

**OPCIONES DE PRODUCTOS A PARTIR DE LA MADERA
DE ACACIA, Y SU PROMOCIÓN.
ANTECEDENTES DE UNA EXPERIENCIA CON ACACIAS EN CHILE**
Pinilla Suárez, J.C. *(1); Molina Brand, M.P.; Briones, R.; Hernández Cariaga, G.

Instituto Forestal, Casilla 109 – C, Concepción, Chile

*Autor para la correspondencia: jpinnacle@infor.cl

Boletín del CIDEU 2: 73-92 (2006)
ISSN 1885-5237

Resumen

La investigación desarrollada por el Instituto Forestal (INFOR) ha generado la base para aprovechar la adaptabilidad que presentan en el país *Acacia dealbata*, *Acacia mearnsii* y *A. melanoxylon*, y su explotación como especies forestales alternativas para la producción de madera.

Se ha investigado en las propiedades y aptitudes físico-mecánicas y pulpables de las especies para su uso en la industria del aserrío, tableros, pulpa y papel, y la identificación de las variables que inciden en el porcentaje de taninos obtenibles a partir de la corteza de *A. mearnsii* que crece en Chile.

Este trabajo resume los resultados de la investigación emprendida por INFOR durante el desarrollo de los estudios referidos a los procesos industriales y aplicaciones de la madera.

Summary

Wood products from acacia species in Chile

Research studies carried out at Instituto Forestal (INFOR) have provided the basis for exploiting the adaptability of *Acacia dealbata*, *A. mearnsii* y *A. melanoxylon* to Chilean environments and its exploitation as an alternative forest species for wood production.

The information has been generated about the properties and physical-mechanical aptitudes and pulpables of the species for its use in the industry of the Sawed wood, boards, pulp and paper, and the identification of the variables that impact in the percentage of attainable tannins starting from the bark of *A. mearnsii* in Chile.

This work summarizes the results of the investigation undertaken by INFOR during the development of the studies referred to the industrial processes and applications of the wood.

INTRODUCCIÓN

Algunas especies de Acacias Australianas como resultado de estudios realizados por el Instituto Forestal (INFOR), han demostrado muy buenos resultados para su establecimiento en Chile, tanto desde el punto de vista de la diversificación de las actuales plantaciones con especies exóticas como por su alto grado de adaptabilidad edafoclimática y multiplicidad de productos a obtener a través de un manejo forestal adecuado. En este sentido destaca la investigación realizada con *Acacia dealbata*, *Acacia mearnsii* y *Acacia melanoxylon*, las cuales han demostrado una adecuada adaptación a esas condiciones, exhibiendo resultados favorables de crecimiento que permiten alcanzar retornos económicos a temprana edad (entre los 8 y 12 años para el caso de pulpa y taninos).

La investigación cobra importancia desde el punto de vista de la consolidación y complementación de información en lo que se relaciona con el manejo forestal más adecuado, el mejoramiento genético de las procedencias y familias más promisorias, su propagación vegetativa, el estudio de las características físico mecánicas, evaluación de los probables productos a obtener, etc., de tal forma de lograr hacer de estas especies exóticas una nueva y eficiente fuente de ingresos para grandes, medianos y pequeños propietarios forestales en Chile.

Una de las líneas del trabajo desarrollado por INFOR, ha señalado por ejemplo, el potencial de crecimiento que tiene en el sur del país *Acacia dealbata*, especie que puede ser manejada para producir madera aserrada, y pulpa. Paradójicamente su difusión ha resultado lenta como consecuencia del desconocimiento de su potencial y productos, y de la falta de

herramientas estratégicas que apoyen su inserción en el sector forestal productivo.

En Chile, las plantaciones con las especies *Acacia dealbata* y *A. mearnsii* abarcan una superficie aproximada de 1.000 hectáreas (rodales plantados mayores a 4 ha), entre la VII y X Región, mientras que con *A. melanoxylon* esta cifra llegaría a las 4.000 ha (INFOR, 2002; Loewe *et al.*, 2004). Sin embargo, existe una superficie desconocida que está constituida por rodales de estas especies, principalmente *A. melanoxylon* y *A. dealbata*, establecidas en mezcla con otras especies, en cajas de ríos, cortinas cortavientos o masas forestales derivadas de regeneración natural (INFOR, 1997; Pinilla, 2000).

Las especies del género *Acacia* constituyen en el país promisorias opciones forestales, sea como alternativas productivas en sectores marginales para las especies forestales tradicionales (pino radiata y eucalipto), o para ofrecer una mayor diversidad productiva al sector. Se espera que en el mediano plazo, el desarrollo de estas opciones tecnológicas permita tomar decisiones en materia de políticas que tiendan a incrementar y/o diversificar el suministro de fibra corta y madera, hasta ahora proporcionada por *Eucalyptus*, y con ello diversificar la superficie de plantaciones forestales pulpables y madereras, fomentando a su vez el mejoramiento tecnológico para utilizar más adecuadamente las especies y el volumen de existencias.

