



El Acacio

(Robinia pseudoacacia)

una alternativa para producir postes y polines



La Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, tiene la función de impulsar y promover la innovación en las distintas actividades de la agricultura nacional, para contribuir a su modernización y fortalecimiento. De este modo, la labor de FIA busca mejorar la rentabilidad y competitividad de las producciones agrarias, a fin de ofrecer mejores perspectivas de desarrollo a los productores y productoras agrícolas y mejorar las condiciones de vida de las familias rurales del país.

Para ello, 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, agroforestal y dulceacuícola, con los objetivos de:

- aumentar la calidad, la productividad y la rentabilidad de la agricultura
- diversificar la actividad sectorial
- incrementar la sustentabilidad de los procesos productivos
- promover el desarrollo de la gestión agraria

En este marco, FIA solicitó al ingeniero forestal y consultor Claudio Zunino A. la elaboración del presente documento, que pretende ser una herramienta de apoyo para profesionales y técnicos vinculados a la actividad forestal y, en especial, para los productores agrícolas y forestales del país.

El Acacio

(Robinia pseudoacacia)

una alternativa para producir postes y polines

Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

Santiago de Chile
2000

ISBN 956-7874-10-7

Registro de Propiedad Intelectual
Fundación para la Innovación Agraria
Inscripción N° 115.042

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Santiago, Chile
Septiembre de 2000

Fundación para la Innovación Agraria
Av. Santa María 2120, Providencia, Santiago
Fono (2) 431 30 00
Fax (2) 334 68 11

Centro de Documentación
Fidel Oteíza 1956, Of. 21, Providencia, Santiago
Fono/Fax (2) 431 30 30

E-mail fia@fia.gob.cl
Internet <http://www.fia.gob.cl>

Presentación

La especie *Robinia pseudoacacia* se encuentra integrada al paisaje rural del país, especialmente entre las Regiones V y VII, donde existen pequeños bosquetes que se utilizan para la extracción de madera destinada a postes y cercos.

Se trata de un árbol de rápido crecimiento y escasos requerimientos de suelo y humedad, que puede establecerse en suelos no agrícolas o en suelos forestales que no son adecuados para otras especies. Su madera soporta muy bien el trabajo mecánico y presenta una alta resistencia a la pudrición, de tal manera que no requiere ser preservada, condiciones que la transforman en una buena alternativa para la obtención de madera redonda.

A pesar de estas favorables características, la madera de Robinia no se utiliza en Chile en forma masiva, debido al desconocimiento del manejo y de las características de crecimiento de la especie. Con el objetivo de estudiar estos factores, la Fundación para la Innovación Agraria impulsó y financió parcialmente el proyecto "Determinación del crecimiento de *Robinia pseudoacacia* y análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la madera en bosquetes ubicados en la VII Región, con el fin de producir postes y polines", que ejecutó en Instituto Forestal entre 1996 y 1998.

Junto a los objetivos ya señalados, la iniciativa se orientó a determinar la factibilidad económica de producir postes y polines con madera de Robinia. De este modo, buscaba contribuir a ofrecer una nueva opción productiva a los propietarios agrícolas que ya poseen bosquetes silvestres de Robinia, así como

a aquellos interesados en desarrollar plantaciones con esta especie. El presente documento se basa en los resultados de ese proyecto, y entrega además un conjunto de información adicional que completa y actualiza esos resultados.

Paralelamente, la Fundación ha apoyado también la edición de otras publicaciones sobre esta especie, elaboradas en el proyecto "Diversificación de alternativas de producción forestal y agroforestal para pequeños propietarios en el secano", administrado por FIA en el marco del Proyecto de Desarrollo de las Comunas Pobres de la Zona del Secano, de INDAP.

La presente publicación, con una orientación eminentemente práctica, complementa la información ya disponible sobre esta especie, aportando en particular recomendaciones precisas tanto para el manejo de los bosquetes silvestres existentes, como para el establecimiento de plantaciones. Asimismo, profundiza en los análisis de rentabilidad de cada una de esas opciones, elaborados sobre la base de información de rendimientos, costos de obtención de productos, precios de venta y mercado potencial obtenidos en la Región del Maule.

El documento fue elaborado, a solicitud de FIA, por el ingeniero forestal y consultor Claudio Zunino A., quien coordinó en su oportunidad el proyecto FIA-INFOR. Esta publicación, tal como el proyecto que le dio origen, se enmarcan en el esfuerzo permanente de FIA por impulsar opciones productivas que abran nuevas perspectivas de desarrollo a los productores agrícolas de las diversas regiones. Al darlo a conocer, la Fundación para la Innovación Agraria espera que represente una contribución para profesionales y técnicos vinculados a la actividad forestal y, en especial, para los productores agrícolas y forestales del país.

Índice

INDICE

1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE	9
1.1. Origen y distribución de la especie	10
1.2. Clasificación y variedades	11
1.3. Requerimientos de suelo y clima	14
1.4. Plagas y enfermedades	14
2. PRODUCCIÓN Y MERCADO	17
2.1. La producción y el mercado mundial	17
2.2. Los productos en Chile y su proyección	18
2.2.1. Proyecciones del mercado nacional	19
2.2.2. Caracterización de los productos	21
2.2.3. Competencia de productos de acacio con productos alternativos	23

3. CRECIMIENTO DEL ACACIO EN CHILE	25
3.1. Tipos de bosquetes en la VII Región	27
3.2. Crecimiento en diámetro, altura, volumen y productos	30
3.2.1. Crecimiento en diámetro	30
3.2.2. Crecimiento en altura	31
3.2.3. Crecimiento en volumen	32
3.2.4. Productos posibles de obtener	33
3.2.5. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de acacio en la VII Región	34
3.3. Recomendaciones para el manejo de bosquetes silvestres	36
4. RECOMENDACIONES PARA LA FORESTACIÓN CON ACACIO	39
4.1. Vivero y tipo de plantas	39
4.2. Tipos de suelo y tratamiento del sitio	40
4.3. Densidad y esquemas de plantación	41
4.4. Control de malezas	42
4.5. Fertilización	42
4.6. Riegos	43
4.7. Cuidados culturales	43
4.8. Silvicultura	44
4.8.1. Plantación de 2.500 árboles/ha	44
4.8.2. Plantación de 1.250 árboles/ha	45

5. RENTABILIDAD DE LA FORESTACIÓN CON ACACIO	47
5.1. Estándares de costos y rendimientos	47
5.2. Proyección de ingresos por venta de productos	51
5.3. Incentivos a la forestación	52
5.4. Proyección de la rentabilidad de plantaciones con acacio	53
5.4.1. Rentabilidad sin el incentivo del DL 701	53
5.4.2. Rentabilidad con el incentivo del DL 701	54
6. RENTABILIDAD DEL MANEJO DE BOSQUES SILVESTRES DE ACACIO	57
7. CONCLUSIONES	59
8. BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	63
1. FLUJO DE FONDOS DE LA FORESTACIÓN CON ACACIO	63
2. FLUJO DE FONDOS DEL MANEJO DE BOSQUES CON ACACIO	67

Características de la especie

La *Robinia pseudoacacia*, más conocida en Chile como acacio, aparece como una especie más del paisaje campestre nacional. Se puede observar comúnmente en la zona central del país (Regiones V a VII), preferentemente cerca de canales y ríos, conformando cortinas cortaviento, sombreaderos de ganado, o simplemente como pequeños bosquetes para extracción de madera destinada a cercos y postes.

La especie se ha integrado tanto al paisaje nacional, que pocos conocen su origen exótico, tal como ocurre con el álamo y el sauce llorón.

En la zona desde Aconcagua hasta Chillán, por el llano central, no es raro encontrar hileras de acacio cerca de canales o ríos. También se ha utilizado como árbol ornamental en calles y avenidas, por ejemplo, en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana de Santiago, donde gran parte de los barrios se encuentran adornados con esta especie.

La especie probablemente se introdujo al país por su belleza. Su follaje adquiere en primavera y verano un intenso color verde y provee de una agradable semisombra. El árbol produce flores blancas dispuestas en racimos y durante el invierno no quita la luz solar, debido a que en esta temporada no tiene follaje. Es además un árbol de rápido crecimiento y de pocos requerimientos de suelo y humedad. En la actualidad se ha utilizado para cubrir zonas de picnic en las cercanías de Santiago, debido indudablemente a su belleza y a su rápido crecimiento.

La madera de Robinia se ha destinado tradicionalmente a la elaboración de elementos de dimensiones cortas, como asas de herramientas. Debido a su dureza se ha empleado para piezas de arado y, especialmente, postes y polines para cercos y viñedos. Eventualmente ha sido usada también en estructuras principales de medialunas de rodeo, donde soporta muy bien el trabajo mecánico.

En opinión de los agricultores que la utilizan, es una muy buena madera para estructuras sometidas a trabajo mecánico y soporta muy bien las inclemencias del medio ambiente.

A pesar de estas favorables condiciones, esta madera no se utiliza en Chile de manera masiva, debido al desconocimiento del manejo y las características de crecimiento de la especie. Hasta ahora se ha manejado de manera muy rústica y con técnicas derivadas únicamente del conocimiento empírico del agricultor, y sólo se usa si se dispone en el predio de un bosque antiguo, la mayoría de las veces silvestre, del cual se extrae lo necesario para cubrir las necesidades del momento.

A estos antecedentes se suma el hecho de que la especie puede producirse en suelos no agrícolas, o en suelos forestales que no son adecuados para el pino o el eucalipto, factores que en conjunto transforman al acacio en una muy buena alternativa para la obtención de madera redonda, y a precios competitivos. Además, sus flores lo convierten en un árbol muy cotizado por los apicultores en las zonas donde hoy está presente.

1.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE

El acacio es originario de Estados Unidos y se distribuye entre los 35° y 43° de Latitud Norte, en una zona dividida en dos áreas. El área este se extiende desde el centro de Pennsylvania hasta el norte de Alabama y Georgia a lo largo de 1.000 km, en los Montes Apalaches, incluyendo los estados de West Virginia, Virginia, Maryland, Kentucky, Tennessee y Carolina del Norte y Sur. También se encuentra en el sur de Ohio y en el noreste de Indiana. El área oeste se

distribuye en las montañas Ozark, al sur de Missouri, en el norte y este de Arkansas y el este de Oklahoma.

Actualmente se puede encontrar en países como Italia, España, Francia, Alemania, Holanda, Hungría y Rumania, entre otros. También en Asia, específicamente en Corea del Sur, que posee en la actualidad las mayores plantaciones del mundo, que alcanzan a 1.230.000 ha.

En Latinoamérica se pueden encontrar plantaciones en Argentina, que inició ensayos de introducción en 1913 y que en 1997 totalizaba 3.000 ha. En los demás países de Latinoamérica se encuentra con las mismas características que en Chile, muy cercano al estado silvestre.

