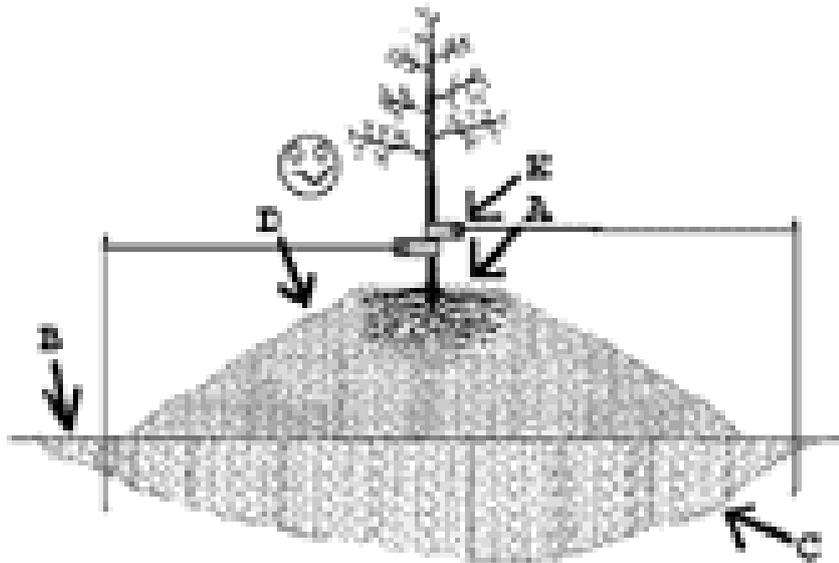
Se recomienda mantener húmedo el suelo hasta la profundidad de las raíces, fuera de la línea de proyección de la copa, pero no demasiado mojado, ya que un exceso de agua causa amarillamiento y caída de las hojas. Solamente se debe regar por dentro de este límite dos veces a continuación de la plantación. De esta manera las raíces se van a desarrollar hacia fuera.

Una frecuencia de riego de una vez por semana es adecuada, así como una mayor frecuencia durante el período más caluroso; los árboles necesitan el equivalente a 2,5 cm de lluvia cada siete días. Cuando el suelo está seco debajo del mulch es tiempo de regar.

### Plantación en camellón

La plantación en camellón (D) (Figura 53) es de gran utilidad en presencia de suelos arcillosos o muy húmedos. Funciona mejor si se diseña de modo de satisfacer el crecimiento de las raíces (B). A modo de recomendación, el camellón debería ser al menos de 240 cm de ancho por 30-45 cm de alto en el centro.

El mejor método es remover el suelo original parental (C) y reemplazarlo por uno nuevo de buena calidad, y construir el camellón con el suelo original. El área C no debe rellenarse con piedras. No deben construirse camellones sin antes remover el suelo.



Fuente: [www.chesco.com/~treeman/pp.html](http://www.chesco.com/~treeman/pp.html)

Figura 53. Esquema de construcción de un camellón

### Poda

Después de la plantación hay que eliminar las ramas muertas o muy dañadas. Las podas de formación no deben comenzarse antes de que la plantación haya cumplido un año (Proper planting, 2000).

La creencia de que los árboles deben ser podados cuando se plantan para compensar la pérdida de raíces es errónea; ellos necesitan sus hojas y extremos de los brotes para proporcionar el alimento y las sustancias (hormonas) que estimulan la producción de nuevas raíces. Los árboles no podados se establecen más rápido, con un sistema de raíces más fuerte que los que son podados en el momento de la plantación.

### Problemas de la plantación

Los principales problemas detectados que se verifican en el momento de la plantación corresponden a:

- Plantación demasiado profunda.
- Raíces rotas y aplastadas que no son eliminadas correctamente (con una herramienta bien afilada).
- Las plantas no se han mantenido antes de la plantación en un lugar húmedo y cubierto, no asoleado.

## 3.4 CUIDADOS POSTERIORES A LA PLANTACIÓN

### Remociones del suelo

La remoción anual del suelo alrededor de los árboles constituye una práctica muy dañina, pues se destruyen raíces. Los individuos pueden incluso llegar a morir (Flower disease, 2000).

### Estrés y enfermedad

El estrés ambiental puede debilitar la planta y hacerla más susceptible al ataque de insectos y enfermedades.

Ciertos elementos básicos influyen la salud de la planta, incluyendo el agua, la luz, y un balance adecuado de nutrientes. Demasiado o demasiado poco de cualquiera de estas condiciones ambientales puede causar estrés (Insect and disease problems, 2000).

Para que una enfermedad se desarrolle se necesitan tres factores:

1. La presencia de un patógeno (agente causante de la enfermedad);
2. Susceptibilidad de la planta a ese patógeno en particular;
3. Un ambiente apropiado para el desarrollo de la enfermedad.

Aún si un patógeno está presente y una planta huésped susceptible está disponible, deben estar presentes las condiciones ambientales por un determinado periodo de tiempo para que el patógeno infecte la planta.

Las enfermedades pueden clasificarse en dos grandes categorías: aquellas causadas por infecciones o agentes vivos (enfermedades), y aquellas causadas por agentes no vivos o no infecciosos (desordenes).

Ejemplos de agentes infecciosos incluyen hongos, virus y bacterias. Enfermedades no infecciosas, que corresponden al 70-90% de los problemas de las plantas en zonas urbanas, pueden ser causadas por factores tales como deficiencias nutricionales, temperaturas extremas, vandalismo, contaminación y fluctuaciones de humedad.

Los desordenes no infecciosos a menudo producen síntomas similares a aquellos causados por enfermedades infecciosas, por lo que resulta indispensable distinguir la causa para poder aplicar el tratamiento adecuado.

Es importante recordar que la gran mayoría de los insectos son beneficiosos, por lo que matar todos los insectos sin distinción puede ser negativo para la salud de los árboles.

Los insectos se dividen en tres categorías de acuerdo a su método de alimentación: masticadores, chupadores y taladradores. Cada grupo presenta características de daño que pueden ayudar a determinar el agente y el tratamiento adecuado.

- a) Insectos masticadores: comen tejidos como hojas, yemas y ramillas. Su ataque se observa por los márgenes de las hojas rotos o discontinuados. Pueden ser escarabajos adultos o larvas, entre muchos otros grupos de insectos.

- b) Insectos chupadores: insertan su trompa o proboscide en los tejidos de hojas, ramillas, ramas, flores o frutos y luego chupan los jugos. Entre ellos están los áfidos, trips y saltamontes. Los daños que causan a menudo se describen como decoloración, goteo, manchas en hojas, secciones pegajosas, marchitamiento o falta general de vigor en la planta afectada.
- c) Insectos taladradores: todas las plagas de esta categoría pasan parte de su tiempo alimentándose bajo la corteza del árbol como larva.

El tratamiento recomendable para un problema en particular depende de la especie, la extensión del problema, y varios otros factores específicos de la situación, así como de las reglamentaciones locales.

### **Poda de arboles jóvenes**

Hay algunos principios que se deben entender antes de podar un árbol, y que corresponden a:

- Cada corte tiene el potencial de cambiar el crecimiento del árbol, por lo que se debe tener un objetivo claro en mente antes de realizar un corte;
- Una poda deficiente puede causar daños que duran toda la vida del árbol, por lo que se deben aplicar técnicas adecuadas;
- Los árboles no cicatrizan, sino que compartimentalizan las heridas, las que quedan contenidas dentro del árbol para siempre;
- Los cortes pequeños causan menos daño al árbol que los grandes;
- Los cortes de poda deben realizarse justo por fuera del anillo o collar que se ubica en la base de la rama. Las podas incorrectas causan grandes problemas; cuando se elimina o daña el anillo cicatricial que se ubica en la base de las ramas, empiezan una serie de problemas: cáncer, pudrición y grietas;
- Las podas que dejan muñones también inician enfermedades y problemas. No deben dejarse;
- Cuando se poda es importante tener herramientas adecuadas para el trabajo que se va a realizar, y bien mantenidas (afiladas y limpias);
- Es necesario mantener la flecha apical líder, la que no se debe cortar ni permitir ser sobrepasada por ramas secundarias. Si se desarrollan fustes codominantes (bifurcaciones) hay que eliminar uno de ellos para evitar un debilitamiento estructural;
- Las ramas laterales contribuyen al desarrollo de un tronco robusto. Es importante dejar algunas de esas ramas en su sitio, a pesar que deban ser eliminadas mediante poda en el futuro, ya que ayudan a proteger el tronco del sol y de lesiones traumáticas;
- La altura de la rama permanente más baja está determinada por la función deseada del árbol;
- El espaciamiento de las ramas, tanto vertical como radialmente en el árbol es muy importante. Es recomendable mantener un equilibrio radial, con ramas creciendo en todas las direcciones, y también adecuadamente espaciadas a lo largo del fuste. Con objetivos urbanos se usa como regla el mantener una distancia entre ramas igual al 3% de la altura definitiva del árbol (por ejemplo, si el individuo puede alcanzar una altura de 15 m, debería tener ramas estructurales permanentes a lo largo del tronco cada 45 cm.);
- Se debe mantener como mínimo la mitad del follaje en las ramas localizadas en las 2/3 partes inferiores del árbol;

- Las pinturas no reducen la descomposición ni aceleran el cierre de las heridas, y rara vez evitan las plagas de insectos o enfermedades. La mayoría de los expertos recomienda no usar pinturas. Si hay que utilizar una pintura con fines cosméticos, aplique una capa fina de un material que no sea tóxico para la planta.

### **Poda de Arboles Maduros**

Las especificaciones técnicas de la norma ANSI A300-1995 sobre podas establece que (A300, 2000):

- Los árboles a podar no se deben trepar con estoperoles;
- Se deben efectuar podas de raleo en vez de descabezamientos o desmoches drásticos;
- No se deben eliminar los anillos cicatriciales localizados en la base de las ramas;
- Se deben emplear herramientas de poda afiladas de modo de no dejar una superficie rugosa, corteza desprendida alrededor o pedazos de madera;
- No se deben efectuar toppings<sup>46</sup>;
- No se debe remover más del 25% de las hojas de una rama;
- No se debe remover más del 25% del follaje total de un árbol en un año dado;
- Se debe dejar 50% del follaje bien distribuido en el 66% inferior de la copa;
- No se deben usar equipos o técnicas que dañen la corteza o el cámbium;
- No se deben dejar cortes no terminados cuando se completa una poda, o al final de la jornada;
- No se deben aplicar pinturas ni productos cicatrizantes en las heridas de poda;
- Algunas enfermedades pueden difundirse a través de las heridas de poda cuando existe la posibilidad que las esporas o bacterias entren al árbol por ese medio. Las especies susceptibles no deberían podarse durante los períodos de transmisión activa (caso del cerezo común y el cáncer bacteriano) (Pruning mature trees, 2002);
- Mientras más edad y tamaño posee un árbol, tiene menos energía en reserva para cerrar sus heridas y defenderse contra pudriciones o ataques de insectos. La poda de árboles maduros generalmente se limita a la remoción de ramas muertas o potencialmente peligrosas.

---

<sup>46</sup> Topping: es tal vez la poda más perjudicial para los árboles. Consiste en la corta indiscriminada de las ramas del árbol dejando muñones o ramas laterales que no son lo suficientemente grandes como para asumir el rol de flecha apical. Aunque la razón esgrimida más común para efectuarla es reducir el tamaño del árbol, no es un método viable para reducir la altura ni los riesgos eventuales que representa un árbol, sino que todo lo contrario, en el largo plazo hace que el individuo sea más peligroso.

El topping reduce entre un 50-100% de la copa del árbol; esta severidad lo estresa y activa ciertos mecanismos de sobrevivencia, estimulando la rápida emergencia de nuevos brotes después del corte, y si el árbol no tiene las reservas de energía suficiente para hacerlo se debilita y puede llegar a morir. Un árbol estresado es más vulnerable a plagas y enfermedades, y además las grandes heridas de poda exponen la madera en forma significativa.

El topping puede reducir drásticamente o eliminar la capacidad de compartimentalización de heridas o pudriciones en el árbol, las que se pueden expandir libremente a través del mismo, y también puede originar golpes de sol, ya que al reducir la copa, las ramas y el tronco remanentes se exponen repentinamente a altos niveles de luz y calor, pudiendo quemarse los tejidos ubicados bajo la corteza, lo que puede conducir a pudriciones, partiduras de corteza y a la muerte de algunas ramas.

Por motivos de índole fisiológica, los nuevos brotes se anclan solamente en las capas superficiales de las ramas originales, y crecen con gran velocidad, lo que lleva a una propensión a romperse, especialmente en condiciones ventosas. La ironía es que siendo la meta original reducir la altura del árbol para hacerlo más seguro, éste se hace más peligroso que antes. Además, esta práctica afea los árboles, que aparece desfigurados y mutilados.

En la misma norma se definen los tipos de poda usados, y que corresponden a:

Limpieza de la copa: consiste en la remoción selectiva de uno o más de los siguientes: ramas muertas, moribundas, enfermas, débiles, y rebrotes.

Raleo de la copa: consiste en la remoción selectiva de ramas para incrementar la penetración de luz, el movimiento del aire, y para reducir el peso.

Reducción de la copa: reduce la altura, lados o porciones individuales por medio de la remoción de la flecha o de la porción más larga de una rama lateral, eliminando no más del 25% de la superficie foliar. Hay que considerar la habilidad de una especie determinada de resistir una intervención de este tipo.

Poda con objetivos visuales: es una poda selectiva de ramas de ciertos sectores de la copa para permitir una vista específica desde un punto dado.

Restauración de la copa: involucra la estructura, forma y apariencia de un árbol que ha sido severamente mutilado o dañado.

El desmoche es una de las podas más dañinas que se aplican. Consiste en una poda indiscriminada de las ramas dejando muñones que no son lo suficientemente grandes como para asumir una función apical. Generalmente se aplica para reducir el tamaño de un árbol. No obstante lo anterior, no es un método viable para reducir su altura e incrementa los riesgos.

A menudo esta técnica elimina un 50 a 100% de la copa de un árbol, cuya gravedad estimula un tipo de mecanismo de sobrevivencia; el árbol activa las yemas latentes, provocando un rápido crecimiento de múltiples brotes debajo de cada corte. El árbol necesita producir una generación de hojas tan pronto como sea posible, y si no tiene reservas energéticas para eso, se debilitará gravemente y puede incluso morir. La paradoja es que mientras el objetivo del desmoche era reducir la altura del árbol para hacerlo más seguro, el árbol se convierte en un riesgo mayor de lo que era en un principio.

Como el desmoche destruye la forma natural del árbol, lo desfigura y mutila, éste se afea.

Por otra parte es una práctica que exige gran mantención. Incluso hay un costo oculto, que corresponde a la pérdida de valor de la propiedad. Otro costo es la responsabilidad potencial del propietario ante eventuales daños a terceros (Porqué el desmoche, 2002).

## 4. EXPERIENCIAS DE PLANTACIONES MIXTAS

Las plantaciones que contemplan grupos (clusters) de árboles son estéticas, a la vez que presentan un menor costo de mantención, debido a que los individuos tienden a ayudarse los unos a los otros (Cardinal rules, 2000).

Hay varias experiencias que refieren análisis de la utilidad de las plantaciones mixtas con fines forestales, principalmente de producción de madera de alto valor en Estados Unidos y Canadá. Esto debido a que los rodales mixtos de latifoliadas sirven para la vida silvestre, como inversión, estéticamente y para producción de madera, por lo que han ganado atención durante los últimos años.

Algunas de ellas se reportan a continuación:

- Asociación de encino rojo (*Quercus falcata*), una especie de madera apreciada para madera aserrada, con plátano (*Platanus occidentalis*) (Clatterbuck *et al.*, 1987). El plátano presenta un crecimiento en altura más rápido que el encino, el que presenta un desarrollo inicial reducido. En estos rodales la incorporación de liquidambar (*Liquidambar styraciflua*) como especie “entrenadora” hace que naturalmente se diferencie ocupando un estrato de copa inferior que el del encino, por lo que puede dejarse, a diferencia del plátano, que por competir vigorosamente con la especie principal debe ser removida. El estudio citado concluye que el efecto de la asociación varía significativamente con el sitio.
- Uso de albizia (*Albizia falcataria*) para incorporar nitrógeno en plantaciones de eucalipto (*E. saligna*) (Debell *et al.*, 1998), que debido al elevado costo de los fertilizantes sintéticos puede ser un aporte interesante en términos económicos y productivos. Los rendimientos en las plantaciones mixtas con 34 a 66% de albizia fueron de 103 a 105 ton/ha, mientras que en la plantación pura y fertilizada artificialmente fueron de 94 ton/ha. Las concentraciones de nitrógeno en el follaje de eucalipto incrementaron a medida que se aumentó el porcentaje de albizia en el rodal; el fósforo presentó un comportamiento similar al del nitrógeno. A los 48 meses el nitrógeno total presente en el suelo fue mayor (86%) en la plantación mixta que en la plantación pura fertilizada, y el fósforo también (89%); asimismo, las características del suelo presentaban marcadas diferencias entre el estado pre plantación y 48 meses más tarde. El estudio concluye que albizia puede proporcionar el nitrógeno requerido por plantaciones bioenergéticas de alto rendimiento de eucalipto, ya que se obtienen plantas de altura y diámetro significativamente mayores, y rendimientos en biomasa/ha muy superiores, pudiéndose eliminar la fertilización química. Los efectos de la mezcla son muy superiores incluso a las mayores dosis de fertilización sintética probadas a la fecha.
- La incorporación de olivo ornamental (*Elaeagnus umbellata*), falso acacio (*Robinia pseudoacacia*) y aliso negro (*Alnus glutinosa*) en plantaciones de nogal negro incrementaron su desarrollo solamente en algunos sitios (Schlesinger, 1984). Las especies secundarias mencionadas se incorporaron como “amaestradoras, o enseñadoras”, para favorecer el desarrollo de la especie principal especialmente durante su fase juvenil de crecimiento, y pueden jugar un rol importante en el manejo de nogal negro. La conveniencia del uso de asociaciones es calificada por los autores con un *si calificado*. El olivo se mostró favorable en 4 de los 5 sitios ensayados; esta especie mantiene una ventaja en su crecimiento en altura superior en 0.5 m durante los primeros 6-7 años, después de los cuales los nogales lo sobrepasan; su efecto fue más beneficioso en aquellos sitios en que nogal negro presentaba los menores desarrollos en plantaciones puras, por lo que se considera de gran interés para emplear en sitios riesgosos o limítrofes para la especie principal. Robinia fue beneficiosa solamente en 2 de los 5 sitios, pero debido al parecer a su tasa de

desarrollo incompatible con la del nogal negro en general presentó un efecto negativo; a los 5 años los acacios alcanzaban el doble de altura que los nogales, y un diámetro 3 veces superior. El aliso negro fue el menos exitoso en términos de beneficios para nogal negro, lo que se interpreta como un efecto alelopático; esta asociación se mostró positiva solamente en el sitio más pobre ensayado.

- Un estudio analizó las tasas de mineralización en plantaciones de nogal negro de 19 años de edad, puras y asociadas con olivo ornamental (*Elaeagnus umbellata*) y aliso negro (*Alnus glutinosa*), ambas especies actinorrízicas, efectuándose mediciones durante todo el año (Paschke *et al.*, 1989). Los resultados muestran que las tasas de mineralización fueron mayores en verano y en las plantaciones que contenían olivo y aliso, contrariamente a lo observado en las plantaciones puras de nogal. Muestras obtenidas de la asociación con olivo presentaron un rendimiento de 236 Kg de N mineral/ha/año en los primeros 20 cm del suelo, un valor muy superior al reportado para ese tipo de suelos en la zona. La asociación con aliso alcanzó tasas de 185 Kg N/ha/año, y tan solo de 90 Kg N/ha/año en las parcelas puras de nogal. Las parcelas que presentaron las mayores tasas de mineralización también presentaron los árboles de mayores dimensiones. A pesar del bajo pH y las bajas concentraciones de fósforo extraíble, la nitrificación ocurrió en todas las parcelas durante todo el año. Las dimensiones que alcanzan los nogales están significativamente correlacionadas con la mineralización de nitrógeno verificada en una parcela dada.
- Las plantaciones mixtas cuyos diseños consideran los arreglos espaciales y temporales de las especies pueden promover la inclusión de especies madereras de la fase tardía de desarrollo sucesional, y de especies del sotobosque que pueden proporcionar productos forestales no madereros (PFNM), tales como látex, especias, plantas medicinales, frutos, etc. Ambos grupos de especies han presentado resultados pobres cuando se han tratado de establecer en forma pura en condiciones abiertas (Ashton y Ducey, 1996).

Estos autores proponen el uso de plantaciones mixtas que reflejen la dinámica de los bosques naturales, debido a que el establecimiento de asociaciones requiere de una cuidadosa selección de las especies para un sitio dado, tanto tolerantes como intolerantes.

Los resultados preliminares obtenidos muestran que el espaciamiento inicial y las diferentes tasas de crecimiento pueden acentuar la dinámica de estratificación de los componentes; la incorporación al "sotobosque" puede aumentar el valor económico a través de la producción de PFNM, incrementar la productividad primaria neta y favorecer la vida silvestre.

La lógica para el desarrollo de plantaciones mixtas que proponen los autores considera varios estudios que han evidenciado que los precios reales de la madera de alta calidad se han incrementado significativamente en comparación con otros productos forestales, tales como fibra, pulpa y madera aserrada.

No obstante lo anterior, el empleo de especies que producen madera de alto valor en plantaciones convencionales puras ha sido generalmente pobre, lo que se puede atribuir a:

- a) Su inhabilidad para competir con la maleza en situaciones de pleno campo (abiertas);
- b) Su tendencia a estancarse o producir trozas defectuosas en esas condiciones;
- c) Su reducida sobrevivencia en suelos no adecuados.

El establecimiento de asociaciones de especies compatibles ha demostrado poseer rendimientos más elevados que en plantaciones puras. Estudios efectuados en Norte América indican mayores rendimientos en plantaciones mixtas de aliso rojo (*Alnus rubra*) y pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*); de encino rojo (*Quercus rubra*) y tsuga (*Tsuga canadensis*); de nogal negro con robinia, aliso negro y olivo ornamental, entre otras.

Los autores plantean que la asociación de especies madereras y no madereras tiene mucho sentido en términos económicos, ya que reduce el riesgo de fracaso de un cultivo, y potencialmente proveen de una cosecha al año; al mismo tiempo, proporciona un mayor valor a través de un rendimiento secuencial durante el desarrollo del rodal. La agregación de múltiples productos en el tiempo incrementa en forma considerable el Valor Presente Neto (VAN) con respecto al cultivo de cada especie en forma separada y pura.

Muchas especies que se cultivan comercialmente en plantaciones puras pueden ser incorporadas en sistemas mixtos, beneficiándose de una reducción significativa de ataques de insectos y patógenos.

Los principios claves a considerar cuando se desarrolla un modelo de plantación mixta corresponden a:

- a) En las situaciones donde los suelos no han sido degradados o eliminados hasta un umbral que afecte las especies a establecer, o donde la radiación no supera los límites de cada especie, la plantación de todos los componentes (especies) puede realizarse al mismo tiempo;
- b) Para obtener un crecimiento satisfactorio sin raleos continuados es importante seleccionar especies compatibles en términos sucesionales;
- c) El diseño que se aplique debe ser consistente con los diferentes grados de auto raleo que ocurren entre especies de diferentes estados sucesionales (deberían haber más individuos por unidad de superficie de especies de estados sucesionales tempranos que de estados tardíos).
- d) El diseño espacial debe ser compatible con los requerimientos espaciales de las copas de las diferentes especies;
- e) Se debe efectuar una selección cuidadosa de las especies arbóreas tolerantes.