Estas especies de *Acacia*, son posibles además, de plantar en combinación con especies del género *Eucalyptus* para la producción de fibra corta, tal como se realiza en Australia y Sudáfrica. Además, en Australia, en los bosques naturales de *Eucalyptus*, las especies del género *Acacia* constituyen el dosel inferior y conforman

un porcentaje de la producción de pulpa total debido a su compatibilidad y aptitudes celulósicas (Pinilla, 2000). Un resumen de los posibles usos de las plantaciones de acacias o de su madera se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Posibles usos de las especies de acacia.

ESPECIE	USOS
<i>A. dealbata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pulpa</i> • <i>Madera Aserrada</i> • <i>Leña</i> • <i>Recuperación De Suelo</i> • <i>Apicultura</i>
<i>A. melanoxylon</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Madera Aserrada</i> • <i>Leña</i> • <i>Chapas</i> • <i>Parquet</i>
<i>A. mearnsii</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Taninos</i> • <i>Recuperación De Suelos</i> • <i>Pulpa</i>

La investigación realizada hasta la fecha confirma que desde el punto de vista de crecimiento, aptitudes tecnológicas y potencialidades de uso, estas especies se constituyen en una interesante alternativa de producción, lo cual permite orientar a eventuales usuarios o clientes acerca del cultivo y manejo de este recurso y su potencial productivo. Esto puede resumirse en:

- Las especies de *Acacia* de interés crecen en el país de manera adecuada en lugares marginales para otras especies
- Producto de que estas especies son leguminosas ellas propenden a la recuperación de suelos (captura de nitrógeno)
- Presentan una buena aptitud pulpable, demostrable con el creciente uso de la

madera de *Acacia* en mezcla con especies

- Elevado porcentaje de extraíbles, especialmente taninos que por su condición de naturales están recuperando el mercado que había sido ocupado por los taninos sintéticos
- Altos precios que alcanzan algunos de sus productos en el mercado internacional (madera aserrada, chapas).

En el caso de las especies propuestas (*A. mearnsii*, *A. dealbata* y *A. melanoxylon*), el desconocimiento de los parámetros básicos de crecimiento y productividad por especie y por sitio, impedía obtener proyecciones de incrementos, rendimientos futuros y volúmenes de abastecimiento, lo que generaba un escaso aprovechamiento industrial e inexistencia de un mercado formal, resultando en su no utilización en forma masiva. El conocimiento de su biometría, junto con la utilización de adecuadas descendencias derivadas del mejoramiento genético, tratamientos silviculturales y esquemas de manejo forestal específicos, o en combinación con otras especies (eucalipto), permitirá obtener una respuesta a estas interrogantes y su utilización eficiente por parte de la industria forestal, tanto pulpable como aserrable.

Junto con lo anterior, es indispensable un programa de fomento a la utilización de estas especies, lo cual se logra a través de las actividades de transferencia, en donde se aporta el conocimiento, asesoría y medios para hacer partícipe de los resultados a pequeños y medianos propietarios forestales o grupos de interés, poniendo a disposición de los interesados con distintos niveles de desarrollo información técnica relevante, permitiendo con esto la masificación y difusión de las especies, la asignación más racional de recursos y la toma de decisiones a distinto nivel en base a información con cierto grado de certidumbre.

En este sentido, el presente texto entrega algunos antecedentes industriales más relevantes de las especies en estudio, recopilados desde la investigación realizada y nuevos estudios desarrollados por INFOR, entregando información acerca de las propiedades y aptitudes físico mecánicas y pulpables de las especies *A. dealbata* y *A. melanoxyton*, incluyendo experiencias de secado, trabajabilidad, encolabilidad, determinación de propiedades físicas y mecánicas, caracterización del papel y la determinación del porcentaje de taninos para su uso en la industria nacional.

MATERIAL Y MÉTODO

1. Material utilizado

El muestreo y preparación del material experimental para los recientes estudios industriales consideró la selección y marcación de árboles de las tres especies de Acacias (*dealbata*, *melanoxyton* y *mearnsii*), para los estudios de propiedades físicas y mecánicas; trabajabilidad y encolabilidad; chapas foliadas; pulpa y papel; tableros de partículas; taninos de la corteza de *A. mearnsii*; y secado industrial.

Los árboles seleccionados para los estudios provienen de un ensayo de Especies y Procedencias de *Acacia* instalado el año 1992 (Pinilla *et al.*, 2002) y que se ubica en la comuna de Cañete, VIII Región (38°18' S, 73°21' W). Para los estudios de Trabajabilidad, Encolabilidad y Chapas foliadas, se seleccionaron además, árboles de *A. melanoxyton* desde un predio perteneciente a una empresa forestal en la misma área, debido que para la adecuada ejecución de estas actividades se necesitan árboles con un DAP superior.