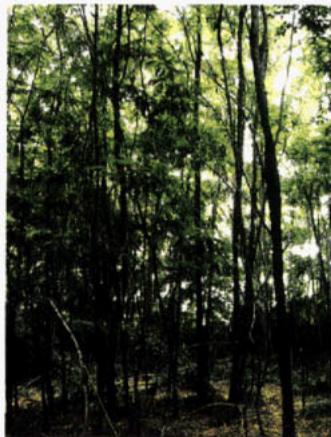
En Hungría la especie fue introducida alrededor del 1710 y la forestación masiva comenzó entre 1865 y 1895. Hoy alcanza superficies del orden de 300.000 ha y un grado de industrialización avanzado. En este país se ha diseñado un plan de forestación de largo plazo con el objetivo de llegar al año 2050 con 600.000 ha de acacio.

1.2. CLASIFICACIÓN Y VARIEDADES

Pertenece a la familia de las Papilionáceas (Fabáceas). El nombre genérico *Robinia* se le dio en honor de Jean Robin (1550-1629), herbolario de Enrique IV y de Luis XIII de Francia, y de su hijo, Vespasian Robin, quien cultivó este árbol por primera vez. El nombre específico *pseudoacacia* significa "falsa acacia", y éste es el nombre vulgar que recibe (acacio) debido a que en la base de cada hoja tiene espinas pequeñas, siempre en pares, tal como ocurre con algunas acacias.

Los nombres vulgares que recibe *R. pseudoacacia* en España, según diversos autores son: Acacia blanca, Acacia de flor, Acacia falsa y Robinia. Los nombres vulgares que recibe en Europa son: en Inglaterra, Black locust, Common robinia, False acacia, Robinia; en Alemania, Falsche Akazie, Gemeine Robinie; en Italia, Robinia, Falsa acacia; y en Francia, Robinier, Faux-acacia.

Es un árbol de follaje caduco, de copa abierta con pocas ramas espinosas, tronco recto recubierto de corteza gruesa y fisurada. Su sistema radicular está formado por una raíz principal que no profundiza mayormente y desarrolla en cambio fuertes raíces laterales. Esto la hace excelente para estabilizar suelos, pero muy susceptible a la competencia de malezas, incendios y pisoteo del suelo, en edades tempranas.



Bosquete silvestre de Robinia en Linares (VII Región)

Presenta hojas caducas, compuestas de 7 a 19 folíolos opuestos, ovalados, pubescentes cuando jóvenes y pecioladas, con un par de espinas fuertes en la base. Las flores están dispuestas en racimos axilares colgantes de 10 a 20 cm de largo, muy perfumadas. El cáliz es verdoso y acampanado y la corola papilionada. La floración se produce entre octubre y noviembre. El fruto es una vaina colgante lanceolada-oblonga, de 5 a 10 cm de longitud, de color café castaño. Las semillas, en número de 4 a 10, son reniformes y negras.

El acacio se propaga mediante semillas, por renuevos provenientes de la raíz y rebrotes de tocón. Es de crecimiento muy rápido y puede hacerse invasor si las condiciones son apropiadas para ello. Es una especie extremadamente rústica, con pocos requerimientos especiales en cuanto al terreno donde se planta. Es de hábito heliófilo, de allí que las altas densidades de plantación provoquen una alta competencia entre individuos. Soporta bien temperaturas extremas y resiste podas drásticas.

La especie es una leguminosa y en sus raíces tiene nódulos con bacteria del género *Rhizobium*, que aumentan el contenido de nitrógeno del suelo, mejorando su calidad. Algunos autores estiman en 50 kg/ha la cantidad de nitrógeno puesta en circulación, especialmente en plantaciones de edades superiores a 10 años. Además, genera un enriquecimiento directo del suelo debido a la rápida descomposición de su hojarasca y ramillas, lo que significa una incorporación de nitrógeno de rápida disponibilidad. De esta forma se liberan también otros nutrientes (Ca, K, Mg, y otros) y se incrementa el pH.



Inflorescencias y hoja compuesta características de la especie

Dentro del género *Robinia* la especie *pseudoacacia* L., acacia blanca o común, presenta algunas variedades como:

- var. *rectissima* Raber (acacio tipo mástil de barco)
- var. *unifolia* Talou (acacio de una sola hoja)
- var. *pyramidalis* Pépin (acacio de forma piramidal)
- var. *inermis* D. C. (acacio sin espinas)

Existen además algunas variedades de importancia para la producción de miel, como:

- var. *praecox* (de floración temprana)
- var. *galiana* (de floración tardía)
- var. *semperflorens* (de floración continua)

1.3. REQUERIMIENTOS DE SUELO Y CLIMA

El acacio crece en forma natural en regiones de clima húmedo, donde las precipitaciones anuales varían entre 1.000 y 1.500 mm, de los cuales un promedio de 500 a 700 mm se registran en la estación de crecimiento. Las temperaturas del mes más cálido varían entre 20 y 27°C, con máximas de 30 a 38°C y las temperaturas en el mes más frío varían entre 2 y 8°C, con mínimas de -10 a -25°C. El número promedio de días libres de heladas que requiere por año varía entre 140 y 220. Resiste bien el frío y la sequía y necesita un periodo estival prolongado de modo que sus ramillas anuales puedan lignificar bien y resistir los efectos de fuertes heladas.

Esta especie crece en diversos suelos, evitando los muy secos y pesados. Su mejor crecimiento se produce en suelos aireados y de buen drenaje. En suelos mal drenados y poco profundos (menos de 35 cm), el crecimiento es bajo. Logra desarrollarse bien en texturas arenosas o limosas de estructura suelta. Tolerancia bien las variaciones de pH entre 4,6 y 8,2, aunque valores próximos a 7 le son más favorables; los suelos calcáreos le son propicios.

1.4. PLAGAS, ENFERMEDADES Y OTROS DAÑOS

En la literatura se mencionan pocas enfermedades o agentes que causen algún tipo de daño a los acacios, dentro de los cuales se encuentran:

- En los bosquetes de la VII Región se han observado algunos individuos aislados con parte del follaje seco, debido a un hongo perteneciente a la clase Basidiomycetes, que ataca las raíces, asociado a pudrición blanca de raíces, con presencia de rizomorfos y abanico de miscelio muy pequeño bajo la corteza, lo cual podría corresponder a *Armelaria mellea*. Se controla mediante fungicidas.
- También se encontraron algunos individuos infectados en su follaje con pulgones, conchuelas y escamas.

- Otra patología que se presenta en los bosquetes del país es la deformación del tronco o fuste, producto de la invasión de zarzamora que sube por el tronco, obligando al árbol a deformar su tronco para buscar la luz. Esta invasión también provoca la inclinación de los árboles, como consecuencia del peso que deben soportar. Para el control de la zarzamora, se recomienda la aplicación de herbicidas antes de la plantación y posteriormente extracción manual.
- *Oiketicus kirbyi* o bicho del cesto. Es un lepidóptero que en algunos ensayos realizados en Argentina se ha presentado en forma intermitente pero con carácter devastador, retrasando el desarrollo de los árboles. No es difícil de controlar mediante la extracción de los árboles atacados y aplicando posteriormente insecticidas.
- Mosaico del acacio, causado por un virus. Fue observado en Hungría, en 1972, dentro de un ensayo de clones, y para controlarlo se removieron los árboles atacados .
- *Vasates robiniae*. Es un nemátodo que fue observado en estacas verdes de acacio en Hungría. Es un caso particular y se controló mediante plaguicidas.
- Además, en ensayos de clones en Hungría se han observado algunos daños por helada, determinándose variedades que son más resistentes y otras más propensas a las heladas, en los huertos semilleros que se han logrado establecer.

Producción y mercado

2.1. LA PRODUCCIÓN Y EL MERCADO MUNDIAL

El mercado mundial del acacio es pequeño, comparado con el de otras especies, particularmente provenientes del hemisferio norte, destinadas a producir pulpa o partes y piezas de muebles. En los países donde se cultiva masivamente, los volúmenes producidos se destinan al consumo interno. Es así como en Hungría en la década del 80 se obtuvieron 1.386.300 metros cúbicos sólidos sin corteza (m^3 ssc), promedio anual, distribuidos de la siguiente forma:

CUADRO 1
UTILIZACIÓN DE LA MADERA DE ACACIO EN HUNGRÍA

PRODUCTOS	MILES DE m^3	PORCENTAJE
Trozos para aserrío y chapas	146,3	10,5
Madera aserrada	169,6	12,2
Postes y polines	73,7	5,3
Madera para pulpa	69,4	5,0
Tableros de fibra y partículas	32,6	2,4
Otros usos industriales	164,7	11,9
Subtotal	656,3	47,3
Leña gruesa	604,1	43,6
Leña fina	125,9	9,1
Volumen total s/corteza	1.386,3	100,0

Fuente: Kerestezi, 1983

Como se puede apreciar, el volumen destinado a madera de calidad es cercano a la mitad del total, quedando un porcentaje importante como leña. Esto se debe a los altos estándares de calidad de los productos exigidos en ese país.

En otros países productores de acacio, el objetivo principal es producir postes y polines, debido a las características de alta resistencia mecánica y durabilidad de la madera frente a la pudrición. Los productos son para consumo interno, sin que la literatura registre ningún nivel de exportación.

2.2. LOS PRODUCTOS EN CHILE Y SU PROYECCIÓN

En Chile, el mercado está basado principalmente en la madera redonda (postes y polines) y los antecedentes recopilados corresponden a información proporcionada por pequeños y medianos propietarios de la VII Región, y por empresas frutícolas y vitivinícolas.



Almacenaje y secado al aire de polines

Los propietarios y encargados de operaciones de las empresas coincidieron en un aspecto básico: utilizan el acacio eventualmente para postes y polines y la tendencia es adquirir productos de pino radiata, debido a que existe un mercado formal, con estándares de dimensionamiento, impregnación, calidad y selección, además de estar disponible en toda temporada un inventario de volúmenes suficientes para satisfacer la demanda de la zona.

Otro aspecto importante es la opinión generalizada de los agricultores de la zona, avalada por años de uso del acacio, en el sentido de que lo prefieren principalmente por su duración, resistencia a la tracción y por ser un producto sin preservantes químicos. En cuanto al precio, obviamente se muestran inclinados por el bajo precio de los productos de acacio. Sin embargo, señalan que estarían dispuestos a pagar lo mismo que por el pino radiata, si los productos de acacio tuvieran las mismas características de forma, dimensión y disponibilidad.

Es claro entonces que el mercado de postes y polines ha sido dominado por el pino radiata impregnado, debido a que no existe una oferta de productos de acacio suficiente en términos de cantidad y calidad.

2.2.1. Proyecciones del mercado nacional

El mercado nacional para postes y polines de acacio se encuentra inexplorado, teniendo un potencial considerable, toda vez que, según las opiniones recogidas, la especie es de uso preferente. Para otros productos no hay información, y es poco probable que el acacio penetre los nichos del mercado de la pulpa, los tableros o la madera aserrada, que en la zona central están cubiertos por maderas nativas o pino y eucalipto.



Trozos de *Robinia* de diámetro utilizable

Un aspecto interesante es que las fluctuaciones de la demanda de postes y polines están asociadas a las expansiones y contracciones del sector frutícola, y especialmente del sector vinícola.