Todas las especies pueden ser plantadas al mismo tiempo, pero cada especie seleccionada representa una diferente etapa del desarrollo sucesional de la plantación. Esto porque cada una está dominada por un conjunto diferente de especies, el que facilita la regeneración, crecimiento, y desarrollo de estados sucesionales tardíos (especies exigentes). En términos económicos, cada etapa está dominada por la producción de diferentes productos.

Estas características sugieren que las plantaciones mixtas pueden ofrecer una gran variedad de beneficios sociales y una considerable flexibilidad silvicultural, a la vez que permiten reducir los riesgos a menudo asociados a los sistemas tradicionales puros.

- El cultivo de nogal negro (*Juglans nigra*) asociado con especies arbóreas fijadoras de nitrógeno podría entregar a los propietarios retornos iguales o mayores que con otras alternativas de manejo más intensivas, y también lograr una buena adaptación a tierras agrícolas marginales (Campbell y Dawson, 1989).
- La invasión de *Alnus crispa* en plantaciones puras de *Picea spp.* significó un alto incremento tanto en el crecimiento en diámetro como en altura de la *Picea spp.*; los incrementos comenzaron entre 3 y 6 años

después de la invasión y establecimiento de *Alnus*. La contribución anual estimada de nitrógeno para el follaje de la plantación fue de aproximadamente 50 Kg/ha.

- La asociación entre *Alnus glutinosa* y *Populus nigra* derivó en una mayor fijación de nitrógeno comparado con una plantación pura (monocultivo) de *Alnus* (Kurdali *et al.*, 1990).
- *Alnus glutinosa* es a menudo asociada al nogal negro, debido al incremento de la fertilidad del suelo con nitrógeno. Pero en algunos suelos el crecimiento de *Alnus* puede ser reducido por la alelopatía química producida por *Juglans nigra* (Neave y Dawson, 1989).
- *Leucaena leucocephala* es un árbol tropical con muchos usos, entre ellos madera, forraje, combustible, madera para pulpa, etc., debido a su rápido crecimiento y adaptabilidad. Su importancia radica en su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y dejarlo disponible como nutriente, mejorando la fertilidad del suelo. La fijación de nitrógeno ocurre en las raíces, en pequeños nódulos que son infectados con bacterias. En el caso de *Leucaena* las bacterias son del género *Rhizobium* (Van den Beldt y Brewbaker, 1985).
- La materia seca, el contenido de nitrógeno y la cantidad total de nitrógeno fijado por *Leucaena leucocephala* decrece significativamente cuando decrece su sistema radicular (Awonaike *et al.*, 1996).
- Se determinó una influencia positiva sobre el volumen de un rodal de *Pseudotsuga menziesii* debido a la influencia ejercida por *Alnus rubra* mediante la fijación de nitrógeno (Miller *et al.*, 1993).
- El potencial de fijación de nitrógeno de las especies fijadoras varía con el genotipo; este potencial puede ser alto para especies que fijan anualmente 30-50 Kg de nitrógeno, entre ellas las leguminosas *Albizia lebbbeck*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* (Dommergues y Ahmad, 1995).
- *Gliricidia* es una especie tropical versátil, de rápido crecimiento y fijadora de nitrógeno, que se adapta a una gran variedad de climas y tipos de suelos. Entre sus productos se cuentan leña, postes, forraje, medicina, miel, y además puede ser usada para la estabilización de dunas. Mediante su poda se entrega al suelo una elevada cantidad de nutrientes, transformando terrenos pobres en fértiles. Su madera es difícil de trabajar por lo que rara vez es ocupada para muebles o construcción. Los árboles de *Gliricidia* en tierras de pastoreo pueden aumentar la producción de ganado, ya que les proporciona alimento y sombra, principalmente en climas cálidos (Glover, 1989).
- En rodales mixtos, *Betula papyrifera* favorece el crecimiento en diámetro de *Pinus banksiana*, debido principalmente a la reducción de la competencia por luz entre los individuos de esta última especie (Longpre *et al.*, 1994).
- La adición de hojas de *Dalbergia sissoo* y de otras especies de leguminosas al suelo provoca un incremento en el contenido de nitrógeno mineral. Sin embargo, se ha observado que la aplicación de hojas de *Dalbergia sissoo* fue menos efectiva para promover el crecimiento de *Sorghum* que la aplicación de urea o de hojas de otras especies (Hussain *et al.*, 1994).
- Entre los objetivos de un cultivo mixto está el promover una sinergia mutua (“adopción”) entre las especies, ya sea como abrigo o como refugio. Una de las técnicas utilizadas es la asociación de especies de rápido crecimiento con especies tolerantes de madera de alta calidad. Por lo tanto, con una adecuada combinación de especies se podría reducir al mínimo la competencia por luz y nutrientes. Además, una combinación con especies fijadoras de nitrógeno podría ser muy beneficiosa. Por otra parte, *Dalbergia sissoo* es ampliamente valorada para calefaccionar y cocinar, y como una importante fuente de materia prima para la industria de basas de madera, especialmente para la industria del mueble y la construcción (Jha y Trivedi, 1994).

- Con relación a los efectos positivos encontrados en una plantación mixta, se concluyó que entre los beneficios obtenidos de plantar pino junto a latifoliadas está la reducción de la intensidad en la preparación del sitio, los costos de reforestación se reducen en aproximadamente un 50%, se obtiene una mayor sobrevivencia y un crecimiento temprano del pino así como un mayor crecimiento en altura. Aunque el crecimiento de las latifoliadas fue generalmente menor que el de los pinos, muchas especies de latifoliadas valiosas tuvieron un buen crecimiento, como por ejemplo *Quercus sp.* y *Liriodendron tulipifera*. Aunque no se evaluó la forma del fuste, se observó que las latifoliadas presentaban una excelente forma. Los productos finales obtenidos tanto de los pinos como de las latifoliadas fueron madera aserrada y pulpable. Aparte de los beneficios económicos obtenidos por esta asociación de especies, la diversidad del rodal se vio incrementada, ocasionando beneficios para la vida silvestre, y al no realizar una preparación de sitio intensiva se minimizó la susceptibilidad del suelo a la erosión (Phillips y Abercrombie, 1987).
- Los bosques originales del noroeste de Pennsylvania estaban compuestos principalmente por asociaciones de *Tsuga sp.* con haya y haya con arce, además de algunas pequeñas cantidades de pino con roble (Marquis, 1981). Estos bosques no fueron cortados sino hasta el año 1800, cuando comenzaron algunas explotaciones madereras de *Pinus strobus*. Desde 1850 a 1890, *Pinus strobus*, *Tsuga sp.* y otras latifoliadas finas aserreables fueron cosechadas en toda la región, pero en forma parcial debido a las limitantes del mercado y al elevado costo del transporte de madera desde la montaña. Más tarde, cuando se incorporó la explotación maderera vía férrea, se hizo común su cosecha para obtener múltiples productos; estas cortas generalmente extraían todos los individuos aserrables. Los rodales que ya habían sido explotados fueron nuevamente cortados para pulpa.
- Los rodales coetáneos son altamente estratificados por especies, las tolerantes de lento crecimiento relegadas al estrato inferior con diámetros pequeños. Por lo tanto la realización de un manejo utilizando las técnicas de silvicultura tradicional para rodales coetáneos se dificulta, debido a que, entre otras cosas, se debe tener en cuenta que en un rodal coetáneo de especies mixtas éstas no maduran al mismo tiempo; por ejemplo el cerezo madura entre 80 a 90 años, mientras que el arce de azúcar lo hace a los 150 a 180 años, el que se usa como madera para pulpa, mientras que el cerezo se destina a madera aserrada. El rodal entero es cortado cuando el cerezo madura y cuando el valor del arce es muy bajo. Sin embargo, los arces pueden ser dejados por un tiempo adicional de aproximadamente 30 a 80 años, pero en este caso la fuente de semillas de cerezo es eliminada y la regeneración para las especies intolerantes se dificulta mas aún al término de la rotación de arce.

En resumen, la estructura de un rodal de latifoliadas mixta es compleja en cuanto a las edades y a la composición. Mejoramientos en silvicultura y eficiencia en el manejo futuro dependerán del uso imaginativo de los conocimientos para el desarrollo de técnicas de corta más específicas para diferentes condiciones de bosques mixtos.

- Los sistemas agroforestales pueden ser biológicamente más productivos en comparación con un cultivo puro o con sistemas de monocultivo, proporcionando productos agrícolas y árboles que son complementarios en el uso de los recursos, tanto bajo como sobre tierra (Van Noordwijk y Purnomosidhi, 1995).
- Debido a que las plantaciones de álamos poseen rotaciones cortas, requieren una gran cantidad de nitrógeno para su rápido crecimiento. Investigaciones realizadas en muchos países que han evaluado plantaciones mixtas con varias especies del género *Alnus sp.* caracterizadas por ser fijadoras de nitrógeno atmosférico mediante simbiosis con *Frankia*, muestran que en la mayoría de los casos, el crecimiento de *Populus* ha aumentado, pero rara vez el volumen de cosecha total ha aumentado (De Bell y Harrington, 1993).

- Hay poca evidencia de que en plantaciones de rotaciones cortas y policlonales se reduzcan los riesgos respecto a las plantaciones monoclonales. Las plantaciones policlonales mixtas deben contener un número mínimo de clones para reducir la susceptibilidad a daños producidos por agentes bióticos y abióticos. El uso de entre 7 y 25 clones es considerada una buena estrategia. Por otra parte, el establecimiento de plantaciones clonales podría mejorar y hacer más expedita las operaciones de cosecha mecanizada, debido a la uniformidad en el tamaño de los árboles. Teóricamente, plantaciones que contienen dos o más especies o clones podrían ser más productivas que las plantaciones puras de la misma especie o clon (Carrefour, 2002).
- En Estados Unidos se han recomendado plantaciones mixtas de coníferas, especialmente de pino oregón y aliso rojo, ya que el incremento volumétrico del pino es de un 10% respecto a la situación pura. También al plantar álamo con aliso rojo, la plantación se hizo más resistente a plagas y enfermedades (AEA, 2002).

## 5. BIBLIOGRAFIA

A300: Professional tree care standard of practice. 2000. (Online database). [www.natlarb.com/standard.htm](http://www.natlarb.com/standard.htm). (Cited 20/03/2000)

A bad habit, tree wrapping. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/wrapping.html](http://www.chesco.com/~treeman/wrapping.html). (Cited 23/03/2000)

AEA. 2002. ¿Qué es la asociación española de arboricultura? (Online database). [www.earboricultura.com/asociacion.htm](http://www.earboricultura.com/asociacion.htm) (Cited 09/08/2002)

A gift to the future. 2002. (Online database). [www.americanforests.org/productsandpubs/magazine/archives/2002summer/treestories.php](http://www.americanforests.org/productsandpubs/magazine/archives/2002summer/treestories.php) (Cited 25/09/2002)

ASHTON, P.M.; DUCEY, M.J. 1996. The development of mixed species plantations as successional analogues to natural forests. (Online database). [www.na.fs.us/spfo/rngr/pubs/np96/devmsp.htm](http://www.na.fs.us/spfo/rngr/pubs/np96/devmsp.htm) (Cited 31/07/2001)

AWONAIKE, K.O.; DANSO S.K.; ZAPATA, F. 1996. Nitrogen fixation in *Leucaena leucocephala* L. as affected by rooting volume and competition with *Eucalyptus camaldulensis*. *Agroforestry System*. Vol. 33, N°3: 195-203.

CAMPBELL, G.E; DAWSON, J.O. 1989. Growth, yield, and value projections for Black walnut interplantings with Black alder and autumn olive. *Northern Journal of Applied Forestry*. Vol. 6, N°3: 129-132.

Cardinal rules for planting trees. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/tree4.html](http://www.chesco.com/~treeman/tree4.html). (Cited 23/03/2000)

CARREFOUR INTERNATIONAL DUBOIS. 2002. Visitors. (Online database). [www.timbershow.com](http://www.timbershow.com) (Cited 05/08/2002)

CLATTERBUCK, W.K.; OLIVER, C.D.; BURKHARDT. 1987. The silvicultural potential of mixed stands of cherrybark oak and american sycamore: spacing is the key. *SJAF* 11:158-160

DE BELL, D.S.; HARRINGTON, C.A. 1993. Deploying genotypes in short-rotation plantations: Mixtures and pure cultures of clones and species. *The Forestry Chronicle*. Vol. 69, N°6. Pp: 705-713.

DEBELL, D.S.; WHITESELL, C.D.; SCHUBERT, T.H. 1998. Using N<sub>2</sub>-fixing *Albizia* to increase growth of *Eucalyptus* plantations in Hawaii. *Forest Science* Vol. 35, N°1. Pp: 64-75

DOMMERGUES, Y.R.; AHMAD, N. 1995. Nitrogen fixation by trees in relation to soil nitrogen economy. *Nitrogen Economy in Tropical Soils. Fertilizer Research*. Vol. 42 (1-3): 215-230.

Flower disease. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/flower.html](http://www.chesco.com/~treeman/flower.html). (Cited 23/03/2000)

GLOVER, N (Edit). 1989. Gliricidia Production and Use. Nitrogen Fixing Tree Association P.O Box 680. Waimanalo, HI 96795 USA.

HUDSON, A.J. 1993. The influence of mountain alder on the growth, nutrition, survival of Black spruce and Sitka spruce in a afforested heathland near mobile, Newfoundland. Canadian Journal of Forest Research. Vol. 23, N°4: 743-748.

HUSSAIN, A.; ARSHAD, M.; JAVED, M. 1994. Contribution of leaves of Dalbergia sissoo and other leguminous trees to soil mineral nitrogen and crop nutrition. En: Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.

Insect and disease problems. 2000. (Online database). [www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/disease.html](http://www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/disease.html). (Cited 20/02/2000)

JHA, P.K.; TRIVEDI, R.C. 1994. Dalbergia sissoo: the views of local people. En: Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.

KURDALI, F.; DOMENACH, A.M.; BARDIN, R. 1990. Alder-poplar associations: determination of plant nitrogen sources by isotope techniques. Biology and Fertility of Soils. 9: 4, 321-329.

LONGPRE, M.H.; BERGERON, Y.; PARE, D.; BELAND, M. 1994. Effect of companion species on the growth of jack pine (*Pinus banksiana*). Canadian Journal Forest Research. Vol. 24, N° 9: 1846-1853.

MARQUIS, D.A. 1981. Even-Aged development and management of mixed hardwood stands: Allegheny Hardwoods. En: Proceedings of the National Silviculture. Division of Timber Management USDA-Forest Service. Washington, DC.

MILLER, R.E.; REUKEMA, D.L.; MAX, T.A. 1993. Size of Douglas-fir trees in relation to distance from a mixed red alder – Douglas-fir stand. Canadian Journal of Forest Research. Vol. 23, N°11: 2413-2418.

NEAVE, I. A.; DAWSON, J. O. 1989. Juglone reduces growth, nitrogenase activity, and root respiration of actinorhizal Black alder seedlings. Journal of Chemical Ecology. Vol. 15. N° 6: 1823-1836.

PASCHKE, M.W.; DAWSON, J.O.; DAVID, M.B. 1989. Soil nitrogen mineralization in plantations of *Juglans nigra* interplanted with actinorhizal *Elaeagnus umbellata* or *Alnus glutinosa*. Plant and Soil 118: 33-42.

PHILLIPS, D.R.; ABERCROMBIE, J.A. 1987. Pine-Hardwood Mixtures-A new concept in regeneration. Southern Journal of Applied Forestry. Vol. 11, N° 4: 192-197.

Porqué el desmoche lesiona los árboles. 2002. (Online database). [www.isahispana.com/pubs/topping.htm](http://www.isahispana.com/pubs/topping.htm) (Cited 30/07/2002)

Proper planting. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/pp.html](http://www.chesco.com/~treeman/pp.html). (Cited 23/03/2000)

Proper staking. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/staking1.html](http://www.chesco.com/~treeman/staking1.html). (Cited 23/03/2000)

Pruning mature trees. 2002. (Online database). [www.isa-arbor.com/consumer/pruning.html](http://www.isa-arbor.com/consumer/pruning.html) (Cited 30/07/2002)

SCHLESINGER, R.C.; WILLIAMS, R.D. 1984. Growth response of black walnut to interplanted trees. *Forest Ecology and Management* 9: 235-243.

The prized Black Walnut. 2002. (Online database). [www.americanforests.org/productsandpubs/magazine/archives/2002summer/inprofile.php](http://www.americanforests.org/productsandpubs/magazine/archives/2002summer/inprofile.php) (Cited 25/09/2002)

Tree planting time. 2000. (Online database). [www.chesco.com/~treeman/tree3.html](http://www.chesco.com/~treeman/tree3.html) (Cited 23/03/2000)

Tree selection. 2000. (Online database). [www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/select.html](http://www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/select.html) (Cited 20/03/2000)

Trees and turf. 2000. (Online database). [www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/turf.html](http://www2.champaign.isa-arbor.com/consumer/turf.html). (Cited 20/02/2000).

VAN DEN BELDT, R.J. (Edit); BREWBAKER, J.L. (Edit.). 1985. *Leucaena: Wood Production and Use*. Nitrogen Fixing Tree Asociation. P.O. 680. Waimanalo, Hawaii 96795 U.S.A. 50 p.

VAN NOORDWIJK, M.; PURNOMOSIDHI, P. 1995. Root architecture in relation to tree soil crop interactions and shoot pruning in agroforestry. *Agroforestry Systems*. Vol. 30. Pp: 161-173.

## **VI. ARBORICULTURA PARA PRODUCCIÓN DE MADERAS VALIOSAS EN OTROS PAÍSES DEL MUNDO**

Verónica Loewe M.<sup>47</sup> y Marta González O.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> Ing. Forestal (U. de Chile, Chile); Especialización en Producción de Maderas Nobles (U. Bologna, Italia); MPA (U. Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos Instituto Forestal, Sede Centro - Norte. Huérfanos 554, Santiago. Tel. 2-6930750. Fax 2-6381286. vloewe@infor.cl

<sup>48</sup> Ing. Forestal (U. de Chile, Chile), Ingeniero de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Bío - Bío. Camino a Coronel km. 7,5. San Pedro de La Paz. Fono-fax: 41-749090. mgonzale@infor.cl

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	207
2. PAÍSES	208
2.1 AUSTRALIA	208
2.2 NUEVA ZELANDA	209
2.3 MALASYA	210
2.4 URUGUAY	210
2.5 ARGENTINA	211
2.6 OTROS PAÍSES	213
3. CONCLUSIONES	214
4. BIBLIOGRAFIA	215

## **1. INTRODUCCION**

Este capítulo presenta algunos antecedentes recopilados sobre el tema de la producción de maderas valiosas en el resto del mundo, como continuación de los capítulos anteriores, que consideraron su análisis en Italia, Francia, otros países europeos y Norteamérica, con el objetivo de complementar el escenario internacional y realizar un aporte a la discusión y análisis de las perspectivas de desarrollo de la arboricultura en Chile.

En general en el segmento analizado se ha detectado la existencia de escasa bibliografía respecto a esta temática, lo que confirma que en términos productivos el “epicentro” se concentra en Europa, y en términos ornamentales en Norteamérica.

## 2. PAÍSES

### 2.1 AUSTRALIA

El inventario nacional de plantaciones de Australia reportó para el año 2000 más de 1,3 millones de hectáreas de plantaciones, de las cuales 948.255 corresponden a coníferas y 389.028 a latifoliadas. Las especies más usadas en las plantaciones de coníferas son *Pinus radiata*, *Pinus eliotii*, *Pinus caribean*, y una araucaria nativa (*Araucaria cunninghamii*), y las más usadas en las plantaciones de latifoliadas corresponden a *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus regnans* y *Eucalyptus grandis*.

Las latifoliadas cultivadas masivamente se cosechan a los 40-50 años de edad y se usan para embalajes, así como para la construcción y terminaciones finas. Las plantaciones para pulpa se cosechan a los 10-20 años de edad.

En Australia está presente la International Society of Arboriculture (ISA), asociación que se dedica principalmente a la arboricultura urbana, cuya constitución ha significado un aporte importante a nivel técnico y profesional para difundir los conocimientos que están a la base de las técnicas de cultivo aplicadas en la arboricultura para producir maderas valiosas, reforzándola de manera significativa.

En la página web de dicha asociación ([www.home.vicnet.net.au/~issa](http://www.home.vicnet.net.au/~issa)) se encuentran contribuciones técnicas que han sido realizadas principalmente, aunque no exclusivamente, por A. Shigo (Estados Unidos), quien ha modificado radicalmente en los últimos 30 años los conceptos sobre los cuales se basan la biología, física y química de los árboles, principios que en la técnica de la arboricultura se están aplicando en forma cotidiana, debido a la importancia de las calidades, las que resultan sensibles a variados parámetros. También se encuentra información de interés para los consumidores, profesionales, e información general.

Paralelamente, la asociación WANATCA, (West Australian Nut & Tree Crop Association (Inc)) es una organización de afiliación voluntaria, que sirve a toda persona interesada en el desarrollo, uso y conservación de todo tipo de plantas perennes. Fue fundada en 1974, periodo desde el cual ha construido una amplia base de miembros entre productores profesionales, amateurs, investigadores, entes relacionados con la horticultura, bibliotecas, viveros e inversionistas. Sus miembros se distribuyen en toda Australia, y en otros países. Esta asociación se muestra interesada en todo tipo de innovación productiva, y está abierta a especies utilizadas en producción de maderas valiosas, por lo que ha sostenido intercambio de información en este ámbito.

### 2.2 NUEVA ZELANDA

El cultivo forestal de especies latifoliadas en Nueva Zelanda está aún en sus inicios (alcanzaba solamente el 2.1% de la superficie plantada en 1994) debido a la errada impresión que las latifoliadas son de lento crecimiento (NZFOA, 1995). Muchos productores han descubierto en los últimos años el *Eucalyptus nitens*, que crece con mayor velocidad que el pino radiata, pero aún muchos otros eucaliptos y especies tradicionalmente cultivadas en

Europa poseen un gran potencial en el país, tanto en rotaciones cortas como largas.