Los árboles seleccionados de *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxyton* y *Acacia*

mearnsii obtenidos desde Antiquina presentaron un DAP promedio de 27, 20 y 25 cm, respectivamente, a una edad de 12 años. La selección y marcación de árboles se realizó de acuerdo a parámetros de sanidad y calidad de las trozas. Los árboles se identificaron con dos cruces a la altura del pecho y dos líneas bajo dichas señales (Figura 1). La cantidad de árboles seleccionados por cada estudio se presenta en el Cuadro 2 y el número de árboles seleccionados por especie se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Número de árboles por estudio

Estudio	Nº árboles
Propiedades físicas y mecánicas	10 (DA); 10 (MN)
Trabajabilidad y Encolabilidad	6 (DA)
Chapas	4 (DA)
Pulpa y papel	3 (DA); 3 (MN)
Tableros de partículas	1 (DA), 1 (MN)
Taninos	3 (MI)
Secado laboratorio	13 (DA); 26 (MN)
Secado industrial	9 (DA); 16 (MN)

Nota: DA: *A. dealbata*; MN: *A. melanoxyton*; MI: *A. mearnsii*

Es necesario consignar que para las Chapas foliadas se necesitaron 6 árboles con DAP \geq 40 cm y 6 árboles con DAP \geq 35 cm.

Cuadro 3. Árboles seleccionados por especie

Especie	Nº de árboles
<i>A. dealbata</i>	46
<i>A. melanoxyton</i>	55
<i>A. mearnsii</i>	3



Figura 1: Marcación de árboles de *Acacia* y vista rodal desde donde se obtuvieron los árboles para el estudio industrial

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Algunos antecedentes en relación al uso de estas especies

1.1 *Acacia melanoxylon*

Acacia melanoxylon crece principalmente en suelos de mediana a alta fertilidad, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido (Boland *et al.*, 1984), siendo una especie valiosa para mueblería. La madera tiene gran resistencia a los esfuerzos de tracción y compresión, reúne buenas condiciones para su empleo en carpintería, chapas, pisos, revestimientos, tornería; y piezas sometidas a choques y vibraciones (Torrealba, 1987). La especie posee una excelente calidad para la producción de madera aserrada a los 15 - 20 años de edad (Pinilla, 2000).

Según Nicholas y Brown (2002), por más de 100 años *A. melanoxylon* se ha aceptado internacionalmente como una de las grandes maderas decorativas del mundo. Puede ser clasificado dentro de un grupo de la élite de las especies que incluyen el nogal, la caoba y la teca. Posee calidades poco probables de ser igualadas por cualquier otra especie exótica que pueda crecer en Nueva Zelanda, siendo en este país una especie extremadamente popular entre los ebanistas.

Es ideal para fabricar muebles y gabinetes, producir chapas, piezas torneadas y perillas. La madera es de un peso mediano y fácil de trabajar, tiene textura uniforme, es

generalmente recta; pero, a veces, tiene grano ondulado (Figura 2). La madera del corazón comúnmente es de color oro-marrón, a menudo conteniendo vetas más oscuras o rayas rojizas; la albura es pálida (Figura 3). Sin embargo, puede haber variación considerable en los colores, extendiéndose desde amarillo a rojizo y hasta casi negro, lo que causa algunos problemas a los fabricantes de los muebles (Nicholas y Brown, 2002).

La variación en color se ha atribuido a las siguientes razones (Nicholas y Brown, 2002):

- *Genética*: Esta parece ser la influencia dominante. Las variaciones llamativas en color ocurren dentro de lotes de semillas, y en el mismo sitio. En Nueva Zelanda, un estudio de escala reducida no demostró ninguna diferencia significativa entre dos lotes de semillas de Tasmania y dos de Sudáfrica.
- *Sitio*: Hay evidencias empíricas que sugieren que el sitio tiene una fuerte influencia sobre el color. Un estudio sudafricano señala que el mejor color se presenta en sitios de suelos orgánicos profundos y con período de receso vegetativo definido.
- *Tasa de crecimiento*: Dos estudios realizados en Nueva Zelanda concluyen que no existe relación entre el color y la tasa de crecimiento



Figura 2. Muebles en base a *Acacia melanoxylon* (Fuente: Nicholas y Brown, 2002)



Figura 3. Madera de *Acacia melanoxylon*¹

¹ <http://www.rarewoodsandveneers.com/pages/specimens/rarewoods/rarewood02.htm>

En *A. melanoxyton*, la variación del color puede causar dificultades en la madera. Hasta la fecha, esto no ha influenciado los precios en los mercados australiano o de Nueva Zelandia, pero sí ha afectado las ventas en Sudáfrica, donde la madera más oscura se prefiere y cuenta con un mayor precio. En Australia se reconocen varios patrones atractivos del grano que son preferidos por los artesanos y en la producción de chapas.

En Chile no existe información sobre el mercado de trozas para la producción de chapas ni de madera aserrada. En las eventuales exportaciones que se han realizado con *A. melanoxyton*, los precios de venta de la madera aserrada han sido altos, oscilando entre US\$ 130 y 1.200 por metro cúbico. En Australia, Sudáfrica y Nueva Zelandia se transa con precios de entre US\$147 y US\$1.600 FOB, dependiendo del tipo de producto y su calidad (INFOR, 1998).

