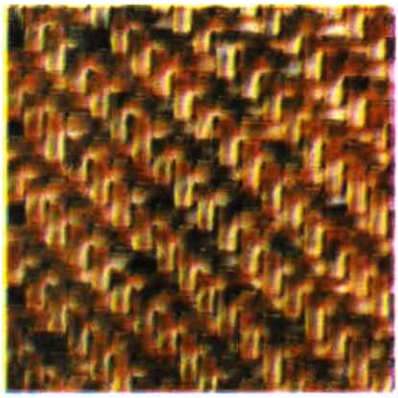
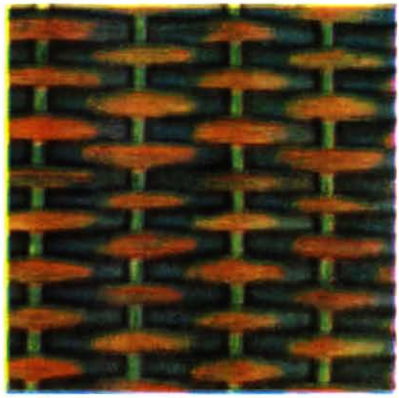


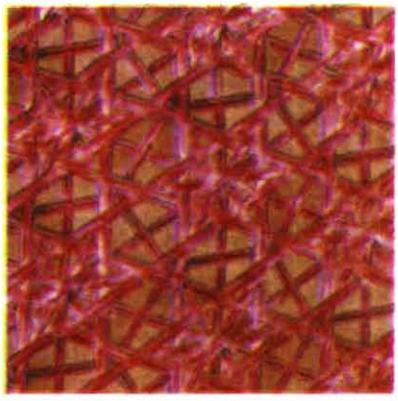
7. Terminación barniz
base agua cobre
Tejido entrelazado cocido



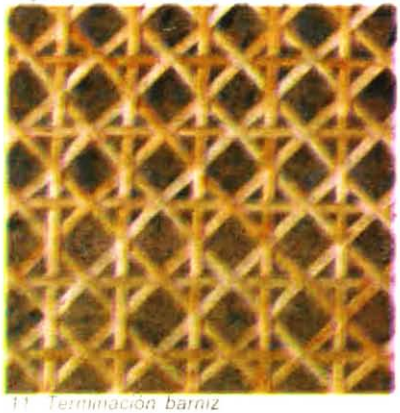
8. Terminación óleo
base agua verde huaipe
Tejido 1x1 rústico



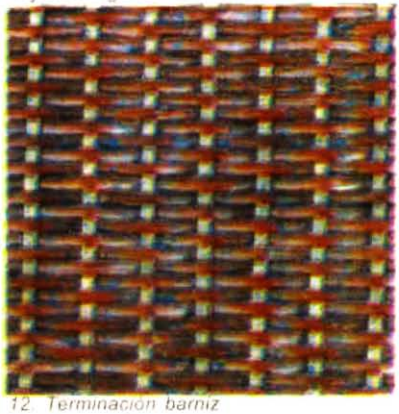
9. Terminación barniz
base agua azul
Tejido 3x3 fino cocido



10. Terminación barniz marino
caoba huaipe
Tejido Margarita



11. Terminación barniz
base agua incoloro
Tejido junco de 4



12. Terminación barniz
base agua aluminio
Tejido 1x1 sencillo

7. BARNIZ BASE