Se han hecho pruebas con varias especies cerca de Hokitika, las que han mostrado que podrían constituirse en un complemento a las plantaciones de pino existentes (GAIA, 2001). Entre ellas destacan:

1. Eucaliptos: estas especies crecen casi en cualquier parte. En particular recomiendan el uso de *E. nitens* para producción de leña y pulpa en rotaciones cortas de monte bajo, y en rotaciones de 20 años para chapas decorativas, junto a *E. obliqua* (“Roble de Tasmania”), que corresponde a la mejor especie australiana para climas fríos, y a *E. botryoides*, que produce una madera densa, roja, de excelente calidad y de crecimiento lento.
2. Alisos: el aliso rojo (*Alnus rubra*) se ha mostrado como “maderera especial” de éxito en Nueva Zelanda, y crece mejor que el aliso italiano, negro o andino. Los alisos crecen en suelos pobres, los que resultan enriquecidos para otras especies. Pueden ser manejados para obtener postes en rotaciones inferiores a 10 años, y también producen carbón de calidad. Su madera es estable en ambientes húmedos (los pilares de la ciudad de Venecia se apoyan en alisos milenarios). En rotaciones mayores producen una madera clara fina.
3. Castaño: se trata de una especie de gran potencial en el país, tanto por su producción de fruta como de madera, pesada, oscura y excelente para muebles. En suelos profundos, bien drenados crece casi tanto como eucalipto, y puede originar trozas para madera aserrada en 50 años; también puede ser manejada como monte bajo.
4. Encinos: los robles americanos rojos pueden producir hermosa madera en rotaciones de 45 años en las condiciones de NZ, y son muy ornamentales por el color rojo que adquiere su follaje. *Q. coccinea* es el más rojo; *Q. palustris* es el más adecuado para zonas húmedas; *Q. rubra* es uno de los más famosos.
5. Fresno: el fresno europeo en Nueva Zelanda crece más rápido que en Europa, es resistente al frío y apropiado para las zonas del interior, y produce una madera clara, dura y flexible, apropiada para la producción de muebles.
6. Especies frutoforestales: el peral crece rápidamente, y alcanza interesantes dimensiones, y su madera es una de las que se comercializa como “madera de rosál”, junto a la del manzano. El cerezo, manzano y ciruelo son otras especies apreciadas para la elaboración de muebles finos.
7. Latifoliadas oscuras: entre otras latifoliadas que se desarrollan bien en NZ se encuentran las siguientes:
  - *E. saligna*, *E. muelleriana*, *Racosperma melanoxyton*: adecuadas para zonas cálidas, sin heladas ni vientos.
  - Alamos y sauces: para áreas frías con nieve.
  - *Robinia pseudoacacia* (falso acacio): se recomienda el uso de híbridos húngaros sin espinas.
  - Olmo, haya, abedul y carpino: latifoliadas hermosas y tradicionales.
  - *Nothofagus fusca*: especie nativa de rápido crecimiento y madera excelente para muebles.
  - *Juglans nigra* (nogal negro): requiere suelos profundos y fértiles, y es muy valorada en los Estados Unidos.

Presente en el país está la New Zealand Arboricultural Association Inc. (NZAA) ([www.nzarbor.org.nz](http://www.nzarbor.org.nz)), que se dedica a difundir información sobre arboricultura, cuidado de los árboles, profesionales disponibles en el tema

en el país, capacitación, trabajos disponibles en el área, información general y conferencias. Cumple funciones similares a las desarrolladas por el ISA en muchos otros países.

Los arboricultores ayudan a mejorar el aspecto del paisaje a través del cuidado y manejo de los árboles de parques, jardines y calles; teniendo algunas habilidades en común con los silvicultores, quienes se dedican al cuidado y manejo de los bosques, los primeros se enfocan en individuos o pequeños grupos de árboles.

## 2.3 MALASIA

En este país también se han desarrollado actividades principalmente de investigación y desarrollo en temáticas relacionadas con la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies.

En particular se ha estudiado el efecto de algunas plantaciones mixtas sobre el crecimiento y calidad de la madera. Un estudio evaluó el efecto de la asociación de diferentes especies de araucarias (*A. cunninghamii* y *A. hunstenii*) con *Leucaena leucocephala*, encontrándose que esta especie fijadora de nitrógeno, que por lo tanto enriquece el suelo, mejora significativamente el crecimiento de las especies principales (Hashim, 1994).

## 2.4 URUGUAY

La política forestal del Uruguay apunta hacia dos objetivos básicos: por un lado, la preservación de los bosques naturales del país, y por el otro, la ampliación de áreas forestales con fines industriales. La política de fomento nació en 1971 mediante un decreto del poder ejecutivo que posteriormente se transformó en legislación forestal. En términos generales, el incentivo apunta a un subsidio equivalente al 50% del costo de plantación y exoneraciones de impuestos a la renta y patrimoniales, y para la importación de insumos de bienes de capital y procesamiento de la madera (Anónimo, 1996).

La legislación uruguaya, vigente desde 1988, ha atraído poderosamente a empresarios inversionistas de Chile, así como de otros países (España, Holanda, Finlandia y Estados Unidos).

En este sentido Uruguay ha venido presentando un proceso similar al chileno, donde simultáneamente se desarrolló la industria local y las exportaciones de materias primas, haciéndose cada vez más eficiente el transporte, la cosecha, el manejo de los puertos y el acceso a los mercados.

Llama la atención que algunos inversionistas chilenos interesados en la producción de madera de alto valor, algunos con las primeras plantaciones productivas en Chile, estén evaluando el uso de algunas de estas especies para su utilización en la forestación que están efectuando en el vecino país, con técnicas de la arboricultura.

## 2.5 ARGENTINA

En este país se están llevando a cabo numerosas actividades, principalmente de investigación y desarrollo en temáticas de la arboricultura para producir madera de calidad, que consideran diferentes especies. También a nivel productivo se ha ido incrementando el interés por esta técnica productiva, difundándose con la ayuda de los subsidios disponibles y la asociación con empresas europeas, como se explica más adelante.

En particular destaca el desarrollo del proyecto “Bosques cultivados” (B7-3011/93/156), que corresponde a un proyecto financiado por la Comisión de la Unión Europea Argentina, dentro del tema Desarrollo productivo de la madera (SAGPA, sf).

Los objetivos de dicha iniciativa, que se puso en marcha en mayo de 1996, fueron los siguientes:

- Difundir técnicas mejoradas para la producción de madera de alta calidad
- Promover el desarrollo de las plantaciones de especies caracterizadas por producir madera de elevado valor tecnológico, y
- Elaborar y difundir material informativo para los operadores forestales.

El proyecto involucró las zonas de la Región mesopotámica y del Delta Bonaerense, y las provincias de Buenos Aires, Salta y Jujuy, Neuquén, Río Negro, Chubut y Córdoba.

Después de un proceso de selección de especies, se ensayaron las siguientes:

- Acacia negra (*Acacia melanoxylon*)
- Aliso italiano (*Alnus cordata*)
- Aliso negro (*Alnus glutinosa*)
- Aliso criollo (*Alnus jorullensis*)
- Guatambu (*Balfourodendron ridelianum*)
- Pecano (*Carya illinoensis*)
- Cedro (*Cedrela angustifolia*)
- Petiribí (*Cordia trichotoma*)
- Timbó (*Enterolobium contortisilicuum*)
- Eucalipto (*Eucalyptus sp.*)
- Fresno americano (*Fraxinus americana*)
- Fresno europeo (*Fraxinus excelsior*)
- Fresno americano (*Fraxinus pensilvanica*)
- Roble sedoso (*Grevillea robusta*)
- Nogal criollo (*Juglans australis*)
- Nogal europeo (*Juglans regia*)
- Pino (*Pinus sp.*)
- Cerezo (*Prunus avium*)

- Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*)
- Roble americano (*Quercus borealis*)
- Roble de Eslovenia (*Quercus robur*)
- Roble europeo (*Quercus sessiliflora*)
- Lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*)
- Lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa*)

Los diseños consideraron plantaciones puras y mixtas con una especie acompañante.

La situación de la producción forestal en estas regiones está caracterizada por una producción muy concentrada en un bajo número de especies de interés preferentemente industrial (*Pinus elliottii*, *P. taeda*, *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Eucalyptus spp.*).

Por otra parte, la diversificación de la producción es un proceso en vigencia en todo el mundo, al tiempo que las preocupaciones ecológicas ligadas al monocultivo se generalizan.

El mercado de la madera de alta calidad históricamente ha estado sujeto a menos oscilaciones, y permite la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento, aspecto que reviste particular importancia para Argentina (*op. cit.*).

Los productores interesados en la innovación técnica están evaluando la posibilidad de diferenciar su oferta, por lo que han realizado plantaciones agroforestales y diferentes modelos de cultivo que incorporan nuevas especies madereras, en cultivos puros o mixtos, hasta ahora no cultivadas en el país.

Aun existe en Argentina una gran cantidad de tierras potencialmente aptas para la forestación, lo que permite producir madera de calidad sin perjuicio de aquella destinada a la industria de los *commodities*. Las posibilidades de producción de los países de la Unión Europea son reducidas respecto a su demanda, y las políticas de reconversión agrícola son demasiado recientes para poder imaginar un aprovechamiento preferentemente local en el corto y mediano plazo.

Paralelamente, las posibilidades productivas de Argentina son superiores que en Europa; las experiencias realizadas muestran que muchas especies exóticas pueden cultivarse ventajosamente en este país.

Además, las variaciones climáticas de las zonas con presencia de relieves montañosos brinda la posibilidad de elegir dentro de un amplio rango de especies.

La posición geográfica de Argentina permite utilizar un gran número de especies tradicionalmente empleadas por el mercado del mueble de la Unión Europea y de América del Norte, y también de especies más exigentes en cuanto a temperatura (subtropicales). El mercado local parece interesado también en absorber diferentes calidades, tanto para consumo interno como para una eventual futura exportación de semi elaborados y/o productos finales.

Todo lo anterior llevó a la definición y elaboración de un plan general para el desarrollo forestal, considerando acciones técnicas, de I&D, jurídicas, de información y difusión, y de capacitación.

En enero de 1999 fue promulgada la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, que corresponde a un régimen de promoción de inversiones que se efectúen en nuevos emprendimientos forestales y en las ampliaciones de bosques existentes, con el objetivo de aumentar la oferta maderera.

Las actividades comprendidas en la ley corresponden a: implantación de bosques, su mantención, el manejo, riego, protección, y la cosecha de los mismos, incluyendo las actividades de I&D, así como las de industrialización de la madera, cuando forma parte de un emprendimiento forestal industrial integrado.

En los últimos años en la provincia de Misiones, Argentina, se han establecido plantaciones mixtas de grevillea y melia, además de plantaciones de teca, caoba y toona bajo dosel protector de pino, presentando un buen desarrollo.

En Chile, esta última técnica puede ser considerada como una buena alternativa de reconversión de plantaciones de pino en plantaciones con especies de alto valor, sobre todo en los casos que se prevén bajas calidades debido a ataques de Polilla del brote o a mal manejo. Por otra parte esta alternativa parece adecuarse al mediano y pequeño propietario que se ve favorecido al valorizar su propiedad con especies valiosas (FIA-INFOR, 1998). Experiencias exitosas de esta técnica han sido desarrolladas en la IX y X regiones, obteniéndose tanto pino radiata como eucalipto de excelentes calidades<sup>49</sup>.

## 2.6 OTROS PAÍSES

- En Africa esquemas usados con especies frutales como cacao, cítrico, banano y otras, junto a especies forestales (*Antiaris sp.*, *Terminalia sp.*), han dado buenos resultados por períodos prolongados. Para los frutales se han obtenido rendimientos 5-10% mayores que los obtenidos a la intemperie; además de protegerse los frutos y cultivos, los árboles forestales proporcionan madera y forraje.
- La dificultad en el establecimiento de la vegetación ante condiciones adversas, cuando el potencial micorrízico es pobre o deficiente, puede ser superada mediante el uso de plantas capaces de formar asociaciones microbianas radiculares. *Pisolithus tinctorius* es una especie que ha ganado una considerable atención en los últimos años debido a su habilidad para formar ectomicorizas con ciertas especies, usualmente bajo condiciones adversas; esta especie se está usando en asociación con *Eucalyptus tereticornis* en India en programas tanto de forestación como de reforestación (Raman y Rajendran, 1994).
- Entre los objetivos de un cultivo mixto esta el promover la adopción entre las especies, ya sea como abrigo o como refugio. Una de las técnicas utilizadas es la asociación de especies de rápido crecimiento con especies tolerantes de madera de alta calidad. Por lo tanto, con una adecuada combinación de especies se podría reducir al mínimo la competencia por luz y nutrientes. Además, una combinación con especies fijadoras de nitrógeno podría ser muy beneficiosa. Por ejemplo, *Dalbergia sissoo* es una especie fijadora de nitrógeno de crecimiento rápido, por lo que es apropiada para la forestación de terrenos degradados y como especie acompañante en sitios marginales. Esta especie también es usada como forraje y leña, que se obtiene aproximadamente a los cinco años a partir de las ramas que son cosechadas, además de entregar madera de valor comercial en la región de Nepal (Karki y Karki, 1994).

<sup>49</sup> Siebert, H. 2002. Comunicación personal. Se han obtenido calidades de eucalipto que se han comercializado en US\$ 180/m<sup>3</sup> puesto Valdivia.

### 3. CONCLUSIONES

- La realización de plantaciones para producir madera de calidad no es una actividad simple ni difundida en todo el mundo, pero aún así existen regiones –principalmente en el cono sur de América del Sur-, que muestran un desarrollo interesante en el tema, ligado a la realidad europea.
- Existen varios países de América del Sur que han establecido subsidios aplicables o dirigidos especialmente al cultivo de especies madereras de alto valor.
- Existe la oportunidad de reincorporar al árbol en forma significativa en las áreas de colinas o lomajes y de valles o tierras agrícolas, para constituir válidos sistemas agroambientales (que no se oponen a la agricultura, sino más bien se aventajan de ella) que pueden constituirse además en inversiones atractivas como unidad de comercialización internacional.
- La arboricultura para producir maderas valiosas ofrece perspectivas interesantes para agricultores que están interesados en introducirla en sus predios. Sin embargo, al tratarse de una decisión que involucra el mediano y largo plazo, es indispensable que sea el fruto de un análisis y programación exhaustiva que considere el ambiente socio económico, las características del propietario o empresa (entre ellas, de relevante importancia es la capacidad de gestión) y las características del sitio.
- El elevado ingreso que se obtiene al final de la rotación puede hacer conveniente el cultivo del nogal y otras especies nobles aún en superficies reducidas, y por ende en el caso de un sistema fraccionado de propiedad de la tierra, o de comercialización de lotes de árboles.

## 4. BIBLIOGRAFIA

ANÓNIMO. 1996. Uruguay: futuro gigante forestal? Revista Lignum. Pp:7-9.

FIA-INFOR. 1998. Informe Técnico "Gira tecnológica sobre silvicultura de especies forestales de alto valor a la Provincia de Misiones, Argentina".

GAIA. 2001. Hardwoods. (Online Database). [www.argonet.co.ku/users/quilljar/hardw.html](http://www.argonet.co.ku/users/quilljar/hardw.html) (Cited 31/07/2001).

HASHIM, M.D.N. 1994. The growth of Araucaria species in mixture with Leucaena leucocephala. Proceedings international workshop, BIO-REFOR, Kangar, Malaysia. Pp: 64-66.

KARKI, J.B.S; KARKI, M. 1994. Socio-economic aspects of Dalbergia sissoo production in the Terai region of Nepal. En: Dalbergia: Proceedings of an International Workshop. Nitrogen Fixing Tree Research Reports Special Issue 1994. Ed. Westley S.B. y Roshetko J.M.

NZFOA (New Zealand Forest Owners Association). 1995. Forestry, Facts and figures 1995.

RAMAN, N.; RAJENDRAN, V. 1994. Association of Pisolithus tinctorius with Eucalyptus tereticornis in India. Indian Forester. Vol. 120, No. 1. Pp: 62-65.

SAGPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). Sf. Bosques cultivados. 110 p.



## **VII. PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA ARBORICULTURA PARA PRODUCIR MADERA DE ALTO VALOR EN CHILE**

Verónica Loewe M. <sup>50</sup>

---

<sup>50</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU.). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro Norte. Huerfanos 554. Santiago. vloewe@infor.cl

## ÍNDICE

1. ENCUESTAS A PROPIETARIOS PRIVADOS	219
2. TALLERES CON PERSONAS VINCULADAS A LOS SECTORES PRIVADO, PÚBLICO Y ONG'S	222
3. ANÁLISIS DE FAENAS Y COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ARBORICULTURA ORIENTADAS A LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR E INDICACIONES RESPECTO A RENTABILIDAD	224
4. VISITA EXPERTO ITALIANO DR. ENRICO BURESTI	227
5. ANÁLISIS DE BENEFICIOS EXISTENTES	229
6. CONCLUSIONES	232

Con el objetivo de determinar con bases lo más reales posibles las perspectivas de desarrollo de la arboricultura para producir madera de alto valor en Chile se han desarrollado algunas actividades, además de determinar el marco de referencia mundial descrito en los seis capítulos anteriores. Las actividades de mayor interés y sus resultados principales se describen a continuación.

## 1. ENCUESTAS A PROPIETARIOS PRIVADOS

Para analizar las potencialidades de la técnica de la arboricultura en Chile, se realizó una encuesta sobre las “Perspectivas de desarrollo del cultivo de especies de alto valor (nobles)” (Loewe y González, 2002), para indagar respecto a la apreciación que diferentes tipos de propietarios ubicados entre las regiones VI y X, tienen sobre especies distintas a las tradicionalmente conocidas, su cultivo actual o potencial, y una comparación entre la forestación con especies tradicionales (pino o eucalipto) y especies no tradicionales (Anexo 1).

El objetivo principal de esta encuesta fue conocer las perspectivas, inquietudes, ideas y proposiciones sobre el cultivo de especies de madera valiosa de propietarios de diferentes magnitudes, en distintas zonas del país.

Este instrumento resulta interesante, pues permite conocer en forma preliminar cuales son las necesidades de los propietarios para el cultivo de especie no tradicionales (financiamiento, problemas para forestar, capacitación, etc.), así como obtener antecedentes sobre el rubro, información valiosa a la hora de elaborar herramientas de política pública para su fomento, u otro tratamiento estimado adecuado y oportuno.

La recolección de datos se realizó mediante el envío de una encuesta a 80 propietarios distribuidos entre la VI y X regiones, de los cuales 36 respondieron (45%).

De acuerdo con la información recopilada, se puede concluir que:

- Existe una mayor tendencia de los encuestados a forestar con especies tradicionales (pino o eucalipto) (86% de las preferencias), en comparación a la forestación con especies no tradicionales (41%).
- La forestación en plantación pura es la más utilizada por los encuestados, independientemente de la categoría de especies empleada. No obstante lo anterior, la plantación pura es preferida para forestar con especies tradicionales (81% de las preferencias) que para forestar con especies no tradicionales (67% de las preferencias). La plantación mixta es más utilizada por los encuestados que forestan con especies no tradicionales (60% de las preferencias) que por los que forestan con especies tradicionales (32% de las preferencias). Los tipos de asociaciones restantes (agroforestal, silvopastoral, otras) son menos utilizados, a pesar de lo cual son más preferidas para forestar con especies no tradicionales que con especies tradicionales.
- Los principales productos que esperan obtener los encuestados que forestan con especies no tradicionales son madera aserrada con nudos (60% de las preferencias) y madera libre de nudos (47% de las preferencias). Los encuestados que forestan con especies tradicionales también esperan obtener como

productos principales madera libre de nudos (52% de las preferencias) y madera aserrada con nudos (46% de las preferencias), pero a diferencia de los anteriores, un alto porcentaje desea obtener madera para producir pulpa (46% de las preferencias). El resto de los productos son preferidos de igual forma por los encuestados que forestan con cualquiera de los dos tipos de especies. Destaca el desconocimiento respecto al atractivo que representa el mercado para las chapas decorativas (foliadas).

- Los encuestados que forestan tanto con especies tradicionales como con especies no tradicionales, prefieren como principal destino de sus productos el mercado nacional. Sin embargo, este mercado será abastecido principalmente por productos provenientes de especies tradicionales (48% de las preferencias, en comparación al 39% de los encuestados que lo abastecerá con especies no tradicionales). El mercado internacional se pretende abastecer de igual forma tanto por especies tradicionales como no tradicionales (26 y 27% de las preferencias respectivamente).
- En la forestación con especies no tradicionales las densidades de plantación utilizadas son más bajas que las utilizadas en plantaciones con especies tradicionales. Un 40% de los encuestados que forestan con especies no tradicionales utiliza una densidad menor a los 1.000 árboles/ha, mientras que el 48% de los encuestados que foresta con especies tradicionales utiliza densidades de plantación entre 1.500 y 2.000 árboles/ha.
- Los fertilizantes son comúnmente utilizados por los encuestados en la forestación con especies tradicionales y no tradicionales; sin embargo, su uso es mayor cuando se foresta con especies tradicionales (64% de las preferencias) que con especies no tradicionales (53% de preferencias), lo que nuevamente indica un desconocimiento sobre su manejo.
- El riego no es muy aplicado por los encuestados que forestan con ambas especies, identificándose como principal motivo de ello la dificultad de acceso al subsidio para este fin.
- La fuente de financiamiento utilizada por los encuestados para forestar con especies tradicionales y no tradicionales proviene principalmente de fondos privados. El medio de financiamiento estatal utilizado en mayor medida es el DL 701, el que es más utilizado en la forestación con especies tradicionales (42%) que con especies no tradicionales (20%).
- La forestación con especies no tradicionales es una práctica más reciente que la forestación con especies tradicionales, ya que más de la mitad de los encuestados que foresta con especies no tradicionales lo hace principalmente a partir de 1996, mientras que la forestación con especies tradicionales es una práctica que ha sido utilizada por los encuestados principalmente a partir de 1991.
- Más del 70% de los encuestados que foresta con especies tradicionales y especies no tradicionales lo seguirá haciendo en los próximos años. A pesar de ello, es más alto el porcentaje que no forestará en los próximos años con especies no tradicionales (22% de las preferencias), que el que no forestará con especies tradicionales (17% de las preferencias). El motivo principal por el que los encuestados manifiestan su intención de forestar en los próximos años con cualquiera de las categorías de especies es la inversión que ello representa (77% de los encuestados que forestará con especies tradicionales y 82% de los encuestados que forestará con especies no tradicionales). Los encuestados que forestarán con especies no tradicionales, además de la inversión en la creación de un recurso productivo, lo harán para aumentar los ingresos del predio (58%), para aumentar la belleza escénica (53%), para recuperar suelos y como fuente de trabajo para sí mismos (cada una con un 35%). Los encuestados que forestarán con especies tradicionales además de la inversión, lo harán para aumentar los ingresos del predio (48%), para evitar la erosión del suelo, como fuente de trabajo para otros y para sí mismos (cada una con un 33%).

- Los principales problemas que enfrentan los encuestados para forestar con especies tradicionales son el acceso a financiamiento, los bajos precios de venta de los productos y el desconocimiento sobre qué especie plantar para aumentar los ingresos. Aquellos que forestan con especies no tradicionales, mencionan como sus principales problemas los altos costos de establecimiento, la escasez de profesionales que sepan sobre el cultivo de estas especies, las diferentes técnicas de manejo que requieren, el alto costo de las plantas y la falta de financiamiento para este propósito.

Posteriormente se realizó una encuesta a 50 propietarios privados interesados en la producción de madera de alto valor, con el objetivo de conocer su visión sobre el desarrollo del modelo de plantaciones mixtas en Chile, obteniéndose 29 respuestas (58%).

Para los encuestados la principal limitante al desarrollo de las plantaciones mixtas en Chile es el desconocimiento técnico respecto a las especies factibles de utilizar, a los diseños de plantación, y al manejo. Le siguen, en orden de importancia, la percepción del negocio por parte del productor, es decir, sus inquietudes acerca de la rentabilidad del negocio y el costo asociado, entre otras.

Las limitantes económicas (costo de plantas y establecimiento), del cultivo (complejidad de los modelos mixtos, baja aplicación (*no es muy común*)), y burocráticas (dificultad de acceso a bonificación e información) son otras limitantes de importancia para la aplicación del modelo de plantaciones mixtas. Las limitantes mencionadas por los encuestados como de menor importancia corresponden a disponibilidad, calidad y precios de plantas de las distintas especies posibles de utilizar.

Respecto al interés de los encuestados por establecer plantaciones mixtas, un 76% señala estar interesado en establecerlas, y un 24% indica lo contrario.