1.2 *Acacia mearnsii*

La madera de *A. mearnsii* se utiliza para la construcción, pulpa, postes de minas, mangos de herramientas, uniones, pisos y tableros. La densidad básica de la madera de *A. mearnsii* es de 598 a 630 kg/m³ (Kannegiesser, 1990; Pinilla, 2000). Uno de

los aspectos más importantes es la producción de taninos a partir de la corteza utilizados principalmente en la industria del cuero, siendo una de las principales fuentes de taninos de buena calidad en el mundo. Se considera que la corteza de esta acacia es una de las mejores en términos de cantidad rendida por árbol y de calidad respecto del contenido y color de los taninos (Figura 4) (Turnbull, 1986; Grosse et al, 1990). El poderoso extracto de la corteza se utiliza además en la preparación de adhesivos para la industria de chapas, tableros de partículas y madera laminada.

La madera también es utilizada como combustible para uso doméstico, para la pequeña industria y para la producción de carbón (Figura 5). Los árboles además, se plantan para el control de erosión, mejoramiento del suelo, en cortinas como cortafuegos, como árboles de sombra en plantaciones de té y como ornamentales.

Debido a su rápido crecimiento, a su adaptabilidad a una gran cantidad de sitios y a su habilidad de colonizar tierras que han perdido todo o casi todo el suelo superficial, ha sido efectiva para controlar la erosión y para mejorar la fertilidad (National Academy of Science, 1980).



Figura 4. Rodal de *A. mearnsii* en Chile

En el Estado de Río Grande do Sul, Brasil, actualmente existen más de 100 mil hectáreas plantadas con *Acacia mearnsii*, las cuales están establecidas en pequeñas propiedades (Figura 6). Como alternativa agroforestal, acacia negra presenta diversas ventajas. Puede ser combinada con cultivos agrícolas en los primeros años y con ganado, a partir del tercer año de la plantación (Pinilla *et al.*, 2000).

Como antecedente se puede mencionar que en Brasil una plantación de 8 años produce aproximadamente 200 m³/ha de madera y 16 toneladas/ha de corteza (Higa *et al.*, 1998).



Figura 5. Madera de *Acacia mearnsii*²

² <http://www.timber-australia.com/Timbers/Black-wattle/Black-Wattle.html>



Figura 6. Bosques de *A. mearnsii* en la región de Montenegro, Brasil

INFOR realizó un estudio para determinar las propiedades mecánicas de la madera de *A. mearnsii* que crece en Chile, utilizando árboles existentes en los ensayos establecidos (Antiquina, VIII Región). Estas propiedades determinan la resistencia de un material a la acción de fuerzas externas que tienden a deformar su masa. El valor de resistencia depende de la magnitud

de la carga y de la forma de aplicación de la misma, encontrándose tres diferentes esfuerzos básicos: tensión, compresión y cizalle (Figura 7) (Pinilla *et al.*, 2002; Pinilla y González, 2006)). Las propiedades mecánicas obtenidas en el estudio para *Acacia mearnsii* se presentan en el Cuadro 4.



Figura 7. Muestras de madera y trozas de árboles de *Acacia mearnsii*

De acuerdo a los valores obtenidos en el estudio, en general, *Acacia mearnsii* presenta, para todas las propiedades mecánicas, valores mayores que los de especies como *Pinus radiata* y especies del bosque nativo de Chile, en dos condiciones de humedad (condición saturada y 12% de contenido de humedad). Por esta razón, sería posible la utilización de esta especie en aplicaciones como: elementos de

construcción revestimientos, pisos, muebles etc., en los que actualmente se utilizan pino y algunos *Nothofagus* nativos

De las especies comparadas en el estudio sólo *Eucalyptus globulus* presenta mayores valores de resistencia mecánica (en todas las propiedades evaluadas y en ambas condiciones de humedad), lo cual se atribuye a la mayor densidad de esta especie.

Cuadro 4. Propiedades mecánicas de *Acacia mearnsii* crecida en Chile

Ensayo	Parámetro	Condición seca	Condición verde
Flexión (MPa)	MOR	105,96	60,85
	MOE	13.161,19	10.180,19
Tenacidad (Nm)	T _r	45,13	34,49
	T _t	48,24	32,52
Compresión (MPa)	R _c	56,61	25,26
	R _{cn}	15,55	8,80
Tracción (MPa)	R _{tnr}	4,92	4,54
	R _{tn}	7,39	7,11
Dureza (N)	Q	8.059,96	3.742,09
	Q _p	6.218,06	4.279,25
Cizalle (MPa)	R _{vr}	12,86	7,59
	R _{vt}	16,81	9,77
Clivaje (kN/m)	R _{clt}	100,96	77,86
	R _{clr}	74,35	61,12
Extracción clavo (N)	K	778,21	547,94
	K _p	1.298,32	1.020,00
Gravedad específica	--	630 ¹	549 ²

¹ Basada en peso seco y volumen al 12% de humedad

² Basada en peso seco y volumen verde

Las principales conclusiones obtenidas de este estudio se refieren a:

- Las propiedades mecánicas de la especie presentan diferencias entre los diferentes individuos evaluados; sin embargo, estas diferencias se deben a la variabilidad de la densidad presente en ellos.
- El contenido de humedad de la madera afecta las propiedades mecánicas de la especie, encontrándose los mayores valores de estas propiedades en la condición seca (12% de contenido de humedad).
- Para todos los ensayos ejecutados se observan diferencias en los valores de resistencia mecánica a diferentes alturas del árbol; sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas.
- La resistencia mecánica de la especie presenta atractivas perspectivas de uso, pues los valores obtenidos en los diferentes ensayos se encuentran dentro del rango de las propiedades mecánicas de otras especies utilizadas comúnmente

en Chile en una amplia gama de productos.