En este sentido los encargados de viñas se muestran muy abiertos a utilizar el acacio como alternativa al pino impregnado. En cuanto a la evolución de esta demanda, puede estimarse que, de mantenerse atractivo el precio internacional del vino, la superficie de viñedos tendrá, en términos conservadores, una tasa de crecimiento del orden de 1.000 ha/año (período 1998-1999 para la VII Región), lo que muestra un mercado muy atractivo para el acacio.

Para determinar la demanda potencial de productos, se realizó un cálculo de los productos requeridos para la instalación de una hectárea de viña en espaldera. Consultando a los viñedos que se están instalando, se determinó que se requiere un tutor o rodrigón por planta (4.000/ha). La plantación se ordena en hileras separadas a 2,5 m, lo que equivale a 40 hileras en una hectárea. Al comienzo y final de cada una se instala un cabezal, de modo que se requieren 80 cabezales. En la hilera se instalan centrales cada 5 m, de modo que se necesitan 800 centrales por hectárea.

En resumen, los requerimientos de productos para instalar una hectárea de viñas en espaldera son:

CUADRO 2
PRODUCTOS REQUERIDOS PARA LA INSTALACIÓN DE 1 HA DE VIÑAS EN ESPALDERA
VII REGIÓN

PRODUCTO	NÚMERO POR HECTÁREA
Rodrigones o tutores	4.000
Centrales	800
Cabezales	80
Polines	Variable. Depende de la superficie a cercar y el tipo de cerco

Fuente: Proyecto FIA-INFOR, 1998.

Si estos valores se multiplican por 100 o por 1.000 ha, resulta una demanda de madera muy atractiva para los productores de madera redonda.

La superficie actualmente en producción y formación de viñas, parronales y uva de mesa en la VII Región se presenta en el cuadro siguiente.

CUADRO 3
SUPERFICIE EN PRODUCCIÓN Y FORMACIÓN DE UVA DE MESA, VIÑAS Y PARRONALES
VII REGIÓN (HECTÁREAS)

PROVINCIA	UVA DE MESA (ha)	VIÑAS Y PARRONALES (ha)	TOTAL (ha)
Curicó	253,5	10.388,6	10.642,1
Talca	80,8	6.024,1	6.104,9
Linares	76,4	8.482,7	8.559,1
Cauquenes	9,4	4.658,5	4.667,9
Total Región	420,1	29.553,9	29.974,0

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Estadísticas, 1997.

Si se asocia la demanda potencial de productos de acacio a la superficie de viñas y parronales, que requieren madera redonda para su establecimiento y recambio de elementos, se ve claramente que el mercado disponible es muy interesante, más aún considerando que este sector muestra una tendencia clara a la expansión para los próximos 10 años.

Cabe destacar que también se utilizan productos de madera, que eventualmente pueden elaborarse con acacio, para el establecimiento de plantaciones de frutales como manzanos, cerezos, frambuesas y kiwis, entre otros.

2.2.2. Caracterización de los productos

Los productos primarios de acacio que se comercializan actualmente se presentan en el Cuadro 4, de acuerdo con información obtenida en distintas zonas agrícolas de la VII Región, referente a los usos actuales del acacio, productos obtenidos y dimensiones.

CUADRO 4
PRODUCTOS DE ACACIO COMERCIALIZADOS EN LA VII REGIÓN

PRODUCTO	LARGO (METROS)	DIÁMETRO MENOR CON CORTEZA		USOS
		PULGADAS	CM	
Cabezales	2,2	5-7	12,7-17,8	Se ubican al comienzo y final de las hileras de las viñas
Polines o centrales	2,2	3-5	7,6-12,7	Se ubican sobre las hileras de las viñas y se usan también para cercar predios
Tutores o rodrigones	1,2	2-3	5,1-7,6	Se utilizan para guiar las plantas durante los dos primeros años
Puntales con horqueta	> 2,5	3-5	7,6-12,7	Se utilizan para afirmar ramas de manzanos con frutas
Postes	3	8-10	20,3-25,4	Se utilizan para construir puentes, para afirmar portones y como postes para galpones
Postes	6-8	8	20,3	Se utilizan para tendidos eléctricos
Esquineros	5-6	>10	>25,4	Se utilizan en las esquinas de los parronales
Asas de herramientas	Variable	Variable	Variable	Se utilizan para mangos de hachas, palas, rozones, martillos y azadones, entre otros
Varas	4-6	5	12,7	Se utilizan para construir corrales y para carros tirados por caballos
Leña	Es un producto que no se comercializa, sólo se destina a consumo interno en los predios y corresponde a trozos de mala forma y de dimensiones muy variables			

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998. Comunicaciones personales de productores de la provincia de Linares, VII Región.

2.2.3. Competencia de productos de acacio con productos alternativos

Una comparación de precios, con valores de la VII Región, muestra claramente las ventajas que presenta el acacio en la actualidad.

CUADRO 5
PRECIOS DE PRODUCTOS DE ACACIO Y PINO EN LA VII REGIÓN
(VALOR UNITARIO EN PESOS)

PRODUCTO	DIÁMETRO (PULGADAS)	DIÁMETRO (CM)	LARGO (M)	USOS	ACACIO ¹ \$/UNIDAD	PINO ² \$/UNIDAD
Postes	8	20,3	6-8	Tendidos eléctricos	8.000	30.000
Postes	8-10	20,3-25,4	3	Puentes, portones	3.000	12.500
Varas	5	12,7	4-6	Corrales, cercos	1.000	7.600
Cabezales	5-7	12,7-17,8	2,2	Frutales	700	1.500
Centrales o polines	3-5	7,6-12,7	2,2	Viñedos, cercos	500	1.200
Tutores	2-3	5,1-7,6	1,2	Frutales	100	350

1 Valores a octubre de 1999, productos elaborados en el predio, con flete de menos de 20 km.

2 Madera impregnada (CCA) puesta en barraca en Talca.

Fuente: barracas de Talca, 1999.

A pesar de lo convenientes que resultan los precios de los productos de acacio, el nicho de mercado de la madera redonda está ocupado principalmente por pino y ocasionalmente por Eucalipto. Esto ocurre fundamentalmente por las siguientes razones:

- En el caso del pino y el eucalipto, existen estándares dimensionales y de calidad que se han mantenido en el tiempo, lo cual es una garantía para el usuario.
- En el caso del pino y el eucalipto, existe un stock durante todo el año, lo que permite al usuario satisfacer sus demandas de manera inmediata, o planificar sus necesidades durante temporadas completas.

Si estos dos requerimientos fueran implementados para el acacio, es altamente probable que los agricultores cambiarían sus preferencias, incluso frente a precios similares.

La comercialización de acacio se realiza a nivel informal, sin que existan procesos de producción establecidos, lugares de acopio, selección ni mantención de inventario. El mercado de esta especie funciona cuando existen necesidades de usuarios, es decir, cuando se genera un poder comprador. Entonces los propietarios de bosquetes de acacio reaccionan poniendo una oferta en el mercado, que por lo general es el remanente de sus necesidades internas y no necesariamente cubre el total de la demanda.

Frente a esta realidad, se espera que surjan naturalmente cadenas de comercialización de productos de acacio, en la medida que se establezca un proceso productivo formal, con normativas o estándares en términos de diámetro, largo y calidad, lo que dependerá del aumento de las superficies cultivadas con esta especie y la aplicación de un manejo adecuado. Estas cadenas, en todo caso, no serán otras que las existentes hoy, basadas en pino y ocasionalmente eucalipto.

Crecimiento del acacio en Chile

Los antecedentes que se entregan en este capítulo fueron recopilados y generados por el proyecto "Determinación del crecimiento de *Robinia pseudoacacia* y análisis de las propiedades físicas de la madera, en bosquetes ubicados en la VII Región del país, con el fin de producir postes y polines", desarrollado durante 1997 y 1998 por el Instituto Forestal e impulsado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

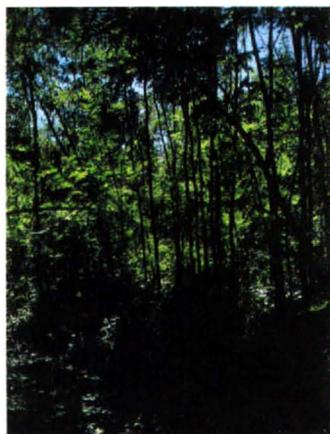
Este proyecto, con una duración de 12 meses, tuvo los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el crecimiento del acacio en la VII Región
- Describir las características generales del suelo, clima y vegetación del sitio donde están ubicados los bosquetes
- Describir la forma, follaje y copa de los árboles muestreados
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la madera de acacio, por medio de la determinación de la densidad, peso específico, resistencia mecánica y contracción de la madera
- Estudiar el mercado de postes y polines de pino radiata y otras especies en la VII Región del país y analizar la factibilidad económica de producir postes y polines de acacio

El proyecto se gestó en el marco del crecimiento sostenido que ha experimentado el sector silvoagropecuario en la VII Región durante los últimos 10 años, que ha aumentando la demanda de postes y polines de pino radiata impregnado, los cuales se emplean en el cercado, construcciones y electrificación de los predios agrícolas y forestales.

Este proceso ha llevado a muchas empresas a elaborar y comercializar estos productos, los cuales se impregnan empleando sustancias químicas en cantidades considerables en la forma de fungicidas e insecticidas (que contienen en la mayoría de los casos cromo, cobre y arsénico). Con el tiempo, estas sustancias provocan un efecto negativo sobre el medio ambiente y, adicionalmente, su uso aparta a estos procesos productivos de la tendencia mundial de utilizar el mínimo de productos químicos en el agro.

Debido a lo anterior, se consideró necesario evaluar, como alternativa al pino radiata, los productos de acacio que, además de no requerir el empleo de químicos (por su alta resistencia a la pudrición), pueden ser producidos por pequeños propietarios en sus propios predios.



Bosquete silvestre de Robinia en pleno crecimiento (izquierda)
y bosqueque manejado, en invierno (derecha)

3.1. TIPOS DE BOSQUETES EN LA VII REGIÓN

En general las formaciones encontradas en la VII Región corresponden a bosquetes asilvestrados, que han sido sometidos a sucesivas extracciones sin un ordenamiento previo, simplemente extrayendo el material de mejor calidad para los usos que el usuario requiera en ese instante. Esto ha provocado que los bosquetes normalmente sean producto de rebrotes de tocón, conformando una masa arbórea desordenada y de baja calidad. Otra formación común son las plantaciones en hileras para demarcación de linderos, a veces cercanas a canales de regadío o caminos.



Fustes aprovechables en un bosque silvestre de Robinia

En general, los suelos en los que se encuentran estos bosquetes son delgados, pedregosos, de estructura suelta y materia orgánica abundante, proporcionada por las hojas del propio acacio. La vegetación del sotobosque es normalmente zarzamora y plantas herbáceas anuales.

En el cuadro 6 (a y b) se entregan los parámetros de 9 bosquetes muestreados en la provincia de Linares, con características que representan la generalidad de los bosquetes de la VII Región. En el cuadro 7, se presentan las distribuciones de diámetros respectivas.