Respecto a las acciones o iniciativas que ayudarían a fomentar el establecimiento de plantaciones mixtas en forma privada, la principal señalada por los encuestados corresponde a la entrega de información acerca de la rentabilidad de las especies, y le siguen la disponibilidad de información acerca de los modelos de cultivo más apropiados de acuerdo a las especies, e información sobre comercialización de los productos (mercado interno y externo). Otras iniciativas mencionadas consideran visitas a experiencias nacionales y la posibilidad de incorporar en los modelos asociativos especies que generen productos que se puedan comercializar durante la rotación, como postes, leña, miel, frutos, otros, o en otras palabras, planificar la producción de productos forestales no madereros o madereros secundarios en forma racional.

## 2. TALLERES CON PERSONAS VINCULADAS A LOS SECTORES PRIVADO, PÚBLICO Y ONG'S

Entre 1999 y 2003 se realizaron varios talleres, principalmente con propietarios privados de diferentes características (empresarios, propietarios grandes, medianos y pequeños, campesinos e indígenas), y también con profesionales del sector y representantes de organismos públicos (CONAF, INIA, etc.) y organizaciones no gubernamentales. Las principales conclusiones de dichos talleres se resumen a continuación:

1. La situación Europea resulta relevante para el desarrollo de este tema en Chile, pues es el epicentro de su desarrollo y el principal mercado demandante. Considerando lo anterior, se identificaron como las principales ventajas de Europa la existencia de subsidios, la cercanía a los mercados locales, la experiencia y familiaridad con el establecimiento de plantaciones mixtas, la experiencia que han acumulado en varias décadas, y la cultura sobre las especies más empleadas en plantaciones orientadas a la producción de madera de alto valor.
2. Paralelamente, entre sus desventajas respecto a Chile, se identificaron los problemas fitosanitarios existentes (presencia de varios taladradores de la madera de importancia y acebolladura en castaño, entre otros) y las menores tasas de crecimiento.
3. Por su parte, Chile presenta varias ventajas que pueden favorecer el desarrollo de la arboricultura, entre las cuales las principales corresponden al rápido crecimiento que presentan la mayoría de las especies de interés; la posibilidad de acceder a mercados demandantes; la coyuntura de la crisis del sector agrícola que demanda en forma importante innovaciones y nuevas opciones productivas; los efectos del monocultivo de pino y eucalipto que se empiezan a sentir, lo que genera interés por nuevas alternativas complementarias; la existencia de menos plagas y enfermedades que en Europa; el tiempo ganado con la experiencia Europea, que gracias a las redes de contacto existentes llega en gran medida a Chile, con el consiguiente ahorro de inversiones en investigación y desarrollo; el hecho que no se trate de mercados de grandes volúmenes, por lo que pueden destinarse superficies moderadas que generen un desarrollo productivo atractivo.
4. Paralelamente, entre las desventajas del país respecto a la situación de la Unión Europea se encuentran la falta de subsidios para estas especies/suelos; la baja capacidad para prestar asistencia técnica (formación y capacitación); la limitada disponibilidad de plantas de ciertas especies demandadas; la inversión inicial requerida; y la cultura monoculturista predominante en el sector forestal.
5. Entre los temas claves para el desarrollo en Chile de esta técnica se han mencionado la poda, el manejo, y el conocimiento y control de plagas y enfermedades
6. Otras conclusiones que se reiteran en los talleres corresponden a:
  - Necesidad de instrumentos específicos para el fomento de la producción de maderas orientadas a nichos exclusivos;
  - Necesidad de una estrategia de difusión integral, con componentes divulgativos y técnicos;
  - Necesidad de continuar las investigaciones en curso e iniciar nuevas;
  - Necesidad de desarrollar mecanismos de financiamiento de investigación de largo plazo, que permitan un mejor aprovechamiento de las inversiones de I&D realizadas a la fecha;

- Necesidad de conformar un grupo de trabajo permanente que incluya instituciones públicas, al sector privado y a organizaciones no gubernamentales (ONG) (por la importancia que los aspectos medioambientales están asumiendo), para:
    - Desarrollar una estrategia para lograr la instauración de subsidios en forma coordinada;
    - Proponer políticas públicas que consideren el interés de las distintas partes involucradas;
    - Proponer la instauración de fondos de financiamiento para investigación forestal de largo plazo.
7. La situación por la que atraviesa el sector silvoagropecuario debería ayudar en este proceso. Algunos de las principales características mencionadas por los participantes hacen referencia a:
- El sector agrícola atraviesa una crisis derivada en parte por la suscripción de varios tratados internacionales (Mercosur, Unión Europea, Estados Unidos, Corea);
  - El sector forestal atraviesa una situación fitopatológica preocupante (polilla del brote, Fusarium, Tremex);
  - El sector forestal ha atravesado varias crisis económicas debido a la caída de los precios internacionales de productos forestales.

### **3. ANÁLISIS DE FAENAS Y COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ARBORICULTURA ORIENTADAS A LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR E INDICACIONES RESPECTO A RENTABILIDAD**

Antes de establecer especies de alto valor se deben haber definido claramente los objetivos, qué especies cultivar, y en que mercado de productos se va a intervenir. Estos objetivos permiten definir correctamente cada acción a ejecutar, así como analizar las mejores alternativas técnicas que permitan lograr exitosamente el resultado esperado.

Uno de los aspectos principales es el estudio del sitio donde se establecerá la plantación. Un conocimiento adecuado de éste permite seleccionar adecuadamente las especies y las mejores técnicas para la preparación del suelo, para la plantación y los cuidados culturales posteriores.

Cuando se trata de un cultivo mixto, uno de los aspectos que requiere un profundo análisis es la determinación del diseño o esquema de plantación. Es necesario determinar la(s) especie(s) principal(es), que llegará(n) al final de la rotación, y seleccionar las mejores especies arbóreas y arbustivas acompañantes, en cuanto a forma de crecimiento y desarrollo, requerimientos ecológicos y su aporte al mejor crecimiento y desarrollo de la(s) especie(s) principal(es).

El costo, relativamente alto en comparación a otros cultivos forestales, es poco relevante en función de la rentabilidad posible de obtener. Sin embargo, este alto costo inicial correspondiente al establecimiento y manejo de los primeros años puede disminuir considerablemente si se toman acciones precisas, como por ejemplo una buena selección del sitio, aplicación de las mejores técnicas y capacitación adecuada de los involucrados en el establecimiento. A modo de ejemplo, una faena que puede eliminarse con capacitación es el destape de cuellos, ya que realizar una plantación en forma adecuada permite la eliminación de esta faena.

Un estudio realizado por Loewe y Villarroel (2003) (Anexo 2) presenta un análisis comparativo de los costos de establecimiento de plantaciones orientadas a la producción de madera de alto valor en Italia y Chile (Cuadro 12).

CUADRO 12. COSTOS COMPARATIVOS REALES DE FAENAS DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO EN PLANTACIONES MIXTAS PARA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR

Tipo de Faena	Costo por faenas (\$/ha)			
	Italia		Chile	
	\$/ha	US\$/ha	\$/ha	US\$/ha
Rastraje superficial (tractor agrícola)	44.400	60,0		
Limpia de terreno (manual y/o tractor)			60.000	81,1
Control de malezas químico (opcional)	88.800	120,0		
Subsolado	148.000	200,0	40.000	54,1
Instalación Mulch	44.400	60,0		
Marcación plantas	148.000	200,0	20.000	27,0
Plantación (se incluye valor de las plantas)	1.361.600	1.840,0	371.750	502,4
Protección plantas	355.200	480,0		
Fertilización			119.000	160,8
Control de malezas	74.000	100,0	42.750	57,8
Riego			20.000	27,0
Destape de cuellos (10 cm)			38.000	51,3
<b>TOTAL</b>	<b>2.264.400</b>	<b>3.060,0</b>	<b>711,500</b>	<b>961,5</b>

Fuente: Loewe y Villarroel (2003).

Se presentan los costos para las mismas especies y diseño en ambas realidades. Para Chile se considera un valor de \$9.500 la jornada (valor contratista), y respecto a las plantas, un valor de \$ 600 promedio para nogal y cerezo como especies principales (400 plts/ha) y \$100 por planta acompañante (700 plts/ha).

La arboricultura es una alternativa de negocios real y atractiva para cualquier empresa, natural o jurídica, con elevada capacidad de gestión, pero corresponde a un área de desarrollo que requiere, al menos durante los primeros años, de intervenciones permanentes para asegurar el éxito del cultivo.

La gran diferencia existente entre los costos en Italia y Chile, que corresponde a un 318%, se debe principalmente al alto costo de la mano de obra en Europa, para todos los niveles de capacitación, y explica una de las importantes ventajas competitivas de Chile en el rubro de las maderas valiosas, pues su incidencia en las evaluaciones económicas resulta significativa.

Respecto a los costos de manejo, en Chile se han detectado diferencias de entre 300 y 600% superiores en el caso de plantaciones puras de arboricultura respecto a la misma especie principal (nogal) en plantación mixta, con sólo una especie secundaria. A esto debe agregarse el hecho que mediante una asociación, la calidad de los productos finales se ve incrementada en forma significativa, aspectos ambos que influyen en forma importante en la rentabilidad de la inversión.

Con respecto a la rentabilidad esperada, esta varía considerablemente según las especies seleccionadas, el sitio, el tipo de plantación (pura o mixta) y el tipo de manejo aplicado. En términos generales, múltiples evaluaciones económicas realizadas para diferentes situaciones dentro del país muestran indicadores económicos que fluctúan entre 13 a 20% de TIR con un VAN entre \$ 150.000 y 5.200.000 a una tasa de interés del 12%. La inversión planificada puede entonces ser más o menos atractiva en función de la calidad del proceso productivo en su conjunto, que incluye desde la selección de la(s) especie(s), el diseño de la plantación, el establecimiento y el manejo posterior, lo que es una característica inherente a los productos de calidad.

## 4. VISITA EXPERTO ITALIANO DR. ENRICO BURESTI

Debido al interés común que tienen Chile e Italia en las plantaciones de latifoliadas valiosas, el Instituto Forestal (INFOR) se contactó con el Istituto per la Selvicoltura di Arezzo (ISA), por la rica experiencia de esta institución italiana. El ISA ha desarrollado en las últimas décadas investigaciones de gran interés acerca de nuevos modelos productivos, incluyendo nogal, cerezo, castaño y otras especies de alto valor, y cuenta con expertos de primer nivel.

Considerando lo anterior, se propuso al programa de consultores calificados de FIA la venida a Chile del Dr. Enrico Buresti, experto en latifoliadas nobles, con el objeto de capturar herramientas y conocimientos derivados de largos años de experiencia interesantes para el desarrollo de la diversificación y de plantaciones mixtas.

Los objetivos de la visita fueron obtener asesoría técnica en el cultivo y manejo de especies forestales de alto valor, basada en el análisis y conocimiento de la realidad chilena, y específicamente evaluar de manera preliminar la experiencia chilena en el tema de la arboricultura y plantaciones mixtas; realizar propuestas de manejo para estas experiencias (en particular respecto a poda de latifoliadas y formas de cultivo); identificar temas y prioridades de I&D para Chile en el tema arboricultura y plantaciones mixtas; obtener una evaluación externa de experiencias realizadas por los proyectos de Diversificación de INFOR; definir líneas de investigación a considerar en futuros proyectos de I&D; y realizar documentos divulgativos, capacitación y difusión.

El Dr. Buresti, que visitara nuestro país en el año 2000, tiene 25 años de experiencia en los temas de plantaciones mixtas y poda para la producción de madera de alto valor, y ha establecido más de 1.000 hectáreas de ensayos, lo que lo convierte en un experto de gran importancia para el desarrollo de ambos rubros en Chile. En el anexo 3 se presenta el informe presentado por este consultor, que contiene observaciones agudas de gran utilidad para el desarrollo de la arboricultura en Chile. En particular resaltan los siguientes:

1. Existen interesantes situaciones en que se han asociado (dentro de plantaciones mixtas) especies latifoliadas de alto valor, tanto con otras latifoliadas como con coníferas, con resultados muy positivos respecto a la situación pura. Destacan entre las situaciones visitadas por el consultor las siguientes:
  - La especie blackwood o aramo australiano (*Acacia melanoxylon*) asociada a otras especies que le proporcionan sombra en su etapa inicial presenta notables desarrollo, forma y vigor;
  - Plantación de *Eucalyptus globulus* asociado a otras especies, que a los 42 años presenta dimensiones interesantes, con individuos de 60 cm de diámetro que se comercializan en Chile para hacer chapas foliadas y debobinadas, a valores de US\$200/m<sup>3</sup>, lo que permite ver la posibilidad de manejar la especie aplicando una silvicultura de calidad y no sólo de cantidad, como se realiza actualmente en el país en las plantaciones industriales;
  - Plantación mixta de castaño con ciprés, donde en una parte dominaba una especie, mientras que en la otra había predominio de la otra, lo que refleja una de las ventajas de las plantaciones mixtas, que permiten una gran flexibilidad, posibilitando que las especies se desarrollen en mayor o menor grado siguiendo las micro variaciones que presentan los sitios en situaciones normales;
  - Serie de plantaciones mixtas en hileras plantadas con disposición rectangular, en las cuales todas las especies empleadas (castaño, encino europeo, raulí, pino oregón, aramo australiano, entre otras) correspondían a especies principales, y donde se aplicaban técnicas silviculturales y raleos oportunos.

Una evolución interesante a dicha situación sería establecer combinaciones de una(s) fila(s) de especie(s) principal(es) con una(s) fila(s) de especies secundarias.

- Existen especies nativas que resultan de interés para plantaciones mixtas; entre ellas destacan laurel, maqui y avellano.
2. El mundo europeo en muchos aspectos socio económicos y culturales es muy lejano de la situación chilena.
  3. La influencia que ha tenido la escuela de Prosilva en algunos sectores del sur representa un punto de partida importante para el desarrollo del modelo de plantaciones mixtas en Chile, debido a su experiencia, concepto más global y objetivos productivos planteados. La experiencia y conocimiento derivados de observaciones realizadas durante años a árboles creciendo en forma natural y a su reacción ante diferentes intervenciones representa un aporte valioso para el desarrollo de la temática.
  4. En general el mundo forestal del país es bastante cerrado y no muy disponible a discutir alternativas de producción diferentes a las tradicionales. No obstante lo anterior, existen personas interesadas en desarrollar un nuevo modo de cultivar los árboles; por una parte con una silvicultura más naturalista, y por la otra con una cultura del árbol inserto dentro de unidades productivas agrícolas. Ello es un indicador de un momento propicio para el desarrollo de la arboricultura a nivel nacional.
  5. Resulta recomendable que en el futuro continúen desarrollándose investigaciones en plantaciones mixtas para verificar el efecto sobre las especies principales por parte de especies secundarias, tanto exóticas como autóctonas. Uno de los desafíos más importantes en este sentido es encontrar y probar especies secundarias, tanto arbóreas como arbustivas. Dentro de éstas últimas, en Chile parece haber una enorme cantidad, a diferencia de otras partes del mundo, especialmente de Europa.

## 5. ANÁLISIS DE BENEFICIOS EXISTENTES

Chile posee una importante experiencia en el desarrollo de instrumentos de apoyo al sector forestal, que se han venido aplicando desde hace unos 50 años. La política y su instrumentalización ha evolucionado en función de los diversos modelos de desarrollo, desde aquellas en que el Estado fue un inversionista y empresario directo (enfoque utilizado hasta mediados de la década del '70) hasta que asume un rol subsidiario<sup>51</sup>.

Hasta mediados de los '70, el Estado se vinculó directamente a la forestación y adicionalmente apoyó al sector privado con créditos con tasas de interés preferencial y de largo plazo, adicionando a la devolución del crédito una indexación con el valor de la cosecha.

Paralelamente la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) realizó actividades empresariales, invirtiendo en proyectos industriales de celulosa (Celco y Arauco), tableros y otros.

A partir de entonces y hasta la fecha, el Estado se retiró de los roles productivos y asumió un rol subsidiario a la forestación, promulgando el Decreto Ley 701, cuyo objetivo fue crear una masa crítica de abasteciendo industrial, cuyos resultados positivos son ampliamente conocidos.

En 1998 cambia el énfasis y se persigue como objetivo principal incorporar a la producción a los medianos y pequeños propietarios, modificándose para esto el instrumento de fomento.

Actualmente en Chile se cuenta con una amplia gama de instrumentos<sup>52</sup>, que alcanzan más de 65, los que genéricamente se clasifican de la siguiente manera:

- Instrumentos de apoyo a la forestación y manejo (8)
- Mecanismos de fomento y financiamiento a la recuperación de suelos degradados y al riego (7)
- Fomento al mejoramiento de la gestión a la innovación tecnológica (15)
- Fomento y financiamiento a la capacitación (6)
- Servicios financieros y de inversión (13)
- Mecanismos de apoyo (17)
- Fondos empresarizables
- Fondos Regionales.

Las entidades responsables según el tipo de instrumento corresponden a:

- a) Corporación Nacional Forestal (CONAF): administra y apoya la Bonificación Forestal (Ley 19.561), junto a programas especiales para pequeños propietarios con tierras de vocación forestal.

---

<sup>51</sup> Cerda, I. 2002. Análisis de Propuesta de Mejoramiento de Instrumentos para el cultivo del Castaño. Documento Interno. 22 p.

<sup>52</sup> INFOR. 2002. Instrumentos de Fomento Capacitación, Financiamiento y de Apoyo a la Gestión Productiva Orientado a al Pequeña y mediana Propiedad. Manual N° 36.

- b) Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP): administra los programas de Asesorías Técnicas, Centros de Gestión Empresarial, Turismo Rural, Servicios de Capacitación, Capacitación para la Mujer Rural, Financiamiento de Corto Plazo, Financiamiento de Largo Plazo, Créditos de Enlace para Forestación, Concurso Nacional de Proyectos, Servicios Financieros en Alianza con otras instituciones, Servicio de Apoyo a Organizaciones, Servicio Rural Joven, Servicio de Información de Mercados, Programa de Recuperación de Suelos Degradados, Programa de Desarrollo y Fomento de la Ganadería, Construcción de Obras de Riego (Ley de Riego), Pequeñas Obras de Riego (Bono de Riego Campesino), Obras de Riego Asociativas, Proyecto de Desarrollo de Comunas Pobres del Secano (PRODECOP-SECANO), Proyecto de Desarrollo Rural para Comunidades Campesinas y Pequeños Productores de la IV Región (PRODECOP IV REGION).
- c) Fundación para la Innovación Agraria (FIA): impulsa, coordina y entrega financiamiento para el desarrollo de iniciativas, programas y proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos, de transformación industrial o de comercialización en las áreas agrícola, pecuaria, forestal y dulceacuícola.
- d) Servicio Agrícola y Ganadero (SAG): apoya proyectos de Recuperación de Suelos Degradados.
- e) Fondo de Solidaridad Social (FOSIS): apoya el desarrollo productivo rural de pequeños propietarios, campesinos y microempresa, y el Programa de Intermediación Financiera (IFIS).
- f) Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC): cuenta con programas de apoyo a la asociatividad y de preinversión.
- g) Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE): otorga subsidios directos para la capacitación de la micro y pequeña empresa.

Como se puede observar, se cuenta con una batería de instrumentos aplicables a los desarrollos empresariales individuales, pero que en general no apuntan a apoyar procesos de integración horizontal o vertical.

Ultimamente se han incorporado otros instrumentos que privilegian la asociatividad, aunque en temas parciales y de corto plazo; algunos son de aplicación exclusiva al fomento y financiamiento de la actividad forestal y, otros son de aplicación general a los pequeños y medianos propietarios de terrenos agrícolas, pecuarios y forestales.

Respecto a las debilidades de los instrumentos disponibles para la PYME (Pequeña y mediana empresa), éstos, por su temporalidad (corto plazo), presentan problemas para el desarrollo de proyectos de mediano plazo y apuntan sólo a ciertas componentes del sistema productivo, con énfasis en la gestión.

La experiencia de los instrumentos asociativos o de integración (vertical u horizontal) es reciente (alrededor de cinco años); los principales obstáculos tendrían relación con la competitividad de la Pyme y los agentes productivos en todos los eslabones de la cadena de valor.

La posibilidad de desarrollar negocios en mercados hipercompetitivos tiene que ver con el poder de negociación y los ahorros de costos, que se pueden generar por medio de figuras asociativas o de integración. El diseño de la mayor parte de los instrumentos disponibles no ha reconocido ese elemento, al no considerar la existencia de economías de escala al trabajar unidos.

La integración, vertical y/u horizontal, puede ser un elemento central para alcanzar economías de costo y ámbito, incluidas las de ejercer un mayor poder de negociación, y aumentar el conocimiento para competir en una industria altamente sofisticada, como la de los productos de calidad.

Otro obstáculo frecuentemente mencionado en diferentes instancias de evaluación de los instrumentos disponibles, indica que las instituciones que los administran han dificultado su administración y como se manejan en varios frentes resulta difícil elegir dentro de la gama disponible.

La creación de ventanillas únicas que faciliten la aplicación de los instrumentos que aporten al desarrollo de especies de alto valor, sería positiva para mejorar el acceso y coordinar las diferentes organizaciones involucradas.

El instrumento más exitoso desde el punto del desarrollo empresarial corresponde a los proyectos asociativos de fomento (PROFO, CORFO), que apuntan a mejorar la competitividad de un grupo de empresas que estén dispuestas a la materialización de un proyecto común, para resolver problemas de gestión y comercialización que, por su naturaleza o magnitud, pueden abordarse mejor en forma conjunta.

Resulta entonces un complemento necesario el diseñar instrumentos que fomenten procesos de integración vertical y/o horizontal, que aporten economías de escala con mayor productividad de los procesos y también un mayor poder de negociación.

## 6. CONCLUSIONES

El análisis de la abundante información presentada en este documento permite concluir lo siguiente respecto de las perspectivas de desarrollo de la arboricultura en Chile:

- I. La situación del rubro de la arboricultura de calidad en Europa sigue siendo prioritaria, y los avances en la I&D han convertido a Europa en uno de los actores más importantes a escala mundial, destacando el papel de Italia y de Francia. Tanto la arboricultura para producir maderas valiosas como las plantaciones mixtas son tecnologías incorporadas tanto a nivel sociocultural (son conocidas y aplicadas por gran parte de la sociedad agrícola), reglamentario (existen subsidios cuantiosos para ambas), de I&D (importantes recursos se están destinando a investigar diferentes temáticas de ambos rubros), y de mercado (una mayor coordinación se está produciendo entre productores, especialistas e industriales, a fin de promover mayores beneficios para cada uno de los actores involucrados).  
 Varios países pertenecientes a la Unión Europea, y otros del Este, están involucrados en actividades relacionadas con la arboricultura para producir madera de calidad. Esto, tanto a nivel de la I&D como de aplicaciones a nivel operativo, lo que se debe principalmente a la existencia de cuantiosos subsidios determinados a través del reglamento comunitario vigente N° 1257/99.  
 A nivel europeo existen redes de contactos relacionadas a especies de alto valor, con las que se aplica preferentemente la arboricultura. Algunas de estas corresponden a nogal común, cerezo común y castaño, entre otras.
- II. La realización de plantaciones para producir madera de calidad no es una actividad simple ni difundida en todo el mundo, pero aún así existen regiones –principalmente en el cono sur de América del Sur –, que muestran un desarrollo interesante en el tema, ligado a la realidad europea. Existen varios países de América del Sur que han establecido subsidios aplicables o dirigidos especialmente al cultivo de especies madereras de alto valor, entre ellas nogal.
- III. Chile tiene perspectivas interesantes para implementar la técnica de la arboricultura de calidad, tanto a nivel de I&D como operativo, debido a los siguientes factores:
  - Características edafoclimáticas favorables
  - Menor costo de mano de obra
  - Seriedad y calidad con que el sector privado enfrenta los desafíos productivos
  - Ganancia de tiempo derivada de los resultados de las investigaciones realizadas en Europa, cuyos resultados son públicos y permiten partir con cierta ventaja en algunos temas específicos
  - Crisis sostenida del sector agrícola, el que requiere urgentemente de nuevas alternativas productivas. No obstante lo anterior, es importante tener presente que la realización de plantaciones exitosas para producir madera de calidad no es fácil.
- IV. También existen grandes desafíos en esta área, entre los que se encuentran la realización de programas de I&D que permitan, en forma apropiada e integral, desarrollar estos temas y divulgar los resultados obtenidos; la capacitación de profesionales y técnicos en estas áreas técnicas recientemente conocidas en Chile; y una mayor coordinación entre los organismos estatales encargados de los subsidios relacionados, así como la simplificación de las normativas relacionadas al tema.