Otro estudio desarrollado por Pinilla y Hernández, (2006), analizó la aptitud pulpable de *Acacia mearnsii* de Willd proveniente de la comuna de Cañete (VIII Región). El estudio incluyó determinaciones complementarias de densidad y contenido de extraíbles. Además se efectuó el análisis del contenido de tanino curtiente de la corteza. La cocción kraft se ajustó mediante una variación de la carga de álcali y la pulpa resultante se sometió a un blanqueo y se refinó en diferentes grados para evaluar sus propiedades mecánicas resistentes (Figura 8).

El examen de las propiedades físicas y mecánicas de la pulpa blanca, en comparación con pulpas blancas de fibra corta, calidad estándar, indican un buen comportamiento, acorde con las características de las fibras de una pulpa de latifoliadas.



Figura 8. Muestras de *Acacia mearnsii* utilizadas en el estudio de aptitud pulpable

El análisis de los resultados del estudio pulpable permitió obtener las siguientes conclusiones:

- La densidad de la madera de *A. mearnsii* es comparable con la madera de *Eucalyptus globulus*.
- El rendimiento en pulpa kraft es alto y comparable con el obtenido con eucalipto.
- El consumo de madera de *A. mearnsii* para la producción de pulpa blanca es de 4 m³ por tonelada de pulpa seca.
- *Acacia mearnsii* presenta viabilidad técnica para la producción de pulpa kraft blanca.

Los resultados obtenidos demuestran que *Acacia mearnsii* es una especie interesante para evaluar como una futura alternativa para la producción de madera pulpable o taninos.

1.3 *Acacia dealbata*

Acacia dealbata, como las otras acacias es una especie fijadora de nitrógeno. Se recomienda para contener dunas y reforestar terrenos muy pobres, erosionados y deforestados. A pesar de ser una especie agresiva debido a su habilidad para retoñar, derivado a su vez de inadecuadas selecciones de semillas o material mejorado, su valor para estabilizar laderas erosionadas en otros países ha sido incomparable con otras especies (Grosse *et al*, 1990). Además es cultivada por su valor ornamental (Figura 9).

La madera se considera una de las mejores especies pulpables en la región templada de Australia (densidad básica de 553 kg/m³) (Batchelor *et al*, 1970). En general, la madera se utiliza en carpintería y fabricación de cajones y muebles rústicos. También se utiliza como un tipo inferior de combustible y en la industria melífera (Pinilla, 2000).

Experiencias relacionadas con el pulpaje realizadas en el CSIRO con acacias australianas han corroborado su rápido crecimiento y adaptabilidad en suelos degradados y su alta aptitud pulpable. *Acacia dealbata* (Silver Wattle), es reconocida como una especie de alta calidad pulpable por el North Forest Product (Pinilla, 2000), traducándose en altos rendimientos de pulpa kraft de fibra corta dado su bajo contenido de lignina. Además, los procesos de pulpaje requieren de menor cantidad de productos químicos que otras especies, y el papel que se obtiene posee buenas propiedades de resistencia.

En este sentido, las acacias tienen una densidad básica mayor en relación con otras latifoliadas de rápido crecimiento. Considerando que el pulpaje y las propiedades del papel obtenido son satisfactorios, la mayor densidad básica es una ventaja por la calidad de la pulpa debido al mayor peso de astillas que puede ser acomodado en el digestor, lo que aumenta la productividad de este equipo y hace que la especie sea más eficiente en este tipo de producción.



Figura 9. Árbol Plus de *Acacia dealbata* y árbol a la edad de 8 años (Chile)

Los productos que pueden obtenerse de los bosques de esta acacia están restringidos, básicamente a madera pulpable y leña, no obstante el mercado de ellos es interesante. En general las empresas productoras de astillas en Chile compran madera para pulpa con el objetivo de exportarla a Japón, ya que la densidad de la madera y las características de la fibra la asemejan con el producto proveniente de madera nativa; las astillas de Acacias constituyen un porcentaje de la mezcla que se usa para producir pulpa de fibra corta.

En el último tiempo, en Australia y Nueva Zelandia, esta especie está siendo utilizada en el diseño y confección de muebles debido al atractivo de su madera y sus excelentes propiedades de trabajabilidad. Se menciona que es una madera fácil de partir y medianamente fuerte, con colores que varían entre café claro a un rosa tenue con una distintiva banda color blanco a crema.

Sus ligeros tonos y distintivos anillos de crecimiento que puede crear un patrón listado han contribuido a incrementar su demanda para su uso en muebles. Cuando su madera es lijada y trabajada se puede obtener superficie muy lisa y de fácil pulido lo que la hace apetecida para la fabricación de muebles (Figura 10)⁴.