CUADRO 6 A
CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE LOS BOSQUETES MUESTREADOS
PROVINCIA DE LINARES (VII REGIÓN)
(ÍNDICE DE SITIO 10 AÑOS)

SECTOR	EDAD AÑOS	ALTURA DOMINANTE (M)	SOTOBOSQUE	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		
				PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA	PEDREGOSIDAD	ESTRUCTURA
1	9	15	Zarzamora abundante	Abundante	Alta, en el perfil y superficie	Areno-limoso
2	9	16	Zarzamora	Abundante	Alta, en el perfil y superficie	Areno-limoso
3	10	15	Zarzamora	Abundante	Sin	Arcillo-limoso
4	10	15	Zarzamora, cardos, herbáceas	Abundante	Presencia de tosca a 50 cm	Limoso
5	10	16	Zarzamora abundante	Escasa	Sin	Areno-arcilloso
6	10	16	Zarzamora abundante	Escasa	Sin	Arenoso
7	13	16	Zarzamora, palqui, maqui	Abundante	Alta, en el perfil y superficie	Areno-limoso
8	16	15	Zarzamora, palqui	Abundante	Alta, en el perfil	Areno-limoso
9	22	11	Zarzamora	Abundante	Alta, en el perfil y superficie	Arcillo-arenoso

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

CUADRO 6 B
ESTADO DE DESARROLLO DE LOS RODALES MUESTREADOS
PROVINCIA DE LINARES (VII REGIÓN)

SECTOR	EDAD PROMEDIO (AÑOS)	ALTURA PROMEDIO (M)	DAP PROMEDIO (CM)	AREA BASAL/HA (M ²)	GRADO DE INTERVENCIÓN EXTRACTIVA	N° ÁRBOLES POR HA	N° PROMEDIO DE REBROTOS POR TOCÓN
1	9	13,0	8,24	16,49	Medio	4.200	2
2	9	14,4	10,84	12,32	Alto	1.200	1
3	10	13,7	9,40	23,70	Medio	3.736	3
4	10	12,4	7,15	16,76	Bajo	6.570	2
5	10	14,2	10,37	26,38	Medio	3.900	1
6	10	14,5	10,93	14,42	Alto	2.300	1
7	13	13,6	9,20	25,14	Bajo	4.672	2
8	16	14,4	10,76	15,73	Alto	1.700	1
9	22	16,1	13,93	29,19	Bajo	2.970	1

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

CUADRO 7
DISTRIBUCIONES DIAMÉTRICAS DE LOS BOSQUETES MUESTREADOS
PROVINCIA DE LINARES (VII REGIÓN)

CLASE DAP (CM)	SECTOR 1 (ÁRB/HA)	SECTOR 2 (ÁRB/HA)	SECTOR 3 (ÁRB/HA)	SECTOR 4 (ÁRB/HA)	SECTOR 5 (ÁRB/HA)	SECTOR 6 (ÁRB/HA)	SECTOR 7 (ÁRB/HA)	SECTOR 8 (ÁRB/HA)	SECTOR 9 (ÁRB/HA)
< 5	1.300	-	467	2.570	900	800	1.152	-	1.265
6	1.100	100	334	2.286	500	100	768	-	110
8	900	300	1.134	1.143	700	100	896	200	220
10	500	400	1.134	571	500	500	1.088	800	220
12	400	200	600	-	600	800	576	500	330
14	-	150	67	-	400	-	192	100	220
16	-	-	-	-	200	-	-	100	165
18	-	-	-	-	100	-	-	-	55
20	-	-	-	-	-	-	-	-	165
22	-	-	-	-	-	-	-	-	220
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	50	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	4.200	1.200	3.736	6.570	3.900	2.300	4.672	1.700	2.970

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Los cuadros confirman el alto grado de intervención que presentan los bosquetes, lo que provoca una concentración de los diámetros en las clases bajas. La edad promedio de los bosquetes se determinó en 8 a 9 años.

3.2. CRECIMIENTO EN DIÁMETRO, ALTURA, VOLUMEN Y PRODUCTOS

En cada uno de los 9 sectores se extrajeron 3 árboles y se obtuvieron así 27 árboles para realizar un análisis de tallo, con el fin de determinar las curvas de crecimiento del acacio a través del tiempo.

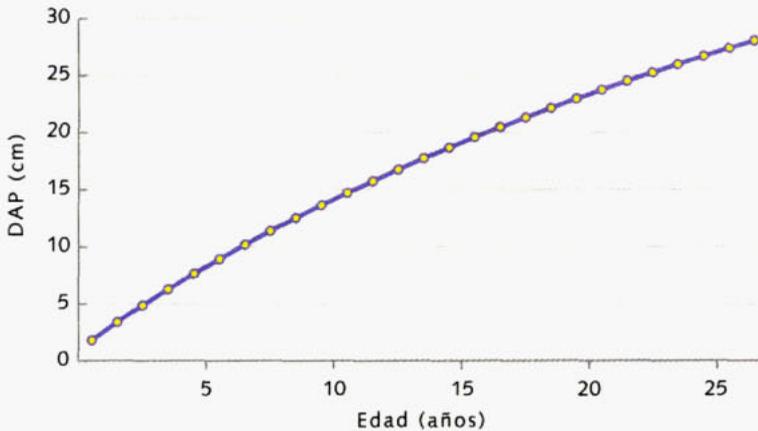


Muestra de rodela para medir el crecimiento anual

3.2.1. Crecimiento en diámetro

Mediante este análisis se llegó a determinar que el crecimiento en DAP depende de la calidad del sitio y de la altura dominante. Con un manejo adecuado, el acacio muestra un crecimiento sostenido a través del tiempo, alcanzando magnitudes de 14 cm a los 10 años, aceptables para su uso en postes y polines, equivalente a un promedio de crecimiento de 1,4 cm/año. Luego esta tasa disminuye, llegando a 1,0 cm/año a los 25 años.

FIGURA 1
PROYECCIÓN DEL DAP A TRAVÉS DE LA EDAD



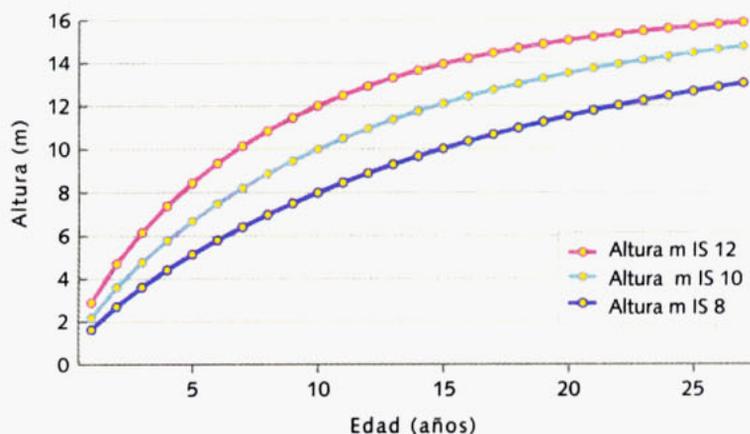
Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Cabe hacer notar que la tendencia de crecimiento acumulado de diámetro se mantiene creciente hasta más allá de los 20 años, pudiendo aumentar si se realizan intervenciones silvícolas, como raleos tempranos.

3.2.2. Crecimiento en altura

Para el cálculo de la altura se utilizó la altura dominante reflejada en funciones de sitio. Se obtuvo entonces una función que estima el crecimiento en altura dominante para diferentes índices de sitio (IS). En la figura siguiente se muestra el desarrollo de esta variable para tres índices de sitio, 8, 10 y 12 m a los 10 años de edad. Se consideraron estas alturas como factor de seguridad, ya que las alturas medidas en terreno para rodales de 10 años suelen superar los 12 metros.

FIGURA 2
PROYECCIÓN DE LA ALTURA DOMINANTE A TRAVÉS DE LA EDAD



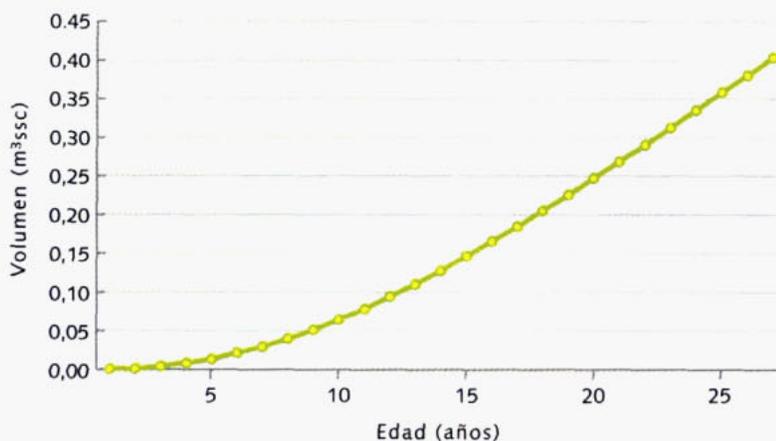
Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Si bien la práctica indica que las rotaciones son de 10 años, es posible realizar rotaciones más largas para obtener productos de mayores dimensiones, debido a los crecimientos sostenidos hasta más allá de los 20 años.

3.2.3. Crecimiento en volumen

Utilizando los valores obtenidos para cada árbol muestreado, se calculó el volumen sólido sin corteza y se determinó el desarrollo a través de la edad que muestra la Figura 3. Se observa que la tasa de crecimiento en volumen se estabiliza a los 10 años y se mantiene constante, dependiendo del crecimiento en DAP y altura. Si se realizan raleos antes de los 10 años, podría concentrarse el volumen en un menor número de individuos, de modo de aumentar los diámetros de los trozos obtenidos.

FIGURA 3
PROYECCIÓN DEL VOLUMEN A TRAVÉS DE LA EDAD



Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

3.2.4. Productos posibles de obtener

Al analizar las tres variables anteriores en conjunto, con miras a la obtención de tres productos relevantes (tutores, polines y centrales) descritos en el Cuadro 4, es posible determinar teóricamente los productos que podrían obtenerse de un árbol promedio (Cuadro 8). Cabe hacer notar que el cálculo se ha realizado con base en el árbol medio del bosque, existiendo árboles mayores y menores tanto en altura como en DAP.

Estos valores son estimativos, dado que los productos de madera redonda son definidos por su diámetro menor con corteza, y en el cuadro se consideran por volumen sin corteza, de modo que el número de productos resultante es sólo referencial.

En el número de productos a extraer por árbol intervienen las variables altura del fuste y DAP, principalmente, y otras variables como forma, sanidad y nudos, que pueden hacer variar sustantivamente estos valores. En el caso de bosques silvestres cada árbol está formado por 2 o más varas que nacen del tocón, lo que aumenta el número de productos menores, en detrimento de los de mayor diámetro. En plantaciones, los árboles tienen un solo tronco o fuste, del cual

se extraen los productos de mayor diámetro, en tanto que los menores se obtienen de la parte superior del fuste y de las ramas de la copa, especialmente después de los 5 años.