- V. Hace más de diez años se iniciaron los primeros proyectos de investigación relacionados a la arboricultura para producir madera de alto valor en el país. Dentro de los resultados obtenidos se encuentra una adaptación de las tecnologías europeas a la realidad local, y el inicio del desarrollo de otras técnicas aptas para la realidad nacional, con lo que se está en condiciones de realizar plantaciones a nivel productivo con algunas de las especies más estudiadas y promisorias. Entre ellas se pueden mencionar nogal común, cerezo común, fresno y castaño.
- VI. Una silvicultura sostenible y rentable que permite aumentar la biodiversidad y estabilidad de los sistemas puede basarse en la utilización de asociaciones de especies forestales o plantaciones mixtas, orientadas a la obtención de madera de alto valor y a una optimización en el aprovechamiento del suelo. Este modelo constituye una alternativa de gran valor para la realidad nacional, donde se encuentran ya establecidas más de 6.000 hectáreas, con edades que fluctúan entre 0 y 40 años, en predios de privados y empresas innovadoras.
- VII. La poda es uno de los tratamientos de mayor importancia, ya que define la calidad de la madera. En Chile las técnicas se han adaptado a las condiciones de vigor y de velocidad de crecimiento que generalmente se presentan, pero pocos profesionales se encuentran capacitados para realizarla en forma adecuada, debido a la no incorporación de estas temáticas en las carreras técnico-universitarias, y por ser un tema nuevo en el país.
- VIII. En Chile se ha detectado gran interés por parte del sector privado, especialmente de agricultores que no encuentran alternativas o soluciones para su crítica situación. Algunos de ellos han realizado plantaciones a iniciativa propia, en terrenos que alcanzan un valor de US\$ 8.000/ha y con técnicas intensivas (riego tecnificado, fertirrigación), y otros las están programando.

El elevado ingreso que se obtiene al final de la rotación puede hacer conveniente el cultivo del nogal y otras especies aún en superficies reducidas, y por ende en el caso de un sistema fraccionado de propiedad de la tierra, o de comercialización de lotes de árboles.

Más allá del ámbito forestal, existe la oportunidad de incorporar al árbol en forma significativa en las áreas de colinas o lomajes y de valles o tierras agrícolas, para constituir válidos sistemas agroambientales (que no se contraponen a la agricultura tradicional, sino que más bien se benefician de ella) que pueden constituirse además en inversiones atractivas como unidad de comercialización internacional.

- IX. Uno de los sectores relacionados con la arboricultura de calidad que más ha avanzado corresponde a los viveros, varios de los cuales han demostrado un notable interés por este rubro, realizando inversiones en capacitación, captura tecnológica y acciones productivas, por lo que actualmente existe material disponible de relación precio/calidad adecuada; A lo anterior sería esperable que se sume la adaptación o desarrollo de clones especializados en producción de madera de calidad, algunos de los cuales están disponibles en el mercado europeo.
- X. Entre los principales procesos requeridos para la adaptación exitosa de la arboricultura a la realidad nacional se encuentran los siguientes:
- Desarrollo de nuevas investigaciones que apunten a adaptar tecnologías específicas anexas (mulching, shelters o tubos de protección individual, otras);
  - Continuación de las mediciones de los ensayos instalados, a partir de los cuales se podrá inferir información de gran valor para el desarrollo de la actividad en Chile en los próximos años;

- Desarrollo de nuevos programas de I&D que apunten a identificar nuevas alternativas productivas, y a profundizar las ya identificadas;
- Desarrollo de una forma de trabajo mancomunada entre productores, investigadores, tecnólogos e industriales, a fin de poder producir la madera de mayor valor requerida por el mercado, y de dar salida a todos los productos derivados del manejo, incluyendo aquellos de bajo valor;
- Formación de profesionales y técnicos mediante la traída de expertos, cursos, pasantías y giras técnicas, principalmente orientadas a Europa;
- Capacitación de profesionales, tanto de ingenieros como técnicos forestales y agrónomos, que puedan aplicar adecuadamente, a escala operacional, los avances logrados;
- Realización de giras tecnológicas que incluyan investigadores, productores y elaboradores de la madera, que pueden incluir visitas a ferias, congresos u otras actividades que signifiquen la posibilidad de establecer contactos, convenios e información de mercado.

XI. Entre los apoyos técnicos y financieros de mayor importancia necesarios para hacer posible la incorporación efectiva de la arboricultura en Chile se encuentran:

- Destinación de recursos significativos al desarrollo de programas de I&D de corto, mediano y largo plazo.
- Ampliación del reglamento asociado al DL 701 vigente, en su apartado referente a diversificación, en el sentido que deben incluirse todas las especies que pueden producir maderas nobles y finas, tanto exóticas como nativas, y mantener dicho subsidio para todo tipo de propietario y terreno

XII. Los vacíos tecnológicos que quedan por abordar son muchos. Si se hace una analogía con el cultivo del pino radiata, se está en los años sesenta, es decir en los inicios, por lo que muchos estudios y prácticas se deberán desarrollar con el objetivo de lograr un desarrollo de alto nivel. Sin embargo, lo anterior no significa que con los antecedentes con que se cuenta actualmente no se pueda iniciar una actividad innovadora a nivel operativo; ésto es factible con los antecedentes con que se cuenta, pero no será posible comparar los resultados con aquellos de actividades industriales consolidadas durante más de 40 años. Entre los principales vacíos por abordar se encuentran:

- Desarrollo de trabajo colaborativo entre todos los miembros de la cadena de valor, siguiendo el ejemplo del modelo ad hoc desarrollado en Europa;
- Tecnología de la madera y su relación con las técnicas de cultivo;
- Refinación de las técnicas de cultivo inherentes a la arboricultura, en el contexto de la realidad nacional;
- Producción estandarizada y certificada de plantas de calidad
- Incorporación de nuevas tecnologías vigentes en Europa, destinadas a la plantación, poda y otras relacionadas;
- Métodos de fertilización según especie y sitio, compatible con la mantención de un crecimiento regular y constante durante la rotación;
- Desarrollo y aplicación de plantaciones mixtas en Chile.

- XIII. Existen varias especies que pueden ser consideradas competitivas si se aplica un proceso productivo apropiado, ya que se tienen antecedentes importantes sobre el comportamiento global del mercado y sus respectivos nichos, así como sobre su biología en diversas situaciones de sitio (combinaciones de suelo y clima) y, en consecuencia, resulta posible prever el comportamiento de la especie frente a determinadas intervenciones silvícolas o de arboricultura. Entre estas se pueden mencionar el nogal común, el cerezo común, el castaño y el fresno.
- XIV. A la fecha se han identificado zonas potenciales para el establecimiento de más de 17 especies de alto valor desde la IV hasta la X Regiones, las que pueden ser seleccionadas en función de las preferencias del propietario, del modelo productivo seleccionado (puro o mixto), de su capacidad de gestión operacional, de su cultura, del capital de que se dispone y de la zona específica en que se encuentra la propiedad (debido a posibles mercados locales para productos derivados de especies secundarias).
- XV. El cultivo de especies de madera valiosa en Chile a la fecha es incipiente y de acuerdo a las investigaciones realizadas por INFOR y otras instituciones corresponde a especies que podrían contribuir al desarrollo de medianos y pequeños propietarios y empresas que poseen tierras aptas, diversificando sus negocios. La arboricultura para producir maderas valiosas ofrece perspectivas muy interesantes para agricultores que están interesados en aplicarla en sus predios. Sin embargo, al tratarse de una decisión que involucra el mediano y largo plazo, es indispensable que sea el fruto de un análisis y programación exhaustiva que considere el ambiente socio económico, las características del propietario o empresa (entre ellas, de vital importancia es la capacidad de gestión), y las características del sitio.
- XVI. Los productores agrícolas y silvícolas que disponen de suelo podrían realizar una silvicultura más intensiva, o agroforestería (silvo-agrícola, silvo-pastoreo), o aplicar técnicas de manejo diferentes a las empleadas en las plantaciones de gran escala, como la arboricultura, de mayor rentabilidad, utilizando especies de mayor valor comercial. Entre las ventajas de este tipo de opción productiva destacan: una mayor rentabilidad esperada de la inversión; la escala flexible de negocio; una diversificación del sector forestal incorporando otros actores económico-sociales; una disminución del riesgo de plagas y enfermedades; la factibilidad de generación de una nueva industria transformadora; la posibilidad de acceder a nuevos nichos de mercado, principalmente externos; y la disminución del riesgo económico asociado al monocultivo.
- Entre las desventajas destacan: en ciertos casos, un mayor período de maduración que el de las especies usadas tradicionalmente en el país; costos de establecimiento superiores a los de pino y eucalipto; la necesidad de aplicar técnicas diferentes a las empleadas tradicionalmente; y mercados locales no consolidados, por la baja oferta o por el desconocimiento de este tipo de productos y mercados.
- XVII. Chile cuenta con varios de los lineamientos estratégicos que en distintos periodos y con diferentes modelos políticos, socioeconómicos y ambientales han permitido generar una industria forestal de alto valor añadido en varios países: reglas macroeconómicas estables; un mercado transparente que ofrece oportunidades de negocio rentables al dueño del bosque al vender la madera que produce; un Gobierno que impulsa la comercialización de productos y es exigente respecto a la calidad y certificación de los productos; condiciones forestales favorables para el manejo del bosque y el establecimiento de nuevas plantaciones; existencia de una buena red de servicios, industria de apoyo e infraestructura (rodoviaria y portuaria); legislación y normativas claras y conocidas, mercado de la tierra transparente y respeto por el derecho de propiedad, acceso a información básica relevante (mapas, fotos aéreas, inventarios), información de costos y precios de venta.

Un impulso a la arboricultura para maderas valiosas en Chile tendría una notable relevancia socioeconómica y ecológica, considerando sus importantes impactos colectivos.

Entre las áreas que pueden reforzarse se encuentra el diseño de políticas públicas que fomenten la integración y cooperación entre empresas de distintos tamaños y estratos; y una mayor inversión en el Sistema de Ciencia y Tecnología, elevando los niveles de formación profesional y técnica. Esto porque mientras más cerca de la producción primaria se está (bienes industriales), como es el caso de la producción de trozas, que constituirá el primer producto comercializable de esta actividad, se requiere de estrategias de liderazgo en costo, a la vez que los propietarios de plantaciones requieren ganar poder de negociación, lo que se potencia a través del fomento a la integración horizontal.

- XVIII. En una primera fase, para aumentar los volúmenes ofertados mejorando la capacidad de negociación, serían deseables estrategias de integración horizontal entre productores medianos para generar una masa crítica de plantaciones que permita obtener economías de escala. Una vez consolidada esta fase, se debe desarrollar una cadena productiva especializada (conocida como cluster industrial).
- XIX. La demanda por madera de calidad es constante, y la oferta escasa. Sumado a lo anterior resulta interesante saber el con maderas de calidad la cantidad mínima transable es baja, del orden de 25 m<sup>3</sup> (un contenedor), lo que facilita enormemente la comercialización de los productos.
- XX. De acuerdo a las tendencias de sustitución de maderas tropicales y de otras maderas de calidad se desprende que, si bien la sustitución seguirá operando en ciertos niveles, no impactará en forma significativa la demanda de maderas de especies nobles, para las cuales existe una población con poder adquisitivo que privilegia productos naturales, exclusivos, y producidos en forma amistosa con el ambiente.
- XXI. Finalmente, para varias de las preguntas enunciadas en el comienzo de este documento, se puede anticipar al menos parte de las respuestas para el caso de Chile:
- La duración de la rotación no se puede asegurar con anticipación sin saber qué tipo de productos demandará el mercado en las próximas décadas (lo que depende del desarrollo tecnológico), pero para Chile se estiman rotaciones de entre 15 y 45 años dependiendo de la especie, el tipo de manejo (plantación pura o mixta), el sitio y el manejo, dentro del cual el riego en el periodo de crecimiento es importante, considerando un diámetro menor objetivo de 40 cm;
  - La reacción que tendrán los árboles cultivados a los cuidados culturales programados según la técnica de la arboricultura de calidad se espera sea equivalente o mejor a los resultados obtenidos en Europa, de acuerdo a los resultados preliminares obtenidos a la fecha después de 13 años de investigación;
  - En general en el caso de las plantaciones mixtas se obtendrán las dimensiones comercializables para las diferentes especies empleadas en forma anticipada respecto a la plantación pura de la misma especie, especialmente si se emplea alguna especie secundaria fijadora de nitrógeno;
  - Plantaciones gestionadas en forma intensiva durante toda la rotación alcanzarán dimensiones comerciales antes que aquellas gestionadas en forma extensiva, o interrumpida;

## **ESPECIES CONSIDERADAS EN EL DOCUMENTO**

Abedul	<i>Betula pendula</i>
Abedul del papel	<i>Betula papyrifera</i>
Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>
Acacio	<i>Robinia pseudoacacia</i>
Alamo	<i>Populus spp., Populus euroamericana</i>
Alamo blanco	<i>Populus alba</i>
Alamo cipresino	<i>Populus spp.</i>
Alamo negro	<i>Populus nigra</i>
Aliso	<i>Alnus spp., Alnus crispa</i>
Aliso italiano	<i>Alnus cordata</i>
Aliso criollo	<i>Alnus jorullensis</i>
Aliso negro	<i>Alnus glutinosa</i>
Aliso rojo	<i>Alnus rubra</i>
Antiaris	<i>Antiaris spp.</i>
Araucaria	<i>Araucaria cunninghamii, A. hunstenii</i>
Arce	<i>Acer spp., Acer platanoides, Acer tataricum</i>
Arce campestre	<i>Acer campestre</i>
Arce de montaña	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Arce de azúcar	<i>Acer saccharum</i>
Avellano europeo	<i>Corylus avellana</i>
Bagolaro	<i>Celtis australis</i>
Carpino blanco	<i>Carpinus betulus</i>
Carpino negro	<i>Ostrya carpinifolia</i>
Castaño	<i>Castanea sativa</i>
Cedro	<i>Cedrela angustifolia</i>
Cedro del Atlántico	<i>Cedrus atlantica</i>
Celtis	<i>Celtis occidentalis</i>
Cerezo	<i>Prunus avium</i>
Cerro	<i>Quercus cerris</i>
Ciavardello	<i>Sorbus torminalis</i>
Cornus	<i>Cornus sanguinea</i>
Dalbergia	<i>Dalbergia sisoo</i>

Encino	<i>Quercus spp., Quercus frainetto, Quercus coccinea</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus spp., Eucalyptus tereticornis</i>
Farnia	<i>Quercus robur</i>
Fresno	<i>Fraxinus spp., Fraxinus pennsylvanica</i>
Fresno americano	<i>Fraxinus americana</i>
Fresno mayor o europeo	<i>Fraxinus excelsior</i>
Fresno oxifilo	<i>Fraxinus oxyphylla</i>
Fresno austral	<i>Fraxinus ornus</i>
Gelso	<i>Morus alba</i>
Grevillea o roble sedoso	<i>Grevillea robusta</i>
Guatambu	<i>Balfourodendron ridelianum</i>
Haya	<i>Fagus sylvatica</i>
Lapacho negro	<i>Tabebuia heptaphyla</i>
Lapacho rosado	<i>Tabebuia impetiginosa</i>
Larix	<i>Larix decidua, Larix kaempferi</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Manzano	<i>Malus communis, Malus sylvestris</i>
Melia	<i>Melia azedarach</i>
Mirabolano	<i>Prunus cerasifera</i>
Nogal común	<i>Juglans regia</i>
Nogal criollo	<i>Juglans australis</i>
Nogal híbrido	<i>Juglans regia x Juglans nigra</i>
Nogal negro	<i>Juglans nigra</i>
Olivo ornamental	<i>Elaeagnus umbellata</i>
Olivo de Bohemia	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
Olmo <i>pumila</i>	<i>Ulmus spp., Ulmus glabra, Ulmus minor, Ulmus procera, Ulmus</i>
Pecano	<i>Carya illinoensis</i>
Peral	<i>Pyrus communis</i>
Petiribí	<i>Cordia trichotoma</i>
Picea	<i>Picea spp.</i>
Pino	<i>Pinus spp., Pinus banksiana, Pinus halepensis,</i>

	<i>Pinus domestico, Pinus laricio, P. eliottii, P. taeda</i>
Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>
Pino oregón	<i>Pseudotsuga menziesii</i>
Plátano	<i>Platanus spp.</i>
Roble americano	<i>Quercus borealis</i>
Roble de Eslovenia	<i>Quercus robur</i>
Roble europeo	<i>Quercus sessiliflora</i>
Rovere	<i>Quercus petraea</i>
Roverella	<i>Quercus pubescens</i>
Sauce	<i>Salix spp.</i>
Sambuco	<i>Sambucus nigra</i>
Sorbo	<i>Sorbus aria, Sorbus aucuparia</i>
Sorbo domestico	<i>Sorbus domestica</i>
Terminalia	<i>Terminalia spp.</i>
Tilo	<i>Tilia spp., Tilia cordata, Tilia tomentosa, Tilia platyphyllos, Tilia grandifolia, Tilia cordata</i>
Timbó	<i>Enterolobium contortisilicium</i>
Tulipero	<i>Liriodendron tulipifera</i>

ANEXO 1

**ENCUESTA SOBRE PERSPECTIVAS  
DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE ESPECIES  
DE ALTO VALOR (NOBLES)**

Verónica Loewe M. y Marta González O.

Junio 2002



# INTRODUCCION

Durante las últimas dos décadas el sector forestal chileno ha mostrado un desarrollo sostenido y reconocido, con una producción en aumento y una exportación diversificada. Sin embargo, este desarrollo se ha concentrado geográficamente (un 75,8% de las plantaciones se concentra en solo tres regiones y el 90,3% en cinco regiones), en especies de rápido crecimiento (de un total de 1.989.200 ha, el 74,1% está constituido por *Pinus radiata* y 18% por *Eucalyptus spp.* (INFOR, 2001). Lo anterior se debió en parte a la forma en como se implementó el DL 701, presentándose insuficiencias respecto a la distribución de los beneficios, los que se concentraron en las grandes empresas, existiendo actualmente sectores marginados del desarrollo forestal debido a la poca flexibilidad de los modelos silvícolas, orientados a plantaciones monoespecíficas en vastas superficies. Dichos sectores socioeconómicos podrían incorporarse al sector productivo en la medida que cuenten con nuevas propuestas y modelos productivos.

Sin embargo, el sector agrícola se ha visto afectado por una sostenida crisis, dada principalmente por los bajos rendimientos de los cultivos tradicionales (baja tecnología, escasa innovación); fluctuaciones en los mercados nacionales e internacionales; incorporación de Chile a tratados internacionales (con el consecuente ingreso de productos a un costo menor que sus similares chilenos); y venta de terrenos a muy bajo precio. Todo ello ha convergido en un proceso de transformación llamado “reconversión agrícola” (Loewe *et al.*, 1993).

Mundialmente se aprecia la valoración de la conveniencia de disponer de un sector forestal diversificado con respecto tanto a la composición de especies como a su distribución espacial y territorial.

Las razones que impulsan a promover la diversificación se encuentran en elementos de economía y de política forestal, porque ésta: permite limitar los riesgos bióticos y abióticos, distribuyéndolos en el espacio y tiempo; permite contener los riesgos económicos, enfrentando de mejor manera eventuales fluctuaciones en los mercados; permite maximizar el uso de los sitios; permite emplear cultivos de interés económico diferentes a los utilizados en forma tradicional; finalmente es pertinente, ya que Chile dispone de una vasta gama de ambientes y existe la posibilidad de acceder a nichos de mercado de productos de alto valor.

Entonces resulta indispensable diversificar el abanico productivo por razones estratégicas, ecológicas y económicas. De seguridad para enfrentar mejor los mercados internacionales; ecológicas, para generar escenarios de mayor belleza aptos para la recreación y para reducir pérdidas por ataques de plagas o enfermedades; y económicas, ya que existen alternativas de cultivo interesantes económicamente, que pueden complementar con éxito el acervo forestal del país.

Estratégicamente, la producción debería centrarse en especies que originan productos de alto valor, así como en la búsqueda de nuevos cultivos aptos para las zonas actualmente marginales a la producción silvoagropecuaria en términos económicos, siempre en pos de la transformación productiva del sector.

Una técnica que permite diversificar es la arboricultura, que se centra en algunas especies latifoliadas llamadas “nobles” o menores, porque generalmente no conforman bosques puros, permitiendo con ello que su empleo cumpla finalidades económicas, estéticas y ambientales, dando lugar a la generación de productos múltiples que junto con valorar el ambiente constituyen una opción valiosa de diversificación aplicable tanto a pequeños como a medianos y grandes propietarios o empresas.

Para analizar las potencialidades de esta técnica en Chile, se realizó una encuesta sobre “Perspectivas de desarrollo del cultivo de especies de alto valor (nobles)”, enmarcada dentro del proyecto: “Silvicultura de especies no tradicionales: una mayor diversidad productiva” Fase II, en ejecución por el Instituto Forestal y financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), para indagar respecto a la apreciación que diferentes tipos de propietarios ubicados entre las regiones VI y X, tienen sobre especies distintas a las tradicionalmente conocidas, su cultivo actual o potencial, y una comparación entre la forestación con especies tradicionales (pino o eucalipto) y especies no tradicionales (distintas al pino y eucalipto).

El objetivo principal de esta encuesta fue conocer las perspectivas, inquietudes, ideas y proposiciones sobre el cultivo de especies de madera valiosa de propietarios de diferentes magnitudes, en distintas áreas del país.

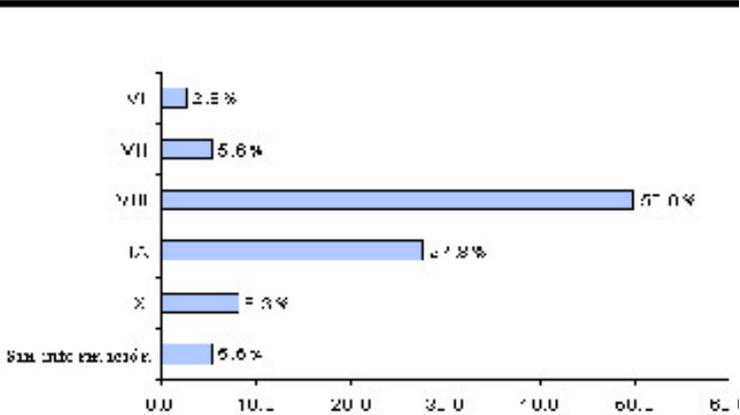
Este instrumento resulta interesante pues permite conocer en forma preliminar cuales son las necesidades de los propietarios para el cultivo de especie no tradicionales (financiamiento, problemas para forestar, capacitación, etc.). También permite obtener antecedentes sobre las diferencias o similitudes de ambos rubros, información valiosa a la hora de elaborar herramientas de política pública para su fomento, u otro tratamiento estimado adecuado y oportuno.