2. Resultados de Estudios industriales con Acacias realizados por INFOR

A continuación se presentan los principales resultados de los estudios industriales desarrollados recientemente por INFOR, a objeto de generar información base acerca de las propiedades y aptitudes físicas, mecánicas y pulpables de las especies de *A. dealbata* y *A. melanoxylon*, que crecen en Chile para su uso en la industria del aserrio, tableros y pulpa y papel. Además, se

⁴ Tasmanian Timber Promotion Board. Timber Research Unit, University of Tasmania., 2000. <http://www.tastimber.tas.gov.au>

presentan los resultados obtenidos en la obtención de taninos a partir de la corteza de *A. mearnsii* que crece en Chile.

2.1 Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon*

Según los estudios realizados por INFOR, se ratifica que a menor contenido de humedad en la madera, independiente de la especie, mayores son sus propiedades mecánicas. Los valores del Modulo de Elasticidad para ambas especies obtenidos del ensayo de flexión se encuentran dentro del rango del *Pinus radiata*, especie utilizada ampliamente en la construcción de viviendas en Chile. Para la especie *A. melanoxylon*, destacan los valores obtenidos en compresión paralela, siendo adecuada su utilización en postes o pilares.

2.2 Trabajabilidad y encolabilidad de la madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon*

Este estudio permitió concluir que ambas especies alcanzan un comportamiento aceptable frente a diversos procesos de trabajabilidad, sin embargo, la madera de *A. dealbata* arroja un mejor comportamiento que la madera de *A. melanoxylon*. Ambas especies presentan un comportamiento débil en taladrado. La mejor condición en cepillado para ambas especies se obtuvo con un ángulo de ataque de 20° y bajo condiciones de procesamiento que alcanzan 20 marcas por pulgada. Respecto al tipo de corte, en términos generales para ambas especies las piezas tangenciales alcanzan una mejor calidad.

2.3 Secado de la madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon*

Acacia melanoxylon y *Acacia dealbata* en corte tangencial, radial o mixto se puede secar adecuadamente bajo un mismo programa de secado. En 25 mm de espesor se recomienda un programa de secado

constante 75/50 (°C/°C). En 50 mm se propone un programa de secado constante 65/50 (°C/°C). La duración del secado desde aproximadamente el punto de saturación de las fibras hasta 10 % de humedad final es de 2 a 3 días en madera de 25 y 50 mm de espesor respectivamente. La anisotropía de la contracción transversal es reducida y no se presentan grietas y colapso. Los alabeos son de baja intensidad. El comportamiento de ambas Acacias frente al secado convencional es favorecido por un presecado inicial de la madera bajo cobertizo

2.4 Caracterización tecnológica del papel obtenido con la especie *A. dealbata* y en mezclas con la especie *Eucalyptus globulus*.

La densidad de la madera de Acacia es inferior a la madera de eucalipto. El valor del peso unitario de la madera de Acacia está en el rango bajo para especies latifoliadas (4,97 g/100m). Los resultados frente a la cocción kraft, de la madera de *A. dealbata*, son inferiores comparadas con las respuestas de la madera de eucalipto. Para un mismo nivel de índice kappa, se necesitan 2,8 % más de álcali efectivo y esto asociado a un 5,8 % menos de rendimiento total. Las propiedades físico mecánicas de las pulpas crudas, en cuanto a índice de tensión e índice de rasgado, presentan valores altos. El rasgado de la pulpa de acacia es inferior al de la pulpa de eucalipto. La pulpa de acacia responde bien al proceso de blanqueo en estudio.

Es viable la producción de celulosa de buenas características con una mezcla de maderas de eucalipto y acacia, con un porcentaje hasta alrededor de 10% de este último.

2.5 Determinación en la variación del porcentaje de taninos a través del año en la corteza de *Acacia mearnsii*

De acuerdo a los resultados obtenidos, se estima que la mejor época para obtener taninos a partir de la corteza es a fines de la temporada de verano, presentando un porcentaje mayor de taninos en relación a la corteza seca (29,4% b.c.s.), presentando el resto del año valores que variaron entre los 17 y 22% b.m.s.).

2.6 Aptitud de la madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon* para la fabricación de tableros de partículas

Con las especies *A. melanoxylon* y *A. dealbata* es técnicamente factible la fabricación de tableros de partículas. Cabe mencionar que estas especies en mezcla con Pino radiata presentan adecuadas propiedades físicas y mecánicas.

El aumento de la cantidad de madera de *A. melanoxylon* en la proporción que forma los tableros produce un aumento en los valores del módulo de elasticidad en flexión. Situación contraria ocurre con la especie *A. dealbata*. La resistencia a la tracción perpendicular aumenta a medida que se disminuye la cantidad de madera de acacia, independiente de la especie. El incremento de la cantidad de madera de acacia en la proporción que forma los tableros disminuye la absorción de agua y el hinchamiento.

Las propiedades mecánicas de los tableros de partículas fabricados con madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon* presentan adecuadas propiedades físicas y mecánicas, salvo en el caso del hinchamiento y absorción, por lo que se sugiere usar hidrófobos.

El color de los tableros que incorporan madera de acacia, independiente de la especie, es más oscuro que los tableros fabricados con madera de *Pinus radiata*.