CUADRO 8
PROYECCIÓN DE VARIABLES POR ÁRBOL Y PRODUCTOS (FUSTE Y COPA)

EDAD	DAP	DAP	ALTURA (M)	VOLUMEN	Nº TUTORES	Nº POLINES	Nº CABEZALES
	(CM)	(PULGADAS)	IS 10 M	M ³ SSC	1,2 M X 5 CM	2,2 M X 10 CM	2,2 M X 14 CM
1	1,8	0,7	2,2	0,000	-	-	-
2	3,4	1,3	3,6	0,001	-	-	-
3	4,9	1,9	4,8	0,004	-	-	-
4	6,3	2,5	5,8	0,008	1,0	-	-
5	7,6	3,0	6,7	0,013	1,7	-	-
6	8,9	3,5	7,5	0,021	2,6	-	-
7	10,1	4,0	8,2	0,029	3,7	0,4	-
8	11,3	4,4	8,9	0,039	5,0	0,6	0,3
9	12,5	4,9	9,5	0,051	6,5	0,8	0,4
10¹	13,6	5,4	10,0	0,064	8,2	0,9	0,5
11	14,7	5,8	10,5	0,078	10,0	1,1	0,6
12	15,7	6,2	11,0	0,094	11,9	1,4	0,7
13	16,7	6,6	11,4	0,110	14,0	1,6	0,8
14	17,7	7,0	11,8	0,127	16,2	1,9	0,9
15	18,6	7,3	12,1	0,146	18,6	2,1	1,1

¹ Se destaca la edad de 10 años, que es la base para la determinación del Índice de Sitio. Se consideró un sitio de productividad media, de modo que se trata de una estimación conservadora.

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

3.2.5. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de acacio en la VII Región

Según la información generada, el acacio pertenece a la clasificación de madera semipesada, semidura y de mediana flexibilidad, comparable a especies como roble, ulmo, coihue y tino. La contracción volumétrica determinada es

de 15,9%; la contracción tangencial de 9,5%; la contracción radial de 6,38 %; y la contracción longitudinal de 0,25%. La resistencia mecánica se encuentra clasificada como mediana a superior. En general, se determinó que el acacio supera en términos de calidad general al pino radiata.

CUADRO 9
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ACACIO PRODUCIDO
EN LA VII REGIÓN COMPARADO CON PINO RADIATA

VARIABLE	ACACIO A 12% DE CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACIÓN	PINO RADIATA A 12% DE CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACIÓN
Densidad aparente (kg/m ³)	759	Semipesada	488	Liviana
Dureza normal (kg)	690	Semidura	207	Blanda
Cota de dureza (kg/(gr/cm ^{3,2}))	1.198	Normal, madera industrial	1.007	Normal, madera industrial
Cota de flexión	14,0	Mediana, madera mediana para carpintería	13,9	Mediana, madera mediana para carpintería
Flexión estática (kg/cm ²)	1.066	Mediana	715	Pequeña

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Los valores del cuadro son similares a los mencionados en la literatura, especialmente de Estados Unidos y Europa, donde se clasifica al acacio como una madera semidura y semipesada, al igual que en Chile.



Probetas de ensayo para resistencia mecánica

En términos de durabilidad el acacio supera las propiedades del pino radiata. El acacio tiene una duración como poste de cerco sin impregnar de 20 años, en tanto que el pino, requiriendo impregnación con CCA (cobre, cromo, arsénico), llega a la misma duración con una resistencia mecánica menor.

3.3. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE BOSQUETES SILVESTRES

El agricultor que posee en su predio un bosque silvestre o asilvestrado de acacio y no desea invertir en una nueva plantación técnicamente ideal, puede intervenir el bosque de manera de transformarlo en el corto plazo en una unidad productiva, con un monto de inversión moderado.



Ordenamiento de un bosque silvestre en la VII Región

Para ordenar el bosque, es preciso en primer lugar despejar el suelo de zarzamora, invasor perenne en los bosques exóticos de Chile, y luego extraer los árboles viejos, de mala forma, dañados, o aquellos que no tienen ninguna posibilidad de mejorar mediante un primer raleo.

El número de árboles a extraer dependerá del número que exista inicialmente por hectárea, o del espaciamiento en metros entre cada árbol. En promedio se ha visto que los bosquetes silvestres de acacio tienen un espaciamiento inferior a 1,7 m x 1,7 m entre individuos (alrededor de 3.500 árboles por ha), de modo que sería necesario aumentar esta medida a 2 m x 2 m, para dejar 2.500 árb/ha, considerando los rebrotes o renovales de tocón.

De este raleo de ordenación es posible extraer un número reducido de productos, dado que la selección de árboles se realiza justamente sacando árboles poco productivos. En el caso de bosquetes con mucho rebrote de tocón, se utiliza el criterio de extraer aquellos rebrotes deficientes, dejando 2 rebrotes si existen 3 ó 4 y dejando 3 rebrotes si existen 5.

Una segunda intervención puede realizarse 5 años después, ahora para obtener productos como tutores y polines. Pasado este período de tiempo los árboles tendrán un diámetro y una altura mayor, y se notará un mejoramiento de la calidad de los troncos.

Después de otros 5 años, se cosecha completamente el bosque, obteniendo tutores, polines y unos pocos trozos de mayor diámetro, para luego reforestar o manejar el nuevo rebrote.

En términos esquemáticos el ordenamiento consiste en la siguiente secuencia:

CUADRO 10
RESUMEN DEL MANEJO DE UN BOSQUE SILVESTRE DE ACACIO

AÑO	EDAD PROMEDIO (AÑOS)	DENSIDAD INICIAL (ÁRB/HA)	ESPACIAMIENTO INICIAL (M)	RALEO (ÁRB/HA)	DENSIDAD FINAL (ÁRB/HA)	ESPACIAMIENTO FINAL (M)
0 raleo de ordenación	8	3.500	1,7 x 1,7	1.000	2.500	2,0 x 2,0
5 raleo	13	2.500	2,0 x 2,0	1.000	1.500	2,2 x 3,0
10 cosecha	18	1.500	2,2 x 3,0	-	-	-

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

CUADRO 11
PRODUCTOS OBTENIDOS DEL MANEJO DE UN BOSQUE SILVESTRE DE ACACIO

INTERVENCIÓN	PRODUCTOS OBTENIDOS N°/HA		
	TUTORES 1,2 M X 5 CM	POLINES 2,2 M X 10 CM	CABEZALES 2,2 M X 14 CM
Raleo de ordenación año 0	1.500	-	-
Raleo 5 años	2.000	1.000	0
Cosecha 10 años	3.000	1.500	1.500

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Recomendaciones para la forestación con acacio

4.1. VIVERO Y TIPO DE PLANTAS

La semilla debe colectarse desde árboles que muestren características deseables para la nueva plantación, es decir, los árboles más altos y de mayor diámetro, tronco libre de ramas y sin patologías. De los árboles seleccionados se colectan las semillas desde la parte superior de la copa durante los meses de marzo y abril, para evitar su caída con los vientos del otoño. La literatura indica que las semillas deberían colectarse desde el 20% superior de la copa.

Un kilo de semillas contiene aproximadamente 50.000 semillas, con una capacidad germinativa de 40% a 60%¹. En consecuencia, para establecer una plantación con una densidad de 2.500 árb/ha es necesario colectar a lo menos 0,25 K de semillas para una hectárea, que permitirán obtener 5.000 plantas germinadas para seleccionar las mejores para la plantación y mantener un stock para reemplazo y replante.

La semilla de acacio tiene una cubierta o testa impenetrable para el agua, que retrasa la germinación, por ello es necesario tratar la semilla con alguno de los siguientes tres métodos:

- a) colocar las semillas en un contenedor con agua hirviendo y dejar que llegue a la temperatura ambiente de manera natural

¹ Información bibliográfica obtenida en 1998.

- b) escarificar la cubierta de la semilla, es decir, romper en un punto la cubierta de cada una con lija o lima
- c) colocar las semillas en un baño de ácido sulfúrico al 10% por 8 horas y luego lavarlas con abundante agua.

Una vez realizado alguno de estos tratamientos, es necesario efectuar la siembra en almácigo, en un sustrato areno-limoso. Para ello se requerirá una superficie con riego periódico y cubierta del sol mediante malla, de 1,5 m² por cada hectárea que se desee plantar con una densidad de 2.500 árb/ha.

La planta permanecerá en almácigo hasta que los cotiledones hayan caído. Luego se debe trasladar la plántula a bolsa, para lo cual se recomienda una bolsa de 8 a 10 cm de diámetro por 20 cm de fondo. La planta permanecerá en esta condición durante 10 meses (septiembre a junio), para efectuar la plantación una vez que se hayan producido las primeras lluvias de invierno. Con este período de viverización se puede lograr una planta con diámetro de cuello superior a 0,5 cm y altura sobre los 30 cm.

Es recomendable mantener un stock de plantas en vivero después de la plantación, para reemplazar eventualmente las plantas que mueran después de un año de establecida la plantación.

4.2. TIPOS DE SUELO Y TRATAMIENTO DEL SITIO

El acacio alcanza su mejor desarrollo en terrenos livianos con buen drenaje y de textura areno limosa, que son normalmente considerados infértiles o inapropiados para cultivos tradicionales o para plantaciones de pino radiata o eucalipto.

Para la forestación, es necesario limpiar el terreno de malezas y zarzamora y realizar un laboreo del suelo, que puede consistir en ararlo o subsolarlo en las hileras donde se realizará la plantación. En una plantación de 2.500 árb/ha es posible plantar en hileras a 2 m, 2,5 m ó 3 m.

Mediante este tratamiento se consigue un rompimiento del suelo de a lo menos 35 cm de profundidad, asegurando así un buen establecimiento de la planta.

La plantación se realiza con pala, removiendo el suelo sobre la hilera previamente arada, hasta una profundidad de 35 cm, luego se deposita la planta con su maceta de tierra y sin bolsa en la hoyadura. Posteriormente se tapa con la tierra extraída hasta el nivel del cuello que tiene en el cepellón.

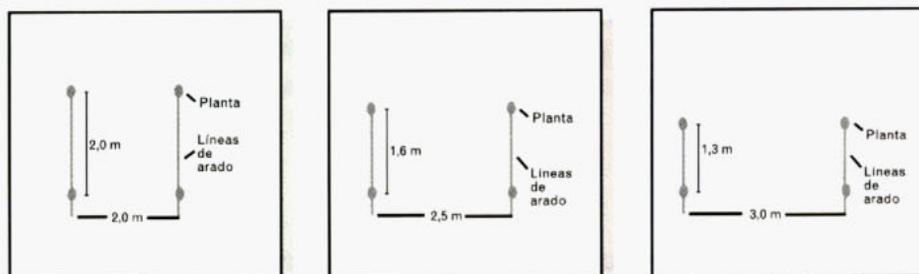
Se debe tener en consideración que al año de establecida la plantación es probable que se requiera reemplazar las plantas que no resistieron el cambio desde el vivero a la plantación; en este caso, se usarán las plantas que se mantuvieron en maceta como reserva.