La recolección de datos se realizó mediante el envío de una encuesta a 80 propietarios distribuidos entre la VI y X regiones, de los cuales 36 respondieron (45%).

# LOS ENCUESTADOS

La Figura 1 detalla la distribución por región de los encuestados. El porcentaje de cada respuesta se calculó a partir del 100% de los encuestados que respondieron.

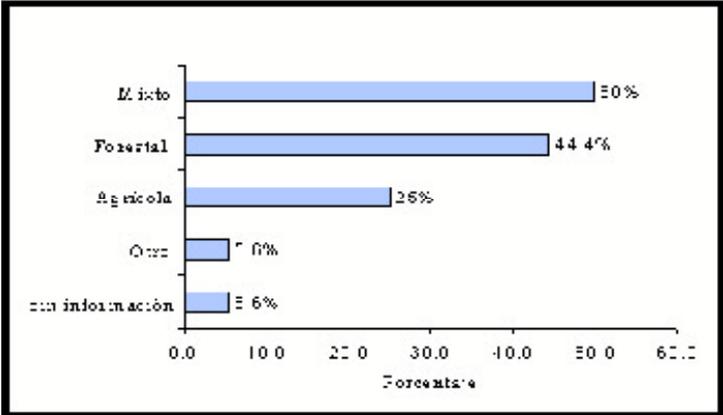
FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS ENCUESTADOS POR REGIÓN



## Uso de la tierra

Del total de encuestados, la mitad utiliza su tierra para la producción mixta (50%), ya sea con fines agrícola-ganadero, forestal-ganadero, forestal-agrícola u otra combinación. El 44% la usa con un objetivo exclusivamente forestal (Figura 2). El porcentaje de cada respuesta está calculado a partir del 100% de los encuestados que respondieron.

FIGURA 2. PRINCIPALES USOS DE LA TIERRA



El 5,6% del total de encuestados que respondió *otro uso*, utiliza la tierra principalmente para el turismo o para viveros forestales.

## Análisis y comparación entre plantaciones con especies tradicionales y no tradicionales

### Forestación con especies tradicionales v/s no tradicionales

En la Figura 3 se puede observar que existe una mayor tendencia de los encuestados hacia la forestación con especies tradicionales (86,1% de las preferencias), mientras que el 41,7% de los encuestados lo hace con especies no tradicionales.

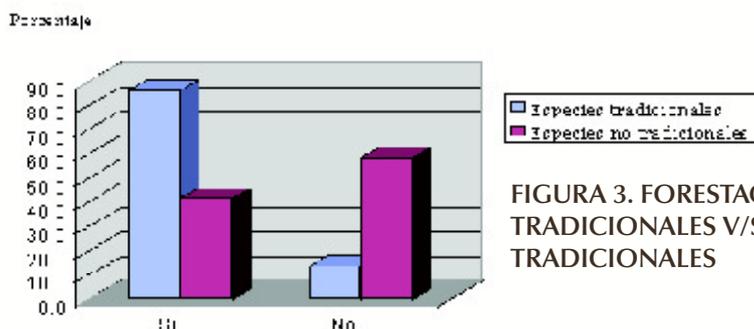


FIGURA 3. FORESTACIÓN CON ESPECIES TRADICIONALES V/S ESPECIES NO TRADICIONALES

### Tipo de asociación

Respecto al tipo de asociación más utilizada por los encuestados que forestan, se observa que el tipo de asociación más usado para ambos tipos de especies (tradicionales y no tradicionales) es la plantación forestal pura (81% de los encuestados que forestan con especies tradicionales y 67% de los encuestados que forestan con especies no tradicionales). Sin embargo, a pesar de esta tendencia, en la Figura 4 se observa que la plantación mixta es más utilizada con especies no tradicionales, en comparación con la plantación pura que es más utilizada con especies tradicionales. Los otros tipos de cultivos mencionados se utilizan en menor medida, siendo mayor su uso con especies no tradicionales.

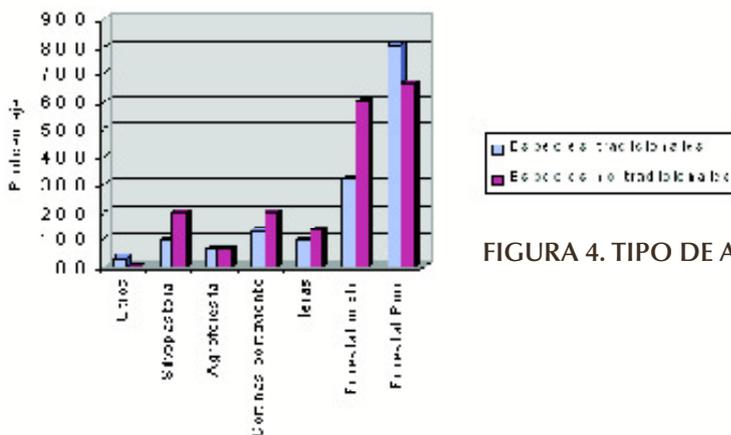


FIGURA 4. TIPO DE ASOCIACIÓN

Productos a obtener

Los principales productos a obtener por los encuestados que forestan con especies tradicionales son madera libre de nudos (52% de las preferencias), madera aserrada y pulpa (ambas con un 46% de las preferencias). Los encuestados que forestan con especies no tradicionales desean obtener como producto principalmente madera aserrada (60% de las preferencias) y madera libre de nudos (47% de las preferencias).

En la Figura 5 se observa que para obtener madera libre de nudos se utilizan principalmente especies tradicionales, mientras que para obtener madera aserrada se utilizarán mayormente especies no tradicionales. También se destaca que para producir pulpa se utilizan principalmente especies tradicionales. El resto de los productos, a obtener en menor cantidad, procederá en forma relativamente homogénea de ambas categorías de especies.

Lo anterior deja al descubierto el desconocimiento que existe por los mercados de madera de alto valor (no tradicionales), que privilegian madera libre de nudos foliable, con diferencias de precios considerables entre este producto, y la madera aserrada, u otros.

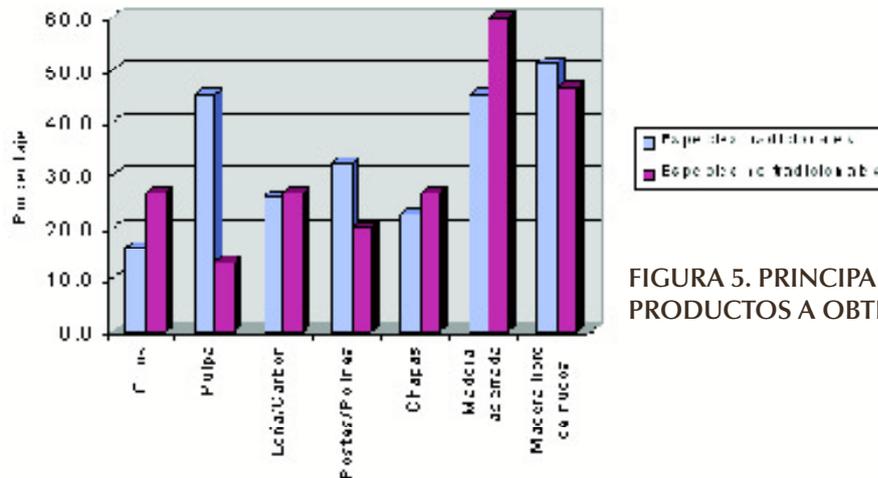


FIGURA 5. PRINCIPALES PRODUCTOS A OBTENER

Principales mercados

El principal mercado al que los encuestados orientarían sus plantaciones, tanto con especies tradicionales como no tradicionales, sería el mercado nacional en general, sin mayores especificaciones. Sin embargo, el abastecimiento de este mercado estaría dado principalmente por especies tradicionales (48% de las preferencias). El mercado de los aserraderos y las barracas sería abastecido principalmente con especies no tradicionales (33 y 20% respectivamente). El mercado internacional sería abastecido en forma homogénea tanto por especies tradicionales como no tradicionales (26% de las preferencias para ambas categorías de especies) (Figura 6).

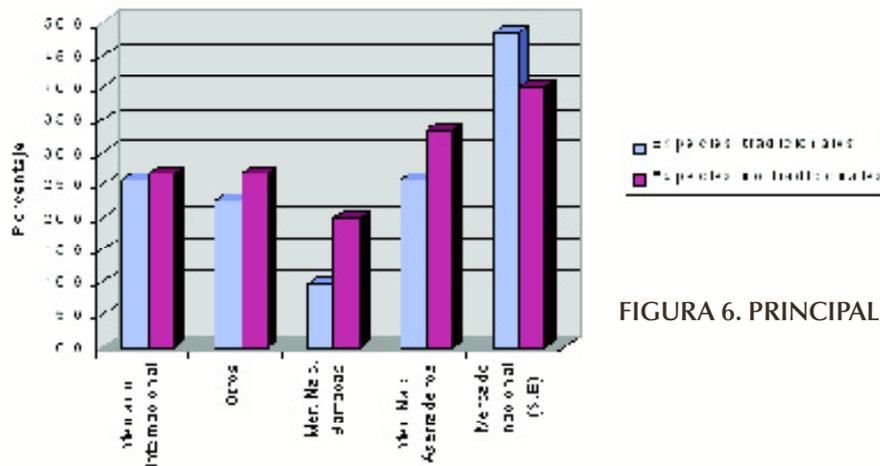


FIGURA 6. PRINCIPALES MERCADOS

Rangos de densidades de plantación (arb/ha)

En la Figura 7, se observa que la densidad de plantación más utilizada por los encuestados que forestan con especies tradicionales es de 1.500 a 2.000 árboles/ha (48% de las preferencias), y con especies no tradicionales la más utilizada es inferior a 1.000 árboles/ha (40% de las preferencias). Densidades superiores a los 2.000 árboles/ha son mencionadas solamente por los encuestados que forestan con especies no tradicionales (7% de las preferencias).

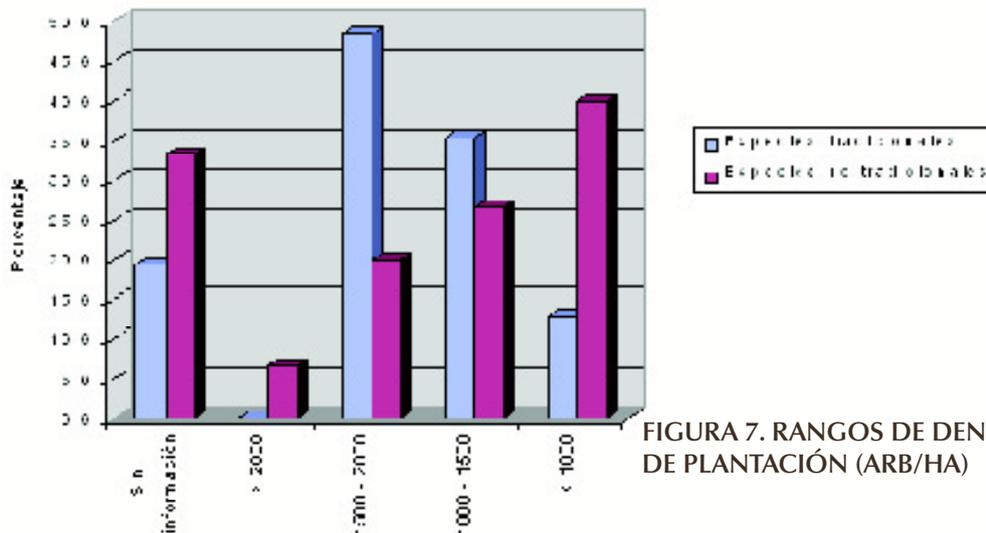


FIGURA 7. RANGOS DE DENSIDADES DE PLANTACIÓN (ARB/HA)

Uso de abono o fertilizante

Los fertilizantes son utilizados tanto para especies tradicionales como no tradicionales. Sin embargo, esta proporción es mayor cuando se foresta con especies tradicionales (64% de las preferencias) que con especies no tradicionales (53% de las preferencias) (Figura 8), lo que indica la aplicación de técnicas especializadas para las primeras, y un desconocimiento general de los requerimientos de las especies menos difundidas.

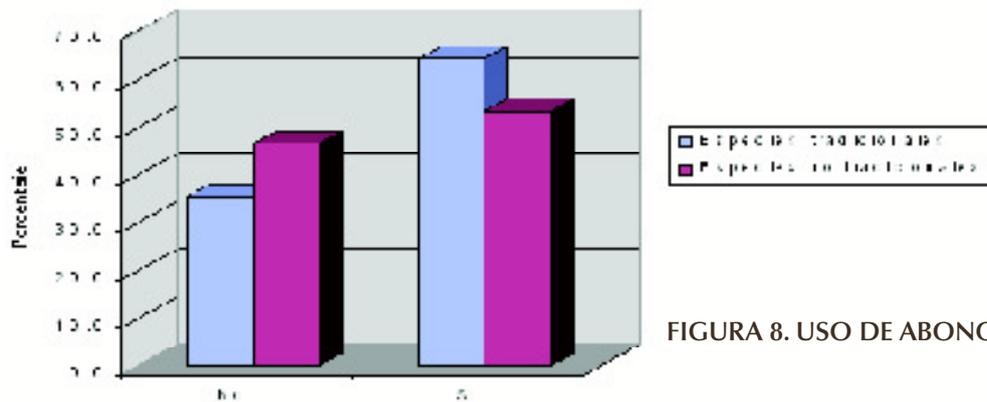


FIGURA 8. USO DE ABONO O FERTILIZANTES

### Riego

La Figura 9 muestra que el riego en su mayoría no es utilizado en la forestación, ni con especies tradicionales ni con no tradicionales. Incluso es menos usado en la forestación con especies tradicionales (74% de las preferencias nunca lo ha usado) que en la forestación con especies no tradicionales (53% de las preferencias nunca lo ha usado). El riego esporádico es usado prácticamente de igual forma para la forestación con ambas categorías de especies, mientras que un riego regular es más usado en la forestación con especies no tradicionales (27% de las preferencias).

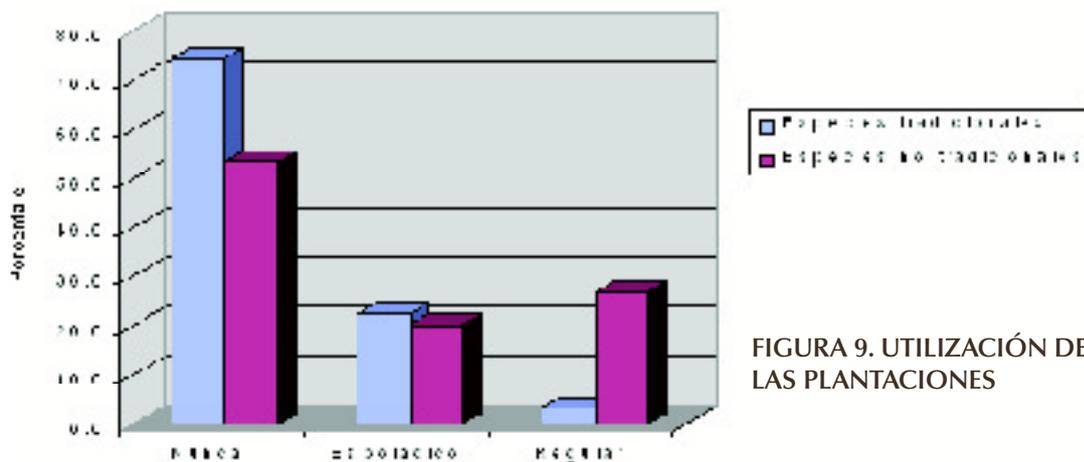


FIGURA 9. UTILIZACIÓN DE RIEGO EN LAS PLANTACIONES

La posible causa de la baja utilización del riego en las plantaciones es la falta de un subsidio para este fin, ya que más del 95% de los encuestados no posee este subsidio, independientemente del tipo de especie con que foreste.

Financiamiento para la forestación

La principal fuente de financiamiento que utilizan los encuestados para forestar con especies tanto tradicionales como no tradicionales proviene de aportes privados (74 y 80% respectivamente). El fomento estatal mediante el DL 701 es usado principalmente para la forestación con especies tradicionales (42% de las preferencias), y en menor medida para la forestación con especies no tradicionales (20% de las preferencias) (Figura 10).

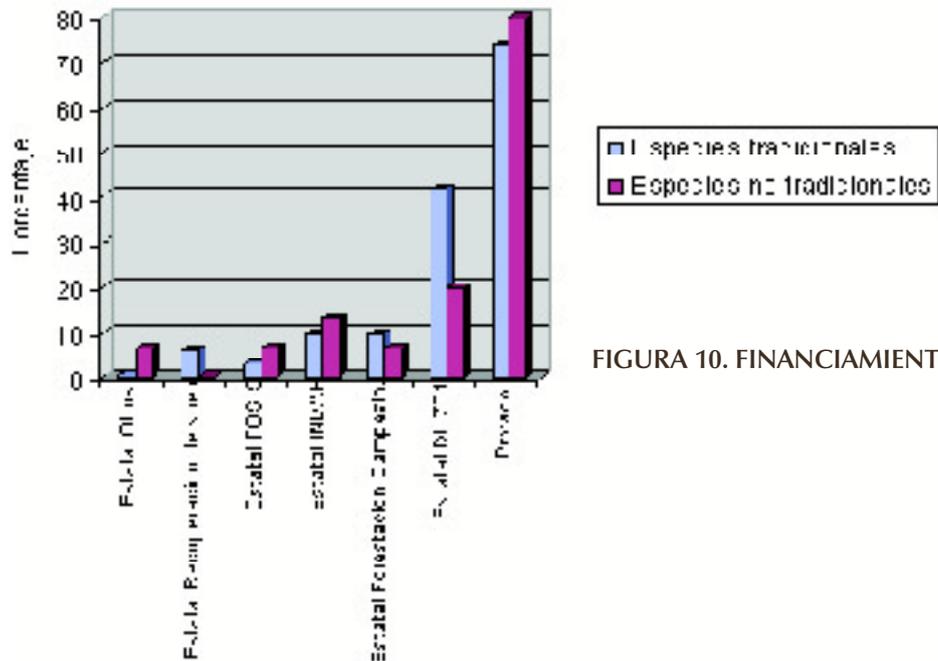


FIGURA 10. FINANCIAMIENTO

Fecha de forestación

La fecha a partir de la cual los encuestados están forestando con especies tradicionales es principalmente 1991 y con especies no tradicionales a partir de 1996 respectivamente. La Figura 11 muestra que los encuestados han forestado a través de todos los años con especies tradicionales, mientras que con especies no tradicionales la forestación es más reciente, comenzando principalmente a partir del año 1991, alcanzando su máxima tasa de forestación entre los años 1996 y 2000 (53% de las preferencias), lo que puede deberse a un mayor conocimiento de otras opciones productivas y de mercados alternativos o complementarios a los mayormente difundidos.

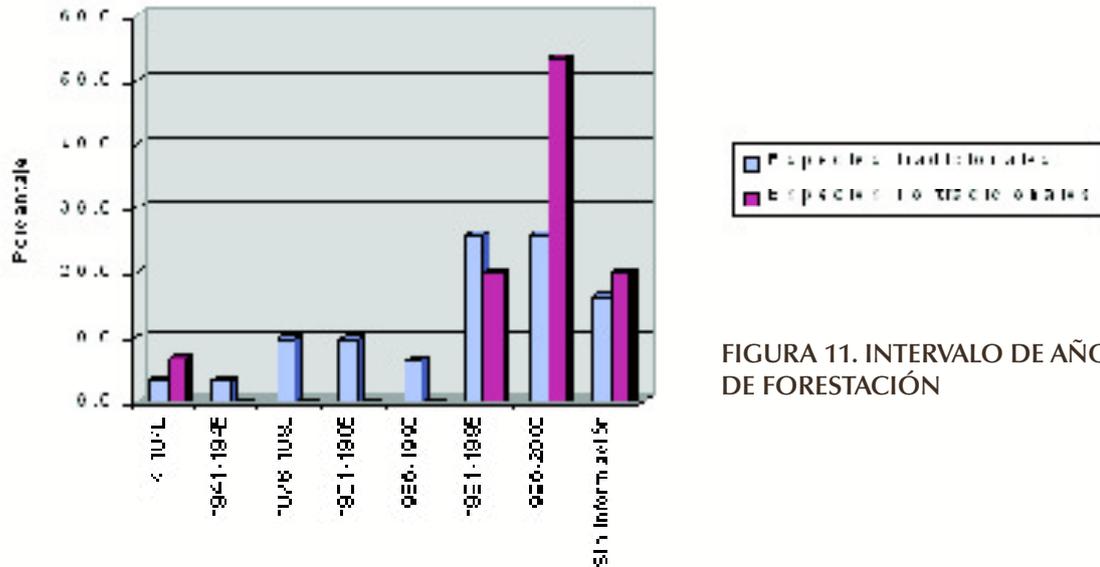


FIGURA 11. INTERVALO DE AÑO DE FORESTACIÓN

Intención de forestación en los próximos dos años con especies tradicionales y no tradicionales

La Figura 12 muestra que la mayor parte de los encuestados forestará en los próximos 2 años con especies tradicionales (75% de las preferencias) y con especies no tradicionales (72% de las preferencias). A pesar de que el porcentaje que no forestará en los próximos 2 años es bajo, este porcentaje es mayor para los encuestados que no forestarán con especies no tradicionales (22% de las preferencias contra el 17% de los encuestados que no forestará con especies tradicionales).

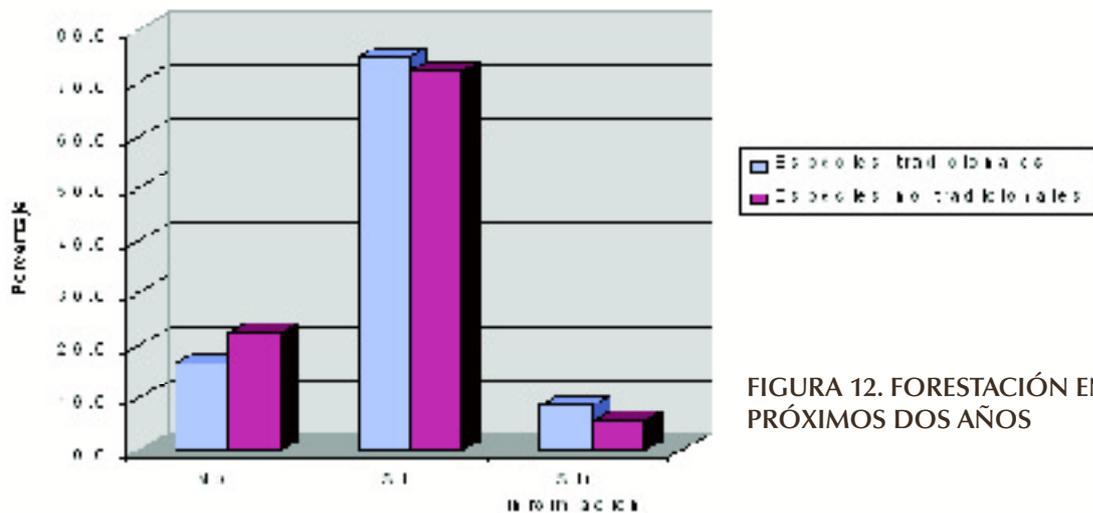


FIGURA 12. FORESTACIÓN EN LOS PRÓXIMOS DOS AÑOS

### Razones de forestar próximamente

La Figura 13 muestra que los encuestados que forestarán en los próximos años con especies no tradicionales lo harán principalmente por la inversión (77% de las preferencias), para aumentar los ingresos del predio (58% de las preferencias), para aumentar la belleza escénica (53% de las preferencias), para recuperación de suelos, como fuente de trabajo para ellos mismos (35% de las preferencias cada una) y para disminuir el riesgo de plagas y enfermedades (31% de las preferencias), mientras que los encuestados que forestarán en los próximos años con especies tradicionales lo harán principalmente por la inversión (82% de las preferencias), para aumentar los ingresos del predio (48% de las preferencias), para evitar la erosión del suelo, como fuente de trabajo para otros y para sí mismos (33% de las preferencias para cada una).