2.7 Aptitud de la madera de *A. dealbata* y *A. melanoxylon* para la obtención de chapas foliadas

2.7.1 *Acacia dealbata*:

El rendimiento total del foliado tangencial alcanzó los 309,4 m² chapa/m³ trozo, obtenido con trozas de diámetro promedio de 32 cm. El rendimiento total del foliado radial alcanzó los 179,7 m²/m³ obtenido con una troza de diámetro 28 cm. En términos de calidad, las chapas obtenidas de los 5 flitchs foliados califican en C (calidad inferior) debido a la presencia de albura.

Los defectos más importantes de las trozas que afectaron el rendimiento y calidad de la chapa fueron la presencia de albura y el contrafuerte (troza que presenta al menos una sección transversal que no es cilíndrica, presentando un crecimiento irregular), debido a la gran pérdida de madera producto del aserrío, para obtener una basa que permita obtener láminas tangenciales o radiales. La madera de *A. dealbata* tiene un buen comportamiento en el macerado y en la operación de foliado vertical. Sus chapas no presentan problemas en el secado a alta temperatura. Su apariencia es más rojiza que la chapa de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*.

De acuerdo a los resultados, la madera de *A. dealbata* presenta un buen comportamiento al proceso de foliado y mejor aptitud de manejo que la chapa de *E. globulus*. Bajo las condiciones procesadas, la chapa de *A. dealbata* no tiene tendencia a la ondulación y es bastante flexible, lo cual puede ser mejorado con un manejo forestal basado en podas tempranas y raleos.

2.7.2 *Acacia melanoxylon*:

El rendimiento total del foliado tangencial alcanzó los 50,4 m²/m³ trozo, obtenido con una troza de diámetro promedio de 30 cm. En términos de calidad, las chapas obtenidas califican en el grado "C" (calidad inferior), debido a la presencia de albura. Los defectos más importantes de las trozas que afectaron el rendimiento y calidad de la

chapa fueron las grietas, ganchos, brotes, médula descentrada y gran curvabilidad, defectos que deben ser eliminados mediante un adecuado manejo forestal.

La madera de *A. melanoxylon* no presentó sobremacerado y registró un buen comportamiento en la operación de foliado vertical. Sus chapas no presentan problemas en el secado a alta temperatura, presentando una notoria diferenciación de color entre albura (clara) y duramen (oscuro). Su apariencia es más oscura que la chapa de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*.

OBSERVACIONES Y RECAPITULACIÓN

Los resultados de las distintas experiencias señalan que especies y procedencias del género *Acacia* son interesantes alternativas y/o complementos para los forestadores e industrias dedicadas a la producción de pulpa y madera aserrada en Chile. Se hacen necesarias más investigaciones, y por más tiempo, en relación al manejo eficiente, especialmente al considerar el valor de su madera y sus posibilidades de comercialización, siendo el bajo diámetro de las trozas es una condición restrictiva al momento de utilizar las especies a nivel comercial. En este sentido, junto con considerar adecuados esquemas de manejo forestal, se debe recalcar la importancia de utilizar una adecuada selección de las semillas (procedencia, progenie) y adecuadas técnicas de establecimiento del rodal, ya sea para su uso en el mercado de la fibra o de la madera.

La información reunida ha analizado un conjunto de resultados que en sí constituyen un aporte y un logro en el trabajo con esta especie, situación que se ha traspasado a los asociados de la investigación. Sin embargo, es sólo el principio, requiriéndose de nuevas investigaciones, mayores plazos, opciones tecnológicas de desarrollo, análisis de productos y mercados, nuevos

ensayos e información para generar y difundir las herramientas y alternativas de manejo que permitan la acabada utilización de estas especies en Chile. Finalmente, se requiere de un programa a fin de difundir y masificar estas especies, como real alternativa para el sector forestal nacional.

El trabajo de INFOR esta consolidando un camino de investigación en materia de diversificación forestal, que indudablemente deberá enfrentar nuevos desafíos y abordar diversas alternativas, las cuales también deben incluir los aspectos de análisis tecnológico y económico, los que están siendo abordados por esta nueva propuesta. Esto es importante actualmente dada la globalización de los mercados, lo cual trae consigo paralelos procesos de especialización, y es en este punto donde la investigación aplicada puede significar contar con ventajas competitivas, a través de las cuales el sector forestal pueda mantener e incrementar su rol como uno de los principales actores de la economía.

Las Acacias bajo investigación pueden ser un complemento y una oportunidad para el sector industrial utilizando para ello sitios **marginales o complementarios** para las especies tradicionales, especialmente para medianos y pequeños propietarios forestales, a través de la generación y uso eficiente de este recurso forestal, el cual les puede entregar un interesante retorno económico. Se espera que los productos, información y resultados de esta investigación puedan entregar interesantes y prometedoras alternativas que permitan el uso y masificación de las especies considerada. Un segmento objetivo importante para la utilización de esta especie son las áreas con algún nivel de erosión, en las cuales las especies de acacia han demostrado su utilidad como un agente recuperador y conservador del suelo, mitigando mediante el establecimiento de

plantaciones con alguna de las especies de acacia analizadas en este documento, aquellos suelos que han perdido parte de su profundidad total.