4.3. DENSIDAD Y ESQUEMAS DE PLANTACIÓN

En la literatura, especialmente en Hungría, se mencionan densidades de plantación de 4.000 árb/ha en suelos profundos y bien desarrollados. Sin embargo, para Chile se recomiendan como máximo 2.500 árb/ha. Al plantar 4.000 árb/ha la sobrevivencia esperada, dada la calidad de las plantas disponibles en el país, no supera el 75%; a ello se agrega que el costo de plantación es muy alto y sólo se bonifica (mediante DL 701) un máximo de 1.600 árb/ha¹.

El esquema de plantación de 2.500 árb/ha se puede lograr a través de los espaciamiento que se muestran en la figura 4:

FIGURA 4
ESQUEMAS DE PLANTACIÓN SOBRE LAS HILERAS



1 En el futuro, esta limitante podría superarse con una mejor calidad de plantas y/o una modificación en la reglamentación de la bonificación.

La selección del esquema de plantación dependerá del medio con que se realice la aradura. Si es mecánica, se utilizará el mayor espaciamiento entre hileras, y si es animal, se optará por los menores.

Otra opción es plantar 1.250 árboles por hectárea, con los siguientes esquemas:

CUADRO 12
ESQUEMAS DE PLANTACIÓN PARA 1.250 ÁRB/HA

DISTANCIA ENTRE HILERAS (M)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (M)
3,0	2,6
3,2	2,5
4,0	2,0

4.4. CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas se realiza antes de ejecutar la aradura del terreno, evitando así la caída de semillas de malezas u otras especies que luego son integradas al suelo por el arado. En general se recomienda eliminar la vegetación competidora, especialmente zarzamora, mediante el roce manual y posteriormente aplicar un herbicida como Simazina, Gramazine o Dalapson. Es probable que al año de realizada la plantación se requiera nuevamente un control de malezas; en este caso es recomendable la aplicación de un herbicida inocuo para el acacio.

De manera permanente se debe extraer cualquier brote de zarzamora de la plantación. Para ello la extracción manual es la más segura en términos de cuidados de las plantas jóvenes de acacio.

4.5. FERTILIZACIÓN

Debido a la característica del acacio de incorporar nitrógeno al suelo, no es necesaria la fertilización con NPK. Sin embargo, es recomendable la aplica-

ción de fósforo, en la forma de superfosfato triple en dosis de 100 gramos por planta, aplicados a una distancia de 10 cm a 15 cm de la planta. Esta aplicación se recomienda realizarla durante la plantación y después de un año de efectuada la plantación.

4.6. RIEGOS

En la VII Región no es común ni necesario regar las plantaciones forestales. Sin embargo, si el año se presenta muy seco es recomendable hacerlo, especialmente al comienzo del verano. De todas maneras, las posibilidades de sobrevivencia de las plantas se ven incrementadas por el riego, que puede ser de 5 lt por planta en el surco, 2 veces por mes.

4.7. CUIDADOS CULTURALES

El principal cuidado que se debe aplicar en la superficie es el control permanente de la zarzamora. También es necesario mantener la superficie aislada del ingreso de animales. Si bien el acacio en estado verde no es muy palatable para el ganado vacuno, éste provoca daño por pisoteo, eliminando un número apreciable de plantas, especialmente en los primeros años.

Se recomienda observar permanentemente los cambios de color en el follaje. Si éste cambia a color amarillo durante la primavera y el verano, es indicación clara de que falta agua, y entonces es recomendable aplicar riego una vez por semana durante un mes.

En términos de formación del tronco, se pueden realizar de manera continua podas de las ramas bajas durante el invierno, cortando la rama lo más apegado al tronco que sea posible, sin dañar la corteza, para lograr así un tronco recto y sin protuberancias.

4.8. SILVICULTURA

4.8.1. Plantación de 2.500 árboles/ha

El objetivo de la plantación será principalmente la obtención de cabezales para viñas, polines y tutores. Con ese fin, se propone el siguiente esquema de manejo para una plantación de 2.500 árb/ha con un espaciamiento de 2,0 m x 2,0 m.

La época de intervenciones es el invierno, debido a que es el período de menor actividad fisiológica del árbol.

- Raleo a los 5 años. Durante el invierno se extraen 1.000 árb/ha, de modo que quedan 1.500 árb/ha. Este raleo se realiza extrayendo los árboles de menores diámetros, árboles con troncos de mala calidad (torcidos o con ramas muy gruesas), árboles muy bajos o suprimidos. De este modo, los recursos del suelo se concentran en un menor número de individuos seleccionados y se facilitan las faenas de extracción de productos entre las hileras.
- Poda de formación posterior al raleo. A los 1.500 árboles remanentes se les practica una poda que consiste en eliminar las ramas hasta los 2,5 m, para dejar troncos limpios. Es recomendable realizar esta operación con precaución, evitando dañar la corteza del árbol más de lo necesario.
- Cosecha a los 10 años. Se cosecha la totalidad del bosque.

CUADRO 13
RESUMEN DEL MANEJO PARA UNA PLANTACIÓN DE 2.500 ÁRB/HA

AÑO	DENSIDAD INICIAL (ÁRBOLES/HA)	ESPACIAMIENTO INICIAL (M)	RALEO (ÁRB/HA)	DENSIDAD FINAL (ÁRBOLES/HA)	ESPACIAMIENTO FINAL (M)
0 plantación	2.500	2,0 x 2,0	-	2.500	2,0 x 2,0
5 raleo	2.500	2,0 x 2,0	1.000	1.500	2,0 x 3,4
10 cosecha	1.500	2,0 x 3,4	-	-	-

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

En el siguiente cuadro se puede observar el tipo y cantidad de productos que se obtienen en cada intervención.

CUADRO 14
PRODUCTOS OBTENIDOS DE UNA PLANTACIÓN DE 2.500 ÁRB/HA

INTERVENCIÓN	PRODUCTOS OBTENIDOS (N°/HA)		
	TUTORES 1,2 M X 5 CM	POLINES 2,2 M X 10 CM	CABEZALES 2,2 M X 14 CM
Raleo 5 años	1.700	0	0
Cosecha 10 años	13.000	1.500	1.000

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

4.8.2. Plantación de 1.250 árboles/ha

Para una plantación de baja densidad, de 1.250 árb/ha, plantada con un esquema de 4 m x 2 m, el manejo propuesto es el siguiente:

- Raleo a los 5 años. Se extraen 250 árb/ha, de modo que quedan 1.000 árb/ha.
- Poda de formación posterior al raleo. A los 1.000 árboles remanentes se les practica una poda hasta los 2,5 m.
- Cosecha a los 10 años. Se cosecha la totalidad del bosque.

CUADRO 15
RESUMEN DEL MANEJO PARA UNA PLANTACIÓN DE 1.250 ÁRB/HA

AÑO	DENSIDAD INICIAL (ÁRBOLES/HA)	ESPACIAMIENTO INICIAL (M)	RALEO (ÁRB/HA)	DENSIDAD FINAL (ÁRBOLES/HA)	ESPACIAMIENTO FINAL (M)
0 plantación	1.250	4,0 x 2,0	-	1.250	4,0 x 2,0
5 raleo	1.250	4,0 x 2,0	250	1.000	4,0 x 2,5
10 cosecha	1.000	4,0 x 2,5	-	-	-

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

En el siguiente cuadro se puede observar el tipo y cantidad de productos obtenidos en cada intervención.

CUADRO 16
PRODUCTOS OBTENIDOS DE UNA PLANTACIÓN DE 1.250 ÁRB/HA

INTERVENCIÓN	PRODUCTOS OBTENIDOS (Nº/HA)		
	TUTORES 1,2 M X 5 CM	POLINES 2,2 M X 10 CM	CABEZALES 2,2 M X 14 CM
Raleo 5 años	500	0	0
Cosecha 10 años	8.500	1.000	450

Fuente: Proyecto FIA-INFOR 1998.

Rentabilidad de la forestación con acacio

El análisis de rentabilidad se realizó considerando precios de mercado de productos, insumos y mano de obra en la VII Región. Todos los valores se expresan en pesos de noviembre de 1999 con IVA incluido¹.

5.1. ESTÁNDARES DE COSTOS Y RENDIMIENTOS

La inversión inicial considera el costo de plantación, que incluye la mano de obra y los insumos como plantas de vivero, fertilizantes, plaguicidas y materiales de cerco sólo para 200 m, pues se supone que se pueden aprovechar cercos existentes. No se incluye el costo del suelo, por ser de propiedad del inversionista, que no tiene intenciones de venderlo.

En el cuadro 17 se detallan los estándares de rendimiento de la mano de obra, y en el Cuadro 18 los costos de los insumos y de la mano de obra.

¹ En ese momento, el valor de la Unidad de Fomento era de \$ 15.013,61 y el valor del dólar observado de \$ 540,32.

CUADRO 17
ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA POR JORNADA

MANO DE OBRA	RENDIMIENTO/JORNADA
Plantación	
Limpia de terreno + aplicación de herbicida	1.000 m ²
Cercado	50 m
Aradura animal	3.000 m
Plantación	250 plantas
Aplicación fertilizante	1.250 plantas
Manejo	
Raleo 5 años	80 árboles
Poda 5 años	250 árboles
Cosecha	100 árboles
Raleo de ordenación (bosque silvestre)	50 árboles

CUADRO 18
ESTÁNDARES DE COSTO DE INSUMOS Y MANO DE OBRA

INSUMO	PRECIO (\$)	UNIDAD
Planta en maceta	40	planta
Flete de planta	10	planta
Alambre de púas N° 14	14.000	rollo
Polines 3" x 2,5 m	1.250	poste
Grapas y clavos	600	kg
Herbicida	4.400	lt
Superfosfato triple	114	Kg
MANO DE OBRA		
Mano de obra	5.000	Jornada
Jornada arado	15.000	Jornada

En el cuadro 19 se detallan los costos de forestación para una densidad de plantación de 2.500 árb/ha y en el cuadro 20 para 1.250 árb/ha. Según este detalle, los costos alcanzan a \$472.500 y \$353.250 por hectárea respectivamente.

CUADRO 19
COSTOS DE PLANTACIÓN POR HECTÁREA,
PARA UNA DENSIDAD DE 2.500 ÁRB/HA.

ITEM	JORNADAS/HA	COSTO (\$/HA)
MANO DE OBRA		
Limpia de terreno + aplicación de herbicida	10	50.000
Cercado (200 m/ha)	4	20.000
Aradura animal	1,7	25.000
Plantación	10	50.000
Aplicación fertilizante	2	10.000
Costo total mano de obra		155.000
INSUMOS		
	PRECIO (\$/UNIDAD)	COSTO (\$/HA)
Plantas 2.500 + flete	50	125.000
Herbicida (5 lt)	4.400	22.000
Fertilizante (250 kg)	114	28.500
Alambre púas (2 rollos)	14.000	28.000
Postes (70)	1.250	87.500
Grapas y clavos (2,5 kg)	600	1.500
Asistencia técnica	25.000	25.000
Costo total insumos		317.500
Costo total plantación		472.500

CUADRO 20
COSTOS DE PLANTACIÓN POR HECTÁREA,
PARA UNA DENSIDAD DE 1.250 ÁRB/HA.

ITEM	JORNADAS/HA	COSTO (\$/HA)
MANO DE OBRA		
Limpia de terreno + aplicación de herbicida	10	50.000
Cercado (200 m/ha)	4	20.000
Aradura	0,8	12.500
Plantación	5	25.000
Aplicación fertilizante	1	5.000
Costo total mano de obra		112.500
INSUMOS		
	PRECIO (\$/UNIDAD)	COSTO (\$/HA)
Plantas 1250 + flete	50	62.500
herbicida (5 lt)	4.400	22.000
Fertilizante (250 kg)	114	14.250
Alambre púas (2 rollos)	14.000	28.000
Postes (70)	1.250	87.500
Grapas y clavos (2,5 kg)	600	1.500
Asistencia técnica	25.000	25.000
Costo total insumos		240.750
Costo total plantación		353.250

En los costos de elaboración de productos se considera la contratación de mano de obra a trato, durante los períodos de raleo y cosecha. El detalle de estos costos, así como el precio de venta de los productos (sin IVA) se muestran en el cuadro 21.

CUADRO 21
COSTOS DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS Y PRECIO DE VENTA

PRODUCTO MEDIDAS MÍNIMAS	COSTO MANO DE OBRA (\$/UNIDAD)	PRECIO DE VENTA SIN IVA (\$/UNIDAD)
Tutores 1,2 m x 5 cm	30	100
Polines 2,2 m x 10 cm	50	500
Centrales 2,2 m x 14 cm	100	700

Fuente: Comunicaciones personales de agricultores de Talca. 1999.

Por otra parte, se ha considerado un costo de administración y tramitación de \$8.000 por hectárea al año para suelos con plantación. El detalle se entrega en el cuadro 22. Se considera que el propietario destinará algún tiempo a revisar cercos, extraer ramas bajas, limpiar el suelo y otras actividades de mantención, que son difíciles de detallar y de valorizar.

CUADRO 22
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA

ITEM	\$/HA	UNIDAD
Administración plantación	8.000	Año/ha
Asistencia técnica	25.000	Global/ha

El detalle del flujo de costos se entrega en el Anexo 1.

5.2. PROYECCIÓN DE INGRESOS POR VENTAS DE PRODUCTOS

Los ingresos provienen de la venta de los productos en el predio. Considerando la información que se detalla en los cuadros 14, 16 (sobre productos obtenidos) y 21 (sobre precio de venta de los productos), los ingresos de acuerdo al tipo de bosque son los siguientes.

CUADRO 23
INGRESOS POR TIPO DE BOSQUE

TIPO DE BOSQUE	RALEO (\$/HA)	COSECHA (\$/HA)	TOTAL (\$/HA)
Plantación 2.500 árb/ha	170.000	2.750.000	2.920.000
Plantación 1.250 árb/ha	50.000	1.665.000	1.715.000

El precio considerado no incluye IVA, pues se supone que el propietario no lleva contabilidad. Por otra parte, no se considera la venta de productos menores como la leña, ya que se estima que la madera obtenida se aprovechará en su totalidad, al menos para tutores. El detalle del flujo de ingresos se entrega en el Anexo 1.

5.3. INCENTIVOS A LA FORESTACIÓN

El Decreto Ley 701 de 1974, sobre Incentivo a la Forestación (modificado por la Ley 19.561 de 1998), establece incentivos a la forestación que se desarrolle en suelos de aptitud preferentemente forestal (APF) o suelos agrícolas degradados. A estos beneficios pueden acogerse los pequeños propietarios que sean definidos como tales por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

Si un agricultor no califica como pequeño propietario, podrá acceder al incentivo a la forestación siempre que acredite que está desarrollando obras de recuperación de suelos degradados y que la forestación se realiza en comunas de secano o en comunas en proceso de desertificación, definidas en el propio DL 701.

La resolución N° 177 del Ministerio de Agricultura define los costos de forestación y manejo por hectárea al 30 de Junio de 1999, para los efectos de aplicar los incentivos que establece el DL 701. De acuerdo con dicha resolución, un pequeño propietario de la VII Región recibiría los incentivos que se detallan en el Cuadro 24, por cada hectárea forestada con 1.666 plan-

tas/ha o con 1.250 plantas/ha en cepellón (maceta), incluyendo la instalación de 200 m lineales de cerco, pues se estima que se aprovecharán cercos compartidos o preexistentes.

CUADRO 24
INCENTIVOS A LA FORESTACIÓN ESTABLECIDOS POR EL DL 701
FORESTACIÓN DESARROLLADA POR PEQUEÑOS PROPIETARIOS EN LA VII REGIÓN

ACTIVIDAD	COSTO TABLA \$/HA	% INCENTIVO	TOTAL \$/HA	AÑO 1 \$/HA	AÑO 3 \$/HA	AÑO 6 \$/HA
Forestación 1.666 plantas/ha	300.151	90%	270.136	225.113	45.023	-
Forestación 1.250 plantas/ha	259.285	90%	233.357	194.464	38.893	-
Raleo 5 años	17.500	75%	13.125	-	-	13.125
Poda	34.314	75%	25.736	-	-	25.736

Fuente: Resolución N° 177. Ministerio de Agricultura. 1999

5.4. PROYECCIÓN DE LA RENTABILIDAD DE PLANTACIONES CON ACACIO

5.4.1. Rentabilidad sin el incentivo del DL 701

De acuerdo con el flujo de fondos sin incentivo para forestaciones con 2.500 plantas/ha y 1.250 plantas/ha, detallado en el Anexo 1, se obtienen el Valor Actualizado Neto (VAN), la Tasa Interno de Retorno (TIR) y el Valor Anual Equivalente (VAE) o Anualidad, que se muestran en el Cuadro 25.

El VAE o anualidad es equivalente a recibir el VAN en parcialidades iguales durante todo el período de evaluación, que en este caso es de 10 años.

CUADRO 25
RENTABILIDAD DE 1 HECTÁREA DE ACACIO SIN INCENTIVO DEL DL 701
CON DENSIDAD DE PLANTACIÓN DE 2.500 ÁRB/HA Y 1.250 ÁRB/HA

ALTA DENSIDAD 2.500 ÁRB/HA			BAJA DENSIDAD 1.250 ÁRB/HA		
TIR 15,3%			TIR 12,1%		
TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)	TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
7%	518.526	73.826	7%	210.446	29.963
8%	427.031	63.640	8%	157.948	23.539
9%	345.568	53.846	9%	111.332	17.348
10%	272.995	44.429	10%	69.925	11.380
12%	150.624	26.658	12%	437	77

Para la plantación con 2.500 árboles/ha, la evaluación financiera indica una TIR de 15,3%, un VAN al 10% de \$272.995 y una anualidad de \$44.429 por hectárea.

Para la plantación con 1.250 árboles/ha, resulta una TIR de 12,1%, un VAN al 10% de \$ 69.925 y una anualidad de \$ 11.380 por hectárea.

De acuerdo a estos valores, plantar una hectárea con acacio resulta atractivo para un propietario, considerando que una inversión privada es aceptable con un VAN positivo a una tasa del 10%, más aún tomando en cuenta que la TIR es igual o superior al 12% en ambos casos.

5.4.2. Rentabilidad con el incentivo del DL 701

Para acceder al incentivo definido en el DL 701, el propietario debe calificar como pequeño propietario y clasificar los suelos a plantar como de aptitud preferentemente forestal o agrícolas degradados.

De acuerdo con el flujo de fondos con incentivo para forestaciones con 2.500 plantas/ha y con 1.250 plantas/ha, detallado en Anexo 1, se obtienen el Valor

Actualizado Neto (VAN), la Tasa Interno de Retorno (TIR) y el Valor Anual equivalente (VAE) o anualidad que se presentan en el Cuadro 26.

CUADRO 26
RENTABILIDAD DE 1 HECTÁREA DE ACACIO CON INCENTIVO DEL DL 701
CON DENSIDAD DE PLANTACIÓN DE 2.500 ÁRB/HA Y 1.250 ÁRB/HA

ALTA DENSIDAD 2.500 ÁRB/HA			BAJA DENSIDAD 1.250 ÁRB/HA		
TIR 22,3%			TIR 20,4%		
TASA DE INTERÉS	VAN	ANUALIDAD	TASA DE INTERÉS	VAN	ANUALIDAD
	(\$)	(\$)		(\$)	(\$)
7%	773.696	110.157	7%	434.170	61.816
8%	675.797	100.714	8%	375.931	56.025
9%	588.194	91.652	9%	323.819	50.458
10%	509.731	82.956	10%	277.145	45.104
12%	376.274	66.595	12%	197.758	35.000

Es necesario indicar que el incentivo solicitado para 2.500 árb/ha corresponde a 1.666 árb/ha, que es la densidad máxima establecida por el DL 701 para plantas en cepellón.

Para la plantación de 2.500 árboles/ha, la evaluación financiera indica una TIR de 22,3%, un VAN al 10% de \$509.731 y una anualidad de \$82.956 por hectárea. Para la plantación de 1.250 árboles/ha resulta una TIR de 20,4%, un VAN al 10% de \$277.145 y una anualidad de \$ 45.104 por hectárea.

De acuerdo a estos valores, plantar una hectárea con acacio resulta atractivo para un pequeño propietario, considerando que una inversión privada es aceptable con un VAN positivo a una tasa del 10%, más aún tomando en cuenta que la TIR es superior al 12 % en ambos casos.

Rentabilidad del manejo de bosques silvestres de acacio

En este caso, se aplican los estándares de costo y rendimiento detallados en el capítulo 5 (Cuadro 17), considerando en el año 0 el raleo de ordenación, en el cual el rendimiento de la mano de obra es de 50 árb/jornada. Este rendimiento es menor al del raleo que se le practica a la plantación en el año 5 (80 árb/jornada), debido a que en el bosque silvestre se extraen árboles de mayor diámetro y altura, cuya selección es más lenta.

Es importante considerar que la limpia del bosque tiene un costo similar a la limpia del terreno que se realiza antes de establecer la plantación (Cuadro 19), debido a que la necesidad de trabajar con precaución, para no dañar los árboles remanentes, hace de ésta una faena compleja y relativamente lenta.

Teniendo esto en consideración, el costo de ordenación del bosque asciende a \$105.000 por hectárea.

El esquema de ordenación es el que se detalla en el Cuadro 10 y los productos que se obtienen son los que especifica el Cuadro 11. De acuerdo a estos antecedentes, la rentabilidad presenta un Valor Actualizado Neto (VAN) al 10% de \$756.934, con una anualidad de \$ 123.187 por hectárea. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 45,5%. El detalle se entrega en el cuadro siguiente.

CUADRO 27
RENTABILIDAD DE 1 HECTÁREA DE ACACIO EN BOSQUE SILVESTRE

TIR 45,5%		
TASA INTERÉS	VAN	ANUALIDAD
	(\$)	(\$)
7%	1.013.904	144.357
8%	919.246	136.995
9%	833.927	129.943
10%	756.934	123.187
12%	624.453	110.518

Estos indicadores muestran que la ordenación de bosquetes silvestres de acacio es rentable y permite generar un ingreso adicional para el pequeño propietario. El detalle del flujo de fondos se entrega en el Anexo 2.

Conclusiones

- El acacio representa una buena alternativa para utilizar suelos agrícolas degradados, toda vez que presenta una Tasa Interna de Retorno superior al 12% para bajas densidades (1.250 árboles/hectárea), y superior al 15% en altas densidades (2.500 árboles/hectárea).
- En el caso de pequeños propietarios que pueden acogerse al incentivo forestal establecido en el Decreto Ley 701, la TIR es aún más atractiva, ya que aumenta a 20% y 22% respectivamente.
- La rentabilidad es mejor al establecer plantaciones con altas densidades (máximo 2.500 árboles/ha), de manera que esa alternativa es más recomendable que el establecimiento de bajas densidades (1.250 árboles/ha).
- El manejo de los bosquetes ya existentes o silvestres también resulta atractivo de acuerdo con los indicadores financieros, más aún si el propietario puede forestar después de cosechar a los 10 años.
- En términos de tiempos de espera, el cultivo del acacio también muestra ventajas comparativas frente a otros cultivos forestales, ya que permite obtener los primeros ingresos a los 5 años, en el caso de 2.500 árboles/ha, y realizar la cosecha final a los 10 años.
- Es importante considerar que para mejorar las condiciones de comercialización de esta especie, se requiere avanzar en prácticas de

estandarización y clasificación de los productos, establecimiento de lugares de acopio y mantención de stocks, de manera de cambiar el actual escenario, en que los productos de acacio se venden sólo ocasionalmente, de manera muy informal y respondiendo a una demanda irregular.

- Hay que tener presente, en este aspecto, que la actual preferencia de los consumidores por los productos de pino y de eucalipto se basa justamente en el hecho de que son productos homogéneos, que se encuentran permanentemente disponibles en el mercado formal.
- En cuanto al establecimiento de plantaciones de acacio, es fundamental utilizar semillas obtenidas de los mejores árboles, para asegurar así rendimientos superiores a los actuales.
- El presente estudio permite concluir que el acacio es un cultivo forestal atractivo para la inversión privada, especialmente para los pequeños propietarios que poseen suelos marginales para los cultivos agrícolas.

Bibliografía

- ARONSON, J. , Ovalle, C. and Avendaño, J. 1992. Early growth rate and nitrogen fixation potential in forty-four legume species grown in an acid and a neutral soil from central Chile. For. Ecol. Manage, 47: 225-244.
- BHARDWAJ, S. D., Singh, B. S. and Gupta, M. P. 1991. Effect of different levels of N, P, K on the growth of *Robinia pseudoacacia* Linn. Seedlings. Indian Forester, Vol. 117: 7, 568-572.
- Corporación Nacional Forestal. 1999. Resolución N° 177 del Ministerio de Agricultura. Costos generales de forestación y establecimiento de cortinas cortavientos, para la temporada de forestación 2000. 30 de Julio de 1999.
- FIA-INFOR. 1998. Proyecto Determinación del crecimiento de *Robinia pseudoacacia* y análisis de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Informe final y Anexos. Abril 1998. Autores: Claudio Zunino y César Mosqueira (documento interno).
- HALL, N. et al. The use of trees and shrubs in the dry country of Australia. Department of National Development Forestry and Timber Bureau. Canberra.
- Instituto Forestal, 1994. El castaño en Chile. Un cultivo fruto-forestal promisorio. Informe Técnico N°136.
- KERESZTESI, B. 1980. La acacia falsa. Unasylyva, 32: 127, 23-33.

- KERESZTESI, B. 1983. Breeding and cultivation of black locust, *Robinia pseudoacacia*, in Hungary. For. Ecol. Manage., 6:217-244.
- MARMOL, L. 1971. Cultivo y rendimiento de la "Acacia blanca" (*Robinia pseudoacacia*) en el ámbito de 25 de Mayo y partidos vecinos de la provincia de Buenos Aires. Revista Forestal Argentina, Año XV N°1.
- NÁJERA, F. y López, V. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- Robinia Foundation. 1993. Feasibility study of *Robinia pseudoacacia* in the Netherlands. Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Fisheries. Rapport nr. 5.
- SAGWAL, S. S. 1989. Standardizing the nursery technology of *Robinia pseudoacacia*. Indian Forester, Vol. 115: 11, 811-815.
- SAVILL, P. S. The silviculture of trees used in british forestry.
- SHUKLA, N. K., Singh, K. R. and Singh R. S. 1986. A note on the physical and mechanical properties of *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus spp.* and *Ailanthus spp.* from Srinagar (J&K). Indian Forester, Vol. 112: 2, 139-151.
- SINGH, H. P., Pandey, C. N. and Sharma, S. N. 1990. Studies on shrinkage behaviour of *Robinia pseudoacacia* timber. Indian Forester, Vol. 116: 10, 832-836.
- SINGH, D. P., Hooda, M. S., and Bonner, F. T. 1991. An evaluation of scarification methods for seeds of two leguminous trees. New Forests 5: 139-145.
- VERMA, K. S., Sharma K., and Joshi, N. K. 1990. Response of black locust (*Robinia pseudoacacia* Linn) to phosphorus.
- YUKNOVSKY, V. Y. 1997. Modelling growth of fast-grown tree species. Proceedings, IUFRO Conference. September 5 – 7, 1997. Valdivia. Chile. pp. 192-201.

Anexo 1

Flujos de fondos de la forestación con acacio

FLUJOS DE FONDOS DE LA FORESTACIÓN SIN INCENTIVO
PARA UNA DENSIDAD DE 2.500 ÁRBOLES/HA

AÑO	ACTIVIDAD	COSTOS (\$)	INGRESOS (\$)	FLUJO NETO (\$)
0	Plantación	480.500	0	-480.500
1		8.000	0	-8.000
2		8.000	0	-8.000
3		8.000	0	-8.000
4		8.000	0	-8.000
5	Raleo 1	151.500	170.000	18.500
6		8.000	0	-8.000
7		8.000	0	-8.000
8		8.000	0	-8.000
9		8.000	0	-8.000
10	Cosecha	648.000	2.750.000	2.102.000
		TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
		7%	518.526	73.826
		8%	427.031	63.640
		9%	345.568	53.846
		10%	272.995	44.429
		12%	150.624	26.658
		TIR 15,3%		

**FLUJOS DE FONDOS DE LA FORESTACIÓN CON INCENTIVO
PARA UNA DENSIDAD DE 2.500 ÁRBOLES/HA**

AÑO	ACTIVIDAD	COSTOS (\$)	INGRESOS (\$)	FLUJO NETO (\$)
0	Plantación	480.500	0	-480.500
1		8.000	225.113	217.113
2		8.000	0	-8.000
3		8.000	45.023	37.023
4		8.000	0	-8.000
5	Raleo 1 y poda	151.500	170.000	18.500
6		8.000	38.861	30.861
7		8.000	0	-8.000
8		8.000	0	-8.000
9		8.000	0	-8.000
10	Cosecha	648.000	2.750.000	2.102.000
		TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
		7%	773.696	110.157
		8%	675.797	100.714
		9%	588.194	91.652
		10%	509.731	82.956
		12%	376.274	66.595
		TIR 22,3%		

**FLUJOS DE FONDOS DE LA FORESTACIÓN SIN INCENTIVO
PARA UNA DENSIDAD DE 1.250 ÁRBOLES/HA**

AÑO	ACTIVIDAD	COSTOS (\$)	INGRESOS (\$)	FLUJO NETO (\$)
0	Plantación	361.250	0	-361.250
1		8.000	0	-8.000
2		8.000	0	-8.000
3		8.000	0	-8.000
4		8.000	0	-8.000
5	Raleo 1	58.625	50.000	-8.625
6		8.000	0	-8.000
7		8.000	0	-8.000
8		8.000	0	-8.000
9		8.000	0	-8.000
10	Cosecha	408.000	1.665.000	1.257.000
		TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
		7%	210.446	29.963
		8%	157.948	23.539
		9%	111.332	17.348
		10%	69.925	11.380
		12%	437	77
		TIR 12,0%		

**FLUJOS DE FONDOS DE LA FORESTACIÓN CON INCENTIVO
PARA UNA DENSIDAD DE 1.250 ÁRBOLES/HA**

AÑO	ACTIVIDAD	COSTOS (\$)	INGRESOS (\$)	FLUJO NETO (\$)
0	Plantación	361.250	0	-361.250
1		8.000	194.464	186.464
2		8.000	0	-8.000
3		8.000	38.893	30.893
4		8.000	0	-8.000
5	Raleo 1	58.625	50.000	-8.625
6		8.000	38.861	30.861
7		8.000	0	-8.000
8		8.000	0	-8.000
9		8.000	0	-8.000
10	Cosecha	408.000	1.665.000	1.257.000
		TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
		7%	434.170	61.816
		8%	375.931	56.025
		9%	323.819	50.458
		10%	277.145	45.104
		12%	197.758	35.000
		TIR 20,4%		

Anexo 2

Flujos de fondos del manejo de bosquetes de acacio

FLUJO DE FONDOS DEL MANEJO DE UN BOSQUETE DE ACACIO

AÑO	ACTIVIDAD	COSTOS (\$)	INGRESOS (\$)	FLUJO NETO (\$)
0	Ordenación	105.000	0	-105.000
1		5.000	0	-5.000
2		5.000	0	-5.000
3		5.000	0	-5.000
4		5.000	0	-5.000
5	Raleo 1	215.000	700.000	485.000
6		5.000	0	-5.000
7		5.000	0	-5.000
8		5.000	0	-5.000
9		5.000	0	-5.000
10	Cosecha	382.500	2.100.000	1.717.500
		TASA DE INTERÉS	VAN (\$)	ANUALIDAD (\$)
		7%	1.013.904	144.357
		8%	919.246	136.995
		9%	833.927	129.943
		10%	756.934	123.187
		12%	624.453	110.518
		TIR 45,5%		

Diseño y diagramación
Laboratorio de Marketing

Impresión
Ograma S.A.
Septiembre de 2000

OTROS TÍTULOS PUBLICADOS POR FIA

Estudios para la Innovación

- Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes
- El cultivo del olivo, diagnóstico y perspectivas
- Camélidos en Chile, situación actual y perspectivas

Manuales para la Innovación

- Agroturismo, una opción innovadora para el sector rural

Estrategias de Innovación Agraria

- Estrategia de innovación agraria para producción de leche ovina
- Estrategia de innovación agraria para producción de leche caprina
- Estrategia de innovación agraria para producción de carne ovina
- Estrategia de innovación agraria para producción de hortalizas
- Estrategia de innovación agraria para la floricultura

Otros títulos

- Fundación para la Innovación Agraria, Síntesis de Proyectos 1981-1999
- Guía del Buen Comer por César Fredes FIA- LOM Ediciones