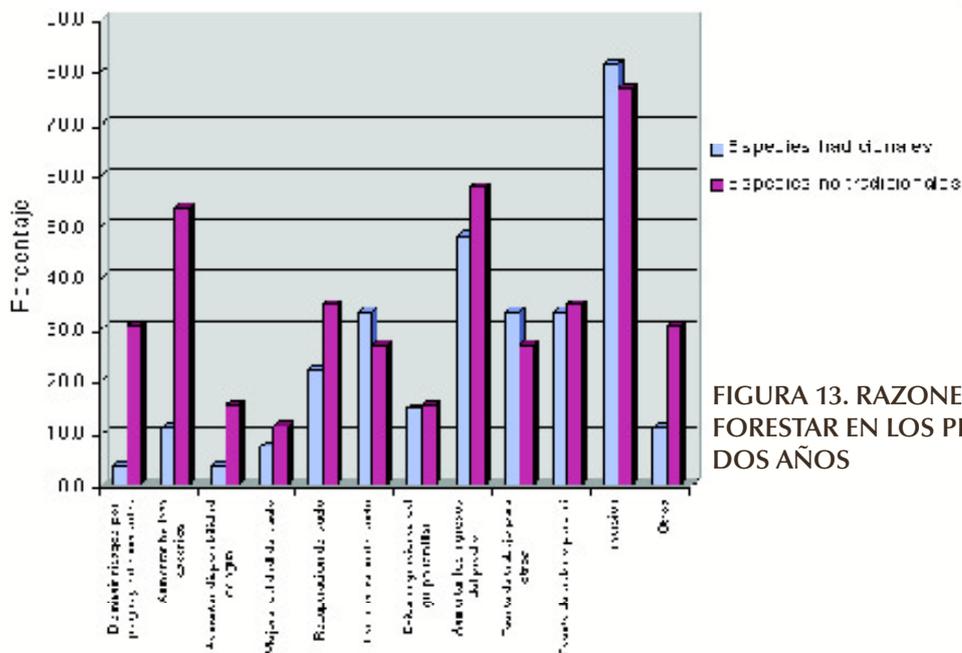


FIGURA 13. RAZONES PARA FORESTAR EN LOS PRÓXIMOS DOS AÑOS

### Problemas para forestar en Chile con especies tradicionales y no tradicionales

Los principales problemas para forestar con especies tradicionales es el acceso al financiamiento (39% de las preferencias), los precios de venta bajos (19% de las preferencias) y el desconocimiento de qué especies plantar para mejorar los ingresos (14% de las preferencias). Por otra parte, los encuestados que forestan con especies no tradicionales encuentran problemas principalmente en los elevados costos de establecimiento (47% de las preferencias), porque no hay o hay pocos profesionales que sepan sobre ellas (47% de las preferencias), por las distintas técnicas de manejo que poseen estas especies (42% de las preferencias), por el alto costo de las plantas y por la falta de financiamiento (ambas con un 39% de las preferencias).

Las principales opiniones de los encuestados hablan de lo ventajoso que podría ser para la economía del país la introducción de especies exóticas de alto valor. Además de lo importante que es seguir invirtiendo en investigación y fomento para cultivar estas especies, se menciona conjuntamente la creación de un sistema que permita al agricultor percibir ingresos anuales. La opinión que más se reitera es la necesidad de crear un centro de información sobre especies de alto valor, donde el propietario pueda acceder a información y a asesoría técnica para mejorar el cultivo de estas especies.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la información recopilada, se puede concluir que:

- Existe una mayor tendencia de los encuestados a forestar con especies tradicionales (pino o eucalipto) (86% de las preferencias), en comparación a la forestación con especies no tradicionales (41%).
- La forestación en plantación pura es la más utilizada por los encuestados, independientemente de la categoría de especies empleada. No obstante lo anterior, la plantación pura es preferida para forestar con especies tradicionales (81% de las preferencias) que para forestar con especies no tradicionales (67% de las preferencias). La plantación mixta es más utilizada por los encuestados que forestan con especies no tradicionales (60% de las preferencias) que por los que forestan con especies tradicionales (32% de las preferencias). Los tipos de asociaciones restantes son menos utilizados; a pesar de ello, estas asociaciones son más preferidas para forestar con especies no tradicionales que con especies tradicionales.
- Los principales productos que desean obtener los encuestados que forestan con especies no tradicionales son madera aserrada (60% de las preferencias) y madera libre de nudos (47% de las preferencias). Los encuestados que forestan con especies tradicionales, también quieren obtener como productos principales madera libre de nudos (52% de las preferencias) y madera aserrada (46% de las preferencias), pero a diferencia de los anteriores, un alto porcentaje desea obtener madera para producir pulpa (46% de las preferencias). El resto de los productos son preferidos de igual forma por los encuestados que forestan con cualquiera de los 2 tipos de especies. Destaca la ignorancia respecto al atractivo que representa el mercado para las chapas decorativas (foliadas).
- Los encuestados que forestan tanto con especies tradicionales como con especies no tradicionales, prefieren como principal destino de sus productos el mercado nacional. Sin embargo, este mercado será abastecido principalmente por productos provenientes de especies tradicionales (48% de las preferencias, en comparación al 39% de los encuestados que lo abastecerá con especies no tradicionales). El mercado internacional se pretende abastecer de igual forma tanto por especies tradicionales como no tradicionales (26 y 27% de las preferencias respectivamente).
- En la forestación con especies no tradicionales las densidades de plantación utilizadas son más bajas que las utilizadas en plantaciones con especies tradicionales. Un 40% de los encuestados que forestan con especies no tradicionales utiliza una densidad menor a los 1.000 árboles/ha, mientras que el 48% de los encuestados que foresta con especies tradicionales utiliza densidades de plantación entre 1.500 a 2.000 árboles/ha.
- Los fertilizantes son comúnmente utilizados por los encuestados en la forestación con especies tradicionales y no tradicionales; sin embargo, su uso es mayor cuando se foresta con especies tradicionales (64% de las preferencias) que con especies no tradicionales (53% de las preferencias), lo que nuevamente indica un desconocimiento sobre su manejo.
- El riego no es muy aplicado por los encuestados que forestan con especies tradicionales y no tradicionales,

identificándose como principal motivo de ello la dificultad de acceso al subsidio para este fin.

- La fuente de financiamiento utilizada por los encuestados para forestar con especies tradicionales y no tradicionales proviene principalmente de fondos privados. El medio de financiamiento estatal utilizado en mayor medida es el DL 701, el que es más utilizado en la forestación con especies tradicionales (42%) que con especies no tradicionales (20%).
- La forestación con especies no tradicionales es una práctica mas reciente que la forestación con especies tradicionales, ya que más de la mitad de los encuestados que foresta con especies no tradicionales los hace principalmente a partir del año 1996, mientras que la forestación con especies tradicionales es una práctica que ha sido utilizada por los encuestados principalmente a partir del año 1991.
- Más del 70% de los encuestados que foresta con especies tradicionales y especies no tradicionales lo seguirá haciendo en los próximos años. A pesar de ello, es más alto el porcentaje que no forestará en los próximos años con especies no tradicionales (22% de las preferencias), que el que no forestará con especies tradicionales (17% de las preferencias). El motivo principal por el que los encuestados manifiestan su intención de forestar en los próximos años con cualquiera de las 2 categorías de especies es la inversión que ello representa (77% de los encuestados que forestará con especies tradicionales y 82% de los encuestados que forestará con especies no tradicionales). Los encuestados que forestarán con especies no tradicionales además de la inversión, lo harán para aumentar los ingresos del predio (58%), para aumentar la belleza escénica (53%), para recuperar suelos y como fuente de trabajo para ellos (cada una con un 35%). Los encuestados que forestarán con especies tradicionales además de la inversión, lo harán para aumentar los ingresos del predio (48%), para evitar la erosión del suelo, como fuente de trabajo para otros y para sí mismos (cada una con un 33%).
- Los principales problemas que enfrentan los encuestados para forestar con especies tradicionales son el acceso a financiamiento, los bajos precios de venta de los productos y el desconocimiento sobre qué especie plantar para aumentar los ingresos. Aquellos que forestan con especies no tradicionales, mencionan como sus principales problemas los altos costos de establecimiento, la escasez de profesionales que sepan sobre el cultivo de estas especies, las diferentes técnicas de manejo que poseen estas especies, el alto costo de las plantas y la falta de financiamiento para este propósito.

## **BIBLIOGRAFÍA**

INFOR. 2001. El Sector Forestal Chileno 2000-2001. Folleto divulgativo Instituto Forestal.

Loewe, V., Ravanal, C.; Venegas, V. 1993. El aporte forestal a la transformación productiva de la Agricultura. Serie Ruralidad N° 3. La voz del Campo, Santiago, Chile.



## ANEXO 2

# **FAENAS Y COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES MIXTAS ORIENTADAS A LA PRODUCCIÓN DE MADERA DE ALTO VALOR**

Verónica Loewe M.<sup>53</sup> y Arnoldo Villarroel<sup>54</sup>

Abril 2003

---

<sup>53</sup> Ing. Forestal (U. de Chile); Especialización en producción de maderas nobles (U. de Bolonia, Italia); MPA (U. de Harvard, EE.UU). Profesora Pontificia Universidad Católica de Chile. Jefe de Proyectos. Instituto Forestal, Sede Centro Norte. Huérfanos 554. Santiago. [vloewe@infor.cl](mailto:vloewe@infor.cl)

<sup>54</sup> Técnico Forestal. Ing. Ejecución Forestal (U. de Concepción). Instituto Forestal, Sede Bío-Bío. Camino a Coronel km. 7,5. San Pedro de la Paz. [avillarr@infor.cl](mailto:avillarr@infor.cl)

# 1. INTRODUCCIÓN

Para lograr el éxito esperado de un bosque en formación, la plantación se transforma en la faena más crítica y riesgosa. Es en este momento cuando la planta, que proviene de vivero con un ambiente controlado, es sometida a un cambio profundo que impacta su crecimiento, ya que debe competir para la obtención de agua y nutrientes para asegurar su sobrevivencia, además de soportar otros agentes que afectan su establecimiento, tales como períodos de sequía, viento y otros factores físicos (abióticos) y bióticos.

La aplicación de técnicas adecuadas de establecimiento permite a la planta superar esta etapa de ambientación. Estas técnicas dependen de las especies y de las condiciones del sitio donde se establece la cubierta vegetal.

Las técnicas de establecimiento se deben definir considerando una serie de factores que influyen fuertemente en el crecimiento y desarrollo inicial de las plantas, entre las cuales se mencionan como principales el nivel de precipitaciones, el tipo de suelo, la vegetación existente, la topografía, la capacidad de gestión operacional y económica, la capacitación y las especies seleccionadas para plantar.

En sitios de bajas precipitaciones por lo general las técnicas de establecimiento se hacen más complejas y por tanto más caras. En áreas de precipitación excesiva aparecen otras complicaciones, como la existencia de vegetación natural abundante, que genera fuerte competencia por agua y nutrientes con la(s) especie(s) de interés.

Las plantaciones mixtas, como tales, involucran un mayor número de jornadas en algunas faenas del establecimiento, especialmente en la plantación y luego en los cuidados pos plantación, los que aumentan cuando las especies involucradas requieren de mayores cuidados, como por ejemplo nogal, cerezo y castaño entre las principales.

Por la variabilidad de las condiciones de sitio que se encuentra en Chile, existen varias alternativas de técnicas de establecimiento aplicables, y para cada situación se deben analizar cuidadosamente los factores influyentes para asegurar el buen crecimiento de una plantación.

## 2. HABILITACIÓN DEL TERRENO

Se considera como una o más labores pre plantación que tienen como objetivo principal asegurar una sobrevivencia adecuada y un buen crecimiento inicial, para lograr un desarrollo homogéneo del rodal.

Las condiciones del terreno pueden ser favorables o desfavorables como hábitat para el establecimiento de un rodal. La función del silvicultor o arboricultor es proporcionar condiciones en el medio ambiente que permitan a las nuevas plantas establecerse con ciertas ventajas (Daniels *et al.*, 1982; Cit. por Villarroel, A.; Poblete, F., 1996)

Las especies de alto valor, como nueva alternativa forestal en Chile, son muy susceptibles a la competencia y requieren de un adecuado tratamiento del suelo antes de la plantación, por lo que se hace necesario ejecutar labores previas a la plantación para lograr un ambiente adecuado para su desarrollo.

Se recomienda establecer plantaciones en lugares sin pendiente o con pendientes moderadas, no superiores al 15%. La habilitación del terreno considera ejecutar las faenas de limpia (roce), tratamiento del suelo y control de competencia (Prado, 1989).

### 2.1 LIMPIA DEL TERRENO

Esta faena tiene como objetivo eliminar la vegetación arbustiva y/o arbórea presente en el lugar, que signifiquen competencia a las plantas de interés, o que dificulten la labor de plantación.

El método de eliminación de esta vegetación dependerá del porcentaje de cobertura, tipo y tamaño de la misma, y de la pendiente del área. Se pueden utilizar herramientas de tipo manual como rozón, hacha o motosierra, o maquinaria pesada como tractores articulados (tipo Bulldozers). El uso de maquinaria pesada tiene como condicionante la topografía, ya que este tipo de maquinaria no puede trabajar en pendientes mayores al 15% como norma de seguridad; este tipo de limpia ha pasado a ser de uso mas frecuente en Chile desde hace unos 10 años.

En sectores donde un factor limitante es el fuerte viento reinante se recomienda realizar una limpieza en fajas en dirección perpendicular a la dirección del viento. En zonas de escasa vegetación o en zonas más áridas, como método general es recomendable no eliminar la vegetación, sino limpiar solo el área de plantación.

La limpia de terreno se clasifica según el grado de dificultad. El Cuadro 1 presenta una clasificación de las limpias, incluyendo la herramienta recomendada, el rendimiento y el costo por hectárea.

Para plantaciones mixtas con especies nobles como nueva alternativa forestal en Chile, por las características de los suelos que se ocupan (suelos agrícolas de bajo rendimiento), las limpias mas utilizadas son leve y liviana, y eventualmente moderada.

---

<sup>55</sup> Pie de Arado: capa de suelo endurecida e impermeable que se produce a cierta profundidad debido al intenso laboreo del suelo.

**CUADRO 1. RENDIMIENTO Y COSTOS POR HECTÁREA POR TIPO DE LIMPIA DE TERRENO**

Tipo de Limpia	Herramientas	Rendimiento	Costo/ha (1)	
			\$	US \$ (2)
Leve	RozónTractor Articulado	2 jor/ha	19.000	25,7
		1 hr/ha	20.000	27,0
Liviana	RozónTractor articulado	6 jor/ha	57.000	77,0
		3 hr/ha	60.000	81,1
Moderada	Rozón – hachaTractor Articulado	12 jor/ha	114.000	154,1
		6 hr/ha	120.000	162,2
Fuerte	Rozón – hacha – motosierra	22 jor/ha	209.000	282,4
Muy Fuerte	Rozón – hacha – motosierra	35 jor/ha	332.500	449,3

Fuente: CONAF Cit por Villarroel y Poblete (1996).

(1): En función valor jornada contratista al 30/09/2002 (\$9.500/jornada)

(2): Valor de referencia 1 US \$ = \$ 740.

Se recomienda arrumar los desechos provenientes de la limpia en hileras, de tal forma que no entorpezcan la faena de plantación y con el tiempo se produzca su descomposición e incorporación al suelo. En ningún caso se debe usar fuego como mecanismo de eliminación de los desechos, por las consecuencias ambientales que genera este método de eliminación.

## 2.2 PREPARACIÓN DEL SUELO

El método de preparación del suelo depende en gran medida del área de trabajo. Para el establecimiento de plantaciones tradicionales como pino radiata y eucalipto tiene directa relación con la topografía y el nivel de precipitaciones. En áreas de suelos profundos la preparación del suelo pierde su importancia relativa. No obstante lo anterior, en áreas de bajas precipitaciones, con terrenos de alta compactación, se hace necesario realizar labores adicionales que mejoren las condiciones del suelo. Una de las alternativas mas utilizadas es la holladura, empleada principalmente cuando la topografía no permite el uso de maquinaria.

Otro método es la confección de surcos con tractor agrícola en terrenos relativamente planos. Este sistema permite eliminar la vegetación competitiva herbácea y arbustiva menor, y además permite una mejor infiltración de agua de escurrimiento, al formar una pequeña terraza. Su efectividad depende de la profundidad del surco, el que debe tener la profundidad necesaria para romper el “pie de arado”<sup>55</sup> del suelo. Se recomienda que este tratamiento de surcos con tractor se efectúe con arado de dos discos, para obtener una profundidad adecuada y una buena remoción del suelo.

Por los requerimientos de suelo, humedad y posterior riego de las especies de alto valor como nogal, cerezo y castaño, entre otras, se recomienda como tratamiento del suelo realizar un subsolado con tractor articulado. Este sistema permite romper la compactación del suelo hasta 60-80 cm de profundidad con el objetivo es

mejorar su aireación, la infiltración de agua y proporcionar un área de fácil enraizamiento para las plantas. El subsolado se debe acompañar con la pasada de dos discos de arado, para formar un camellón que constituirá el lugar de plantación. Los surcos generados por los discos del arado pueden ser utilizados posteriormente como canales de riego.

En áreas de suelos con textura mas gruesa y menos compactados, de igual forma se recomienda un camellón de plantación para regular la humedad requerida y la competencia de las plantas herbáceas.

El arado y el subsolado deben ser efectuados siguiendo la orientación del sentido de las curvas de nivel.

Los costos de las faenas de arado y subsolado, considerando el elemento de trabajo y la profundidad, se presentan en el Cuadro 2.

**CUADRO 2. RENDIMIENTO Y COSTO EN PREPARACIÓN DE TERRENO**

Herramienta	Rendimiento	Profundidad	Costo/ha	
			\$	US \$ (1)
Arado con caballo	1 jor/ha	20	12.000	16,2
Subsolado con tractor agrícola	2 hr/ha	40	30.000	40,5
Subsolado con tractor articulado	2/hr/ha	70	40.000	54,1

(1) : Valor de referencia 1 US\$ = \$ 740

### 3. PLANTACIÓN

Esta faena es, sin duda, la más importante en el proceso de establecimiento de un nuevo bosque. La eficiencia de los tratamientos de vivero o de la habilitación del terreno se pierden si la plantación no se realiza en la época y con las técnicas adecuadas. Tradicionalmente se considera que la época de plantación en Chile corresponde al periodo de lluvias, es decir entre mayo y agosto, dependiendo de la zona geográfica y del nivel de precipitaciones.

Sin embargo, en los últimos 20 años se han incorporado nuevos métodos de plantación que permiten que el rango de tiempo apto aumente. Cada situación es diferente y es de suma importancia decidir la mejor técnica de plantación considerando las condiciones del lugar.

En zonas de alta precipitación (IX y X regiones), las plantaciones se pueden extender en forma normal hasta mediados de primavera. En zonas áridas y semiáridas las plantaciones deben realizarse al inicio del periodo de lluvias para lograr que las plantas alcancen el máximo desarrollo radicular antes del periodo seco (Prado, 1989).

Para las especies de alto valor (nogal, cerezo y otras), la época de plantación es similar a las antes descritas; en zonas más áridas (VI y VII regiones) al comienzo del invierno, y en zonas de alta precipitación puede plantarse hasta septiembre.

No obstante lo anterior, en las áreas más lluviosas también es recomendable plantar al inicio del periodo invernal, lo que permite observar posibles pérdidas (muerte) de plantas y por lo tanto replantar en el mismo año, generando de este modo un rodal homogéneo desde el primer año de establecimiento.

El espaciamiento tiene directa relación con el objetivo que se persigue, y en las plantaciones mixtas, con las especies a establecer. Siempre el espaciamiento principal considerado es el relativo a la(s) especie(s)

CUADRO 3. RENDIMIENTO EN PLANTACIÓN SEGÚN DENSIDAD Y SISTEMA

Especie	Sistema	Densidad	Rendimiento (jor/ha)
<i>P. radiata</i>	Tradicional	1.250	3,5
<i>P. radiata</i>	Tradicional	1.667	4,5
<i>Eucalyptus</i>	SIPCO	1.100	14,0
<i>Eucalyptus</i>	Tradicional	1.100	6,0
Mixta (1)	Tradicional	1.100	6,5

Fuente: Villarroel y Poblete (1996).

(1) Calculado en base a ensayos de Los Lagos, Yacal (Curicó), Alupenhue (Curicó) y Fundo Curanilahue (Provincia de Bio Bio).

principal. El rendimiento y el costo de la faena de plantación tienen directa relación con la topografía del lugar y la densidad inicial.

La técnica de plantación considera desde la selección de las plantas en vivero y su posterior transporte, hasta la plantación misma. Las plantas deben ser de un tamaño lo más homogéneo posible, y el tiempo que transcurre entre la salida del vivero hasta la plantación debe ser el mínimo posible, considerándose en caso extremo un plazo máximo de 48 horas.

Para especies de alto valor, como se mencionó anteriormente, se recomienda plantar sobre camellón. Se debe hacer un hoyo adecuado de acuerdo al tamaño del sistema radicular de la planta, que permita que las raíces queden bien extendidas, y enterradas a nivel del cuello de la planta, especialmente cuando se trata de nogal, cerezo y castaño, que son muy sensibles y pierden capacidad de crecimiento cuando el cuello de la planta queda enterrado, a razón de un año por cada cm cubierto.

Antes de iniciar la plantación misma se debe dar la capacitación necesaria, para evitar problemas técnicos de plantación, difíciles de recuperar en el tiempo.

Los costos de una faena de plantación varían según las condiciones de trabajo, como la topografía y la preparación del suelo, y fundamentalmente por el costo de la planta.

El Cuadro 4 muestra los costos de plantación para diferentes especies. Para una mejor comparación, para todos los casos se considera un valor de \$9.500 la jornada (valor contratista), para el caso de Pino radiata un valor de \$20 por planta, Eucalyptus \$40 y para plantación mixta(1) un valor de \$ 600 promedio para nogal y cerezo como especies principales (400 plts/ha) y \$100 por planta acompañante (700 plts/ha).

**CUADRO 4. COSTO EN FAENA DE PLANTACIÓN POR ESPECIE, SISTEMA Y DENSIDAD**

Especie	Sistema	Densidad Plts/ha	Rendimiento Jor/ha	Costo/ha (1)	
				\$	US \$ (2)
<i>Pino radiata</i>	Tradicional	1.250	3,5	58.250	78,7
Eucalyptus	Tradicional	1.100	6,0	101.000	136,5
<i>Eucalyptus</i>	SIPCO	1.100	14,0	177.000	239,2
Mixta (50%Nogal y 50% Cerezo)	Tradicional	1.100	6,5	721.750	975,3
Mixta (Nogal con olivo)	Tradicional	1.100	6,5	371.750	502,4

(1) Estos costos representan, las jornadas y el valor de planta, no incluyen algunos costos de operación, como por ejemplo: transporte y alimentación.

(2) Valor de referencia: 1 US \$ = \$740

## 4. TRATAMIENTOS POS PLANTACIÓN

El establecimiento de una nueva cubierta vegetal no termina con la puesta en terreno de las plantas, debido a que para asegurar la sobrevivencia y desarrollo se deben realizar otras labores que permitan lograr el éxito esperado. Las labores a ejecutar dependen en gran medida a la(s) especie(s) establecida(s).

### 4.1 FERTILIZACIÓN

En el establecimiento de una plantación uno de los aspectos más importantes a considerar corresponde a las características del sitio, dentro de ellas la fertilidad del suelo (Quiroz *et al.*, 2001).

La fertilización se ha convertido en una práctica común en las faenas de establecimiento en Chile en los últimos 20 años, y es de alta importancia por los beneficios que otorga en el crecimiento inicial de las plantas. Estimula el crecimiento radicular, permite una mejor y más rápida ocupación del sitio y se logra una mayor eficiencia en el aprovechamiento de agua y nutrientes disponibles en el suelo. Con lo anterior se consigue una mayor sobrevivencia y un crecimiento inicial más rápido. Estos beneficios sólo se obtienen si se aplican adecuadamente todas las otras técnicas de establecimiento descritas.

Las características de la fertilización dependen de las especies, del suelo y de la época de fertilización. La aplicación de fertilizante debe ser el resultado de un análisis de los requerimientos de la especie y de las condiciones actuales del suelo.

El costo de una fertilización varía de acuerdo al tipo de fertilizantes a aplicar y a las dosis. Una aplicación media en Chile con nutrientes nitrogenados y fosfóricos, de 200 gramos/planta en una densidad de 1.100 pltas/ha, considerando el valor de los nutrientes y las jornadas ocupadas, tiene un costo de \$ 119.000, equivalente a US \$ 160,8.

### 4.2 DESBROTE O CONTROL DE COMPETENCIA

Corresponde a una faena que permite liberar a la planta de la competencia por agua, nutrientes y luminosidad (Quiroz, I. *et al.*, 2001). El control de la competencia (pastos y arbustos) puede durar hasta tres años, dependiendo de la zona geográfica y de la agresividad de la vegetación.

Existen dos métodos de eliminación de la competencia, la eliminación manual con herramientas (rozón y hacha) y la aplicación de herbicidas. Este documento solo se refiere a la eliminación manual. Los herbicidas son un elemento de aplicación común, pero se deben considerar sus efectos ambientales.

Un desbrote normal en plantaciones de pino y eucalipto requiere de 6 a 8 jornadas/ha de mano de obra. En plantaciones mixtas para producción de madera de alto valor, por el tipo de suelos que se utilizan, no se aplica esta faena como tal, solo existe la eliminación de pastos de crecimiento menor.

La eliminación de estos pastos se realiza con herramientas manuales como el azadón y pala, y consiste básicamente en realizar un fuateo alrededor de la planta. Esta faena requiere, en una plantación de 1.100 plts/ha, de 4,5 jornadas por hectáreas con un costo aproximado de \$42.750/ha, equivalente a US\$ 57,8.

### 4.3 RIEGO

Es una labor muy importante en plantaciones mixtas con especies de alto valor. Especies como nogal, cerezo, castaño, fresno y otras, son consumidoras de agua, lo que obliga a un riego periódico durante los meses estivales, con el objetivo de favorecer un desarrollo acelerado y sostenido en el tiempo.

El costo de esta labor, es difícil de determinar. Por lo general este tipo de plantaciones se ubica en áreas con riego permanente, donde el consumo de mano de obra es muy bajo por los sistemas de riegos existentes. Tanto para riego por aspersión como por tendido el costo del riego es de \$20.000/ha, equivalente a US\$ 27,0.

### 4.4 DESTAPE DE CUELLOS

Es una labor muy importante en plantaciones con especies de alto valor. La plantación de estas especies debe ejecutarse de tal manera que el cuello de la planta quede a nivel del suelo. Los cuellos cubiertos generan la emisión de brotes adventicios y retardan el crecimiento de la planta en forma significativa (Loewe, V., 2000).

La necesidad de esta labor se origina por defectos de la plantación o por el uso de riego por tendido, el que genera este problema en forma repetitiva en el tiempo.

Una faena de destape de cuellos requiere de 4 jornadas por hectárea con un costo de \$38.000/ha., para cuellos tapados en promedio unos 10 centímetros.

## 5. RESUMEN DE COSTOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES MIXTAS

El Cuadro 5 presenta un resumen de costos a incurrir en una plantación mixta que considera como especie(s) principal(es) nogal o cerezo, con una densidad total de 1.000 plantas por hectárea.

CUADRO 5. COSTO POR FAENA DEL ESTABLECIMIENTO DE UN BOSQUE MIXTO

Faena o Actividad	Costo/ha	
	\$	US\$ (1)
Limpia de Terreno	371.750	81,1
LeveSubsolado 70 cm c/Tractor articulado	119.000	54,1
Marcación de plantas	42.750	27,0
Plantación	20.000	502,4
Fertilización	60.000	160,8
Desbrote Manual	40.000	57,8
Riego	20.000	27,0
Destape Cuello	38.000	51,3
TOTAL	711.500	961,5

## 6. COMPARACIÓN DE FAENAS, RENDIMIENTOS Y COSTOS, EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ALTO VALOR EN CHILE E ITALIA

El cuadro 6 presenta las faenas ejecutadas en el establecimiento de plantaciones y sus rendimientos, tanto en Italia como en Chile.

CUADRO 6. LABORES REALIZADAS EN FAENAS DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES MIXTAS

Tipo de Faena	Faenas realizadas en cada país		Rendimiento por faena (jor/ha)	
	Italia	Chile	Italia	Chile
Rastraje superficial (tractor agrícola)	X		0,25	
Limpia de terreno (manual y/o tractor)		X		6 y 3
Control de malezas químico (opcional)	X		1	
Subsolado	X	X	0,25	0,25
Instalación Mulch	X		0,5	
Marcación plantas	X	X	1	1
Plantación	X	X	8,0	6,5
Protección plantas	X		1	
Fertilización		X		1
Control de malezas	X (mec)	X (man)	0,2	4
Riego		X		
Destape de cuellos (10 cm)		X		4

El Cuadro 6 muestra una cierta similitud entre las faenas realizadas en ambos países; las diferencias se producen principalmente por el tipo de terreno que se ocupan para plantaciones de alto valor.

En Italia los suelos ocupados para estos usos son suelos agrícolas de alta productividad, los cuales generalmente presentan solo una cubierta de pastos menores y/o desechos de cultivos anuales anteriores, requiriendo solo de un rastraje superficial. En cambio en Chile actualmente los suelos que están siendo utilizados corresponden a suelos con Capacidad de Uso Agrícola pero no utilizados para su uso, por el grado de degradación que presentan y porque en general están cubiertos de matorrales y requieren de una limpieza mayor.

La protección de plantas contra daños de animales es una faena indispensable en Italia, debido a que la alternativa de construcción de cercos es muy cara, especialmente debido a la mano de obra. En Chile

los costos permiten utilizar ambas alternativas, dependiendo de la situación, siendo más conveniente en general la construcción de cercos.

La fertilización en plantaciones en Italia es una faena no muy común por dos razones: la característica de productividad de los suelos ocupados, y los esquemas mixtos de plantación ocupados que consideran especies arbóreas y arbustivas fijadoras de nutrientes, principalmente nitrógeno, generando una fertilización biológica incorporada al sistema productivo desde el inicio, y que se mantiene vigente durante toda la rotación.

El destape de cuellos es una faena que se debe evitar ejecutando una buena plantación, situación que se logra mediante una capacitación adecuada de los trabajadores y una mejor supervisión en el momento de la faena.

Los rendimientos en faenas, expresados en jor/ha, son similares en ambos países, existiendo una diferencia importante solo en la plantación (de 1,5 jornadas por hectárea), de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 6.

**CUADRO 7. COSTOS REALES EN FAENAS DE ESTABLECIMIENTO EN PLANTACIONES MIXTAS**

Tipo de Faena	Costo por faenas (\$/ha)			
	Italia		Chile	
	\$/ha	US\$/ha	\$/ha	US\$/ha
Rastraje superficial (tractor agrícola)	44.400	60,0		
Limpia de terreno (manual y/o tractor)			60.000	81,1
Control de malezas químico (opcional)	88.800	120,0		
Subsolado	148.000	200,0	40.000	54,1
Instalación Mulch	44.400	60,0		
Marcación plantas	148.000	200,0	20.000	27,0
Plantación	1.361.600	1.840,0	371.750	502,4
Protección plantas	355.200	480,0		
Fertilización			119.000	160,8
Control de malezas	74.000	100,0	42.750	57,8
Riego			20.000	27,0
Destape de cuellos (10 cm)			38.000	51,3
<b>TOTAL</b>	<b>2.264.400</b>	<b>3.060,0</b>	<b>711.500</b>	<b>961,5</b>

El Cuadro 7 muestra los costos por faenas de establecimiento en Italia y en Chile. La gran diferencia expresada en el cuadro anterior se debe principalmente al alto costo de la mano de obra, el que alcanza todos los niveles de capacitación.

## 7. CONCLUSIONES

La arboricultura es una alternativa de negocios real y atractiva para cualquier empresa, natural o jurídica, con elevada capacidad de gestión. Corresponde a un área de desarrollo que requiere, al menos durante los primeros años, de intervenciones permanentes para asegurar el éxito del cultivo.

Al iniciar un proceso de establecimiento de especies de alto valor se deben haber definido claramente los objetivos: qué especies cultivar y en que mercado de productos se va a intervenir. Estos objetivos permiten definir correctamente cada acción a ejecutar, así como analizar las mejores alternativas técnicas que permitan el logro del objetivo planteado.

Uno de los aspectos principales es el estudio del sitio donde se establecerá la plantación. Un conocimiento adecuado de éste permite seleccionar adecuadamente las especies y las mejores técnicas para la preparación del suelo, para la plantación y los cuidados culturales posteriores.

Cuando se trata de un cultivo mixto uno de los aspectos que requiere un profundo análisis es la determinación del diseño o esquema de plantación. Es necesario determinar la(s) especie(s) principal(es), que llegará(n) al final de la rotación, y seleccionar las mejores especies arbóreas y arbustivas acompañantes, en cuanto a forma de crecimiento y desarrollo, requerimientos ecológicos y su aporte al mejor crecimiento y desarrollo de la(s) especie(s) principal(es).

El costo, relativamente alto en comparación a otros cultivos forestales, es poco relevante en función de la rentabilidad posible de obtener. Sin embargo, este alto costo inicial correspondiente al establecimiento y manejo de los primeros años puede disminuir considerablemente si se toman acciones precisas, como por ejemplo una buena selección del sitio, aplicación de las mejores técnicas y capacitación adecuada de los involucrados en el establecimiento. A modo de ejemplo, una faena que puede eliminarse con capacitación es el destape de cuellos; el realizar una plantación adecuada determina la eliminación de esta faena.

En Chile, se requiere de una mayor transferencia y capacitación sobre el tema, lo que sin duda permitirá que nuevos agentes se involucren en la arboricultura para producir madera de alto valor. Es necesario que viveros de calidad produzcan plantas aptas de especies de alto valor con fines madereros, y que al mismo tiempo profesionales forestales se capaciten en el tema de establecimiento y manejo de este tipo de plantaciones para asegurar el éxito de los objetivos planteados.

## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Loewe, M. V. 2000. Recomendaciones para el Cultivo de Latifoliadas de Alto Valor. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 40 p.

Prado, D. J. A. 1989. Establecimiento de Plantaciones. En: Eucalyptus, Principios de Silvicultura y Manejo. Instituto Forestal, Santiago, Chile. Pp: 57 – 78.

Quiroz, M. I.; Flores, M. L.; Pincheira, B. M.; Villarroel, M. A. 2001. Manual de Viverización y Plantación de Especies Nativas. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 159 p.

Villarroel, M. A.; Poblete, A. F. 1996. Establecimiento de Plantaciones, Tablas de Rendimiento y Costos Operacionales. Universidad de Concepción. Tesis de Grado. Concepción, Chile. 56 p.

ANEXO 3

**NUEVAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO PARA EL  
SECTOR FORESTAL, BASADAS EN LA DIVERSIDAD ,  
PRODUCTIVIDAD Y SUSTENTABILIDAD**

Informe consultor Dr. Enrico Buresti

Octubre 2000

# 1. COMENTARIOS ESPECÍFICOS SOBRE VISITAS REALIZADAS

## PRIMER DÍA DE TERRENO:

Durante el primer día de terreno se visitó una serie de plantaciones mixtas en la IX y X regiones con especies exóticas (castaño, *Quercus robur*, raulí) como parte de las especies principales. También se recorrieron otras situaciones en que se apreciaron especies latifoliadas de alto valor asociadas a coníferas.

Muy interesante me resultó la especie conocida como blackwood (*Acacia melanoxylon*), especie de gran hermosura, que no conocía. En especial se pudo observar varias situaciones diferentes de manejo de la especie, tanto en forma pura como mixta. En el primer caso la especie presentaba mala forma y desarrollo, mientras que asociada a otras especies que le proporcionan sombra en su etapa inicial la especie presentaba notable desarrollo, forma y vigor, con un impacto significativo sobre la calidad de la madera que en ambos casos se producirá a futuro. Esto me lleva a reflexionar sobre la posibilidad de utilizar la especie en plantaciones mixtas, asociada con especies secundarias que al inicio de la plantación crezcan muy rápido y vigorosamente.

También resultó de gran interés la plantación de *Eucalyptus globulus*, antigua, de 42 años y de dimensiones significativas, con individuos de 60 cm de diámetro que se comercializan para hacer chapas foliadas y debobinadas, alcanzando valores de 200 US\$/m<sup>3</sup>. Ello porque esto hace ver la posibilidad de manejar la especie aplicando una silvicultura de calidad y no solo de cantidad, como realizado actualmente en el país en las plantaciones industriales (Figura 1).



Figura 1. Plantación mixta de *Eucalyptus globulus* asociada a Pino y otras especies, de 42 años, que produce madera para chapas

Posteriormente se visitó una plantación mixta de castaño con ciprés donde se vio que en una parte dominaba una especie, mientras que en la otra había predominado la otra (Figura 2). Esto refleja una de las ventajas de las plantaciones mixtas, la flexibilidad máxima que permiten, posibilitando que las especies se desarrollen en mayor o menor grado siguiendo las variaciones a nivel micro que se presentan en los sitios, en situaciones normales, tanto en Europa como en Chile.



*Figura 2. Plantación mixta de castaño asociado a ciprés*

Esta característica, de especial importancia, me llevó a diseñar en zonas consideradas como riesgosas para determinadas especies, el diseño de plantaciones mixtas que consideran “especies paracaídas”, es decir, especies de interés que pueden ser definidas como principales según su adaptación al sitio.

Durante la visita tomé conocimiento de tres especies nativas que me resultaron de gran interés: dos correspondientes al estrato dominado (laurel y maqui), que podrían resultar extremadamente interesantes en algunas plantaciones mixtas; y avellano, que tiene una forma juvenil muy interesante.

## SEGUNDO DÍA DE TERRENO:

Resultó de gran interés apreciar la abundante regeneración de lingue, que estaba volviendo dentro de un bosque de roble en el cual se había aislado el ganado. En este sentido Chile aparece con ventajas sobre la situación Europea, ya que acá no existe fauna silvestre mayor que dañe la regeneración natural, lo que permite realizar esta técnica de reconstrucción de bosques; en Europa la gran cantidad de especies de fauna mayor no hace aplicables este tipo de técnicas.

Se visitaron una serie de plantaciones mixtas en hileras en el predio Miraflores, X región (Figura 3), plantadas con disposición rectangular a 3,5 x 1,8 m, en las cuales todas las especies empleadas correspondían a especies principales, y donde se aplicaban técnicas silviculturales y raleos oportunos (Figura 4). Una evolución interesante a dicha situación sería establecer combinaciones de una(s) fila(s) de especie(s) principal(es) con una(s) fila(s) de especies secundarias.



*Figura 3 (arriba). Aspecto de una plantación mixta en hilera en el predio Miraflores.*

*Figura 4 (derecha). Plantación mixta en hilera de Quercus robur asociado a castaño. Se observa una arquitectura poco tradicional en comparación con el hábito natural de Quercus, la que permite producir mayor cantidad de madera de calidad*



## TERCER DÍA DE TERRENO:

Durante la mañana se llevó a cabo la primera charla prevista en mi visita, titulada “Plantaciones Mixtas, evolución y experiencia en el ámbito europeo”, donde relaté en forma didáctica la evolución de la investigación y aplicación a escala operativa desde sus inicios, incluyendo el tipo y modalidad de investigación realizada a nivel Europeo.

Por la tarde se visitaron plantaciones industriales de la empresa Forestal Valdivia en la X región, que son representativas de la silvicultura industrial predominante en el país.

Se visitó una plantación de *Eucalyptus nitens* extremadamente densa, con ciclos culturales previstos de 12-15 años, en la cual la intervención humana parecía limitada. Me pareció esencialmente una arboricultura de cantidad.

Posteriormente, y dentro de la misma empresa, tuve oportunidad de interiorizarme con todo el ciclo cultural del pino radiata, desde la plantación, primer raleo, segundo raleo, y hasta la corta final efectuada a tala rasa a los 22-24 años, cuando se alcanza un diámetro medio de 36 cm. Esto me pareció muy interesante debido a que eventualmente la especie al momento de la corta final aún se encontraba en la fase juvenil de crecimiento; aunque no se consideran incrementos constantes en el tiempo (los anillos de crecimiento producidos con ese sistema son irregulares), tengo la impresión que la plantación se encontraba en esa fase de su desarrollo.

Finalmente se visitó un aserradero del mismo grupo, Arauco, también en la X región, en donde el material producido en las plantaciones de la empresa es procesado, cerrándose el ciclo con las piezas aserradas que posteriormente se comercializan tanto en los mercados internacionales como nacionales, en función de la calidad producida.

## CUARTO DÍA DE TERRENO:

Durante la mañana se llevó a cabo la segunda charla prevista en mi visita, titulada “Poda de latifoliadas para producir maderas de alto valor”, donde relaté las técnicas de poda desarrolladas y aplicadas en diferentes países europeos, así como la evolución de la investigación, incluyendo el tipo y la modalidad de ejecución implementadas a nivel principalmente italiano.

Posteriormente se visitó una plantación experimental mixta de fresno asociado a nogal negro, liquidambar y castaño en la IX región (Angol). Debido a su evolución se prevé que el fresno será la especie principal final, ya que crece bien, vigoroso, y con una arquitectura fácil de controlar.

## QUINTO DÍA DE TERRENO:

Se visitó una empresa que se dedica al cultivo del álamo en la VII región, usando varios clones de origen italiano, algunos de los cuales ya no se usan en Italia debido a las graves enfermedades que presentan. La plantación es muy parecida a los sistemas tradicionales italianos, con distanciamientos cuadrados a 6 x 6 m. Adicionalmente, durante los primeros años se efectúan cultivos intercalados de maíz, y posteriormente se incorporan animales para que pastoreen entre medio de los árboles en crecimiento.

La empresa es extremadamente disponible a realizar experimentación, y de hecho en los últimos años, y de forma masiva, realizó experimentaciones sobre 300 ha en que se plantó álamo (diferentes clones) a 3 x 6 m, en

las cuales al tercer año se raleaba la mitad de las plantas, las que a su vez eran replantadas en otros predios. Ello fue realizado en el objetivo de lograr una utilización máxima del suelo.

Dicha situación, en un país como Chile, parece bastante extraña: por un lado, porque dicha experiencia fue realizada sobre significativas extensiones de terreno, y también porque denota la predisposición de la empresa a buscar soluciones nuevas; de hecho, la misma empresa ha acogido tres plantaciones experimentales de INFOR, de los cuales dos corresponden a ensayos de nogal común para evaluar procedencias y progenie, y el tercero corresponde a una plantación mixta de nogal común con olivo de bohemia, muy hermosa e interesante, que demuestra que también en Chile el nogal responde en forma magnífica a su asociación con especies secundarias.

## SEXTO DÍA DE TERRENO:

Visité otra plantación experimental de nogal común en la precordillera de la VI región (San Fernando) donde se presentaban problemas derivados del sitio (viento, acumulación de agua superficial), y tal vez debidos también a la relación con el propietario. Las plantas se presentan delgadas, con pocas ramas, y el año entrante podrían presentar problemas de estabilidad. Lo anterior parece deberse a una poda drástica que el propietario realizó a continuación de la poda progresiva efectuada por INFOR el invierno anterior.

El ambiente, muy hermoso, se parece mucho a la *Macchia* mediterránea italiana. En esta zona pude apreciar por primera vez en forma detenida plantas de espino (*Acacia caven*), que puede ser una especie interesante esencialmente por su utilidad para entidades agrícolas: es una especie melífera, forrajera, entre otras aplicaciones.

## **2. COMENTARIOS SOBRE PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MADERAS DE ALTO VALOR EN CHILE**

Durante este viaje se realizaron tres seminarios; el primero en Valdivia sobre plantaciones mixtas, el segundo en Temuco sobre técnicas de poda de latifoliadas, y el tercero sobre arboricultura en general en la ciudad de Santiago. En dichas ocasiones pude percibir que son temas nuevos y que no resultan de fácil entendimiento para gran parte del público asistente.

Mi impresión personal ha sido que el mundo europeo en el que he trabajado en muchos casos es muy lejano de la situación chilena. Extremadamente interesante me han parecido los contactos que se establecieron con algunos forestales de Prosilva; aun considerando nuestras diferencias, se encontraron muchos puntos de interés y objetivos comunes. Ellos representan un punto de partida importante para el desarrollo de un modelo de plantaciones mixtas en Chile, debido a su experiencia, concepto más global y objetivos productivos planteados, por lo que recomiendo que se trabaje en conjunto con ellos, en especial con Herbert Siebert, quien tiene una notable experiencia y conocimiento derivados de observaciones realizadas durante años a la naturaleza y a su reacción ante diferentes intervenciones, lo que representa un aporte valioso para el desarrollo de la temática. Herbert también ha desarrollado modelos de cultivo innovativos a partir de un conocimiento detallado de su realidad.

Por otra parte percibí un mundo forestal que es muy cerrado y en general no muy disponible a discutir soluciones diferentes o alternativas a las tradicionales que se tienen en mente. En todo caso, en cada una de las charlas realizadas se encontraron personas interesadas por desarrollar un nuevo modo de cultivar los árboles; por una parte con una silvicultura más naturalista, y por otra con una cultura del árbol inserto dentro de unidades productivas agrícolas. Ello es un indicativo de un momento propicio para el estudio de la temática a nivel nacional.

Creo que en futuro se pueda continuar una serie de investigaciones y experimentaciones para verificar en plantaciones mixtas el efecto sobre las especies principales por parte de especies secundarias, tanto exóticas como autóctonas. De hecho, creo que uno de los desafíos más importantes en este sentido sea el de encontrar y experimentar una determinada cantidad de especies secundarias, tanto arbóreas como arbustivas.