Los antecedentes antes expuestos motivan a pensar en las oportunidades que presentan para el país el uso de estas especies, las cuales significarían un aporte a la economía regional y, principalmente, a la economía de los propietarios forestales del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del proyecto FDI-CORFO 02C8FD-13 “Masificación y Desarrollo de Opciones Productivas en Base a Especies de *Acacia* Probadas en Chile”, así como al personal de las empresas y propietarios particulares, sin los cuales esta investigación no se hubiera materializado.



Figura 10. Madera de *Acacia dealbata*⁵ y producto elaborado por INFOR

⁵ <http://www.rarewoodsandveneers.com/pages/specimens/rarewoods/rarewood02.htm>

Referencias bibliográficas

- Batchelor, B.K.; Crawford, I.A and C.H. Turner, 1970. The assessment of a forest for pulping. *Appita* 24(1): 27-44.
- Boland, D. ; Brooker, M.I.H.; Chippendale, G.M.; Hall, N.; Hyland, B.P.M.; Johnson, R.D.; Kleinig, D.A. and Turner, J.D., 1984. *Forest trees of Australia*. De. Thomas Nelson and C.S.I.R.O. Melbourne. 687p.
- Grosse, H.; Kannegiesser, U.; Quiroz, Y. y Santelices, R., 1990. *Silvicultura de algunas Acacias Australianas*. INFOR. Concepción - Chile. 78p.
- Higa, A.R., Dedecek, R.A., Dos Santos, A.F., Stein, P.P. y Simon, A.A., 1998. Desarrollo de sistemas de producción para acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Resumen. En *Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO*, 22 a 28 de noviembre de 1998, Valdivia, Chile.
- INFOR, 1997. *Investigación silvicultura Acacia melanoxylon y otras acacias*. Informe Final. INFOR - CORFO. Concepción. 146 p. más anexos.
- INFOR, 1998. *Incorporación de especies del género Acacia a la producción forestal chilena*. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. Santiago 150 p.
- INFOR, 2002. *Masificación y Desarrollo de Opciones Productivas en Base a Especies de Acacia Probadas en Chile*. Formulario de presentación proyecto FDI. INFOR-CORFO. INFOR- Concepción 150 p.
- Kannegiesser, U., 1990. *Apuntes sobre algunas acacias australianas: 1. Acacia mearnsii De Willd*. *Ciencia e Investigación Forestal*, Volumen 4 (2), Diciembre 1990. Instituto Forestal - Chile - Filial Corfo. pp.198-212.
- Loewe, V.; González, M.; Siebert, H y González, Y. 2004. *El Aromo Australiano y su proyección*. *Revista Chile Forestal* N°301: 17-20. Santiago, Chile.
- National Academy of Sciences. 1980. *Firewood crops. Shrubs and tree species for energy production*. Vol. 1. Washington D.C. National Academy Press. 237 p.
- Nicholas, I. and Brown, I. 2002. *Blackwood. A Handbook for Growers and End Users*. *Forest Research Bulletin* N°25. Forest Research. Rotorua, New Zeland.95p.
- Pinilla, J.C. 2000. *Descripción y antecedentes básicos sobre Acacia dealbata, A. melanoxylon y A. mearnsii*. Informe Técnico N°147. INFOR-CORFO. 49p.
- Pinilla, J.C.; Gutiérrez, B; Gutiérrez, J. 2000. *Reporte de la visita a Embrapa, universidades y empresas de Brasil*. Informe de Proyecto. Proyecto INFOR-FDI *Incorporación de especies del género Acacia a la producción forestal chilena*. Concepción, Chile, INFOR. 44p. más anexos. Sin publicar.
- Pinilla, J.C.; Molina, M.P., Gutiérrez, B. y Gutiérrez, J. 2002. *Incorporación de Especies de Acacia al Desarrollo Forestal Productivo: Avances de Investigación*. En *Actas: Primer Congreso Chileno de Ciencias Forestales*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 23-25 Octubre.
- Pinilla S., J.C. y Hernández C., G. 2005. *Antecedentes Generales Sobre Propiedades y Utilización de la Madera*. En: Pinilla, J.C.; Molina, M. y Gutiérrez, B. (editores). *Investigación con Acacia dealbata, A. melanoxylon y A. mearnsii en Chile*. INFOR-CORFO. Concepción, Chile. Pp: 99-111.
- Pinilla, J.C.; Hernández, G. 2006. *Propiedades de la Madera de Acacia mearnsii de Willd Creciendo en Chile*. I. Aptitud pulpable y contenido de extraíbles. Informe Técnico N°161. Concepción, Chile.

Torrealba, M., 1987. Estudios de tratamientos pregerminativos en *Acacia melanoxylon* R.Br. y ensayos de germinación en seis procedencias de Chile central. Tesis de grado presentada para optar al título de Ingeniero Forestal - Universidad Austral de Chile - Facultad de Ciencias Forestales - Valdivia. 83 p.

Turnbull, J.W. 1986. Multipurpose Australian trees and shrubs. Lesser known species for fuelwood and agroforestry: ACIAR Monograph Num. 1, 316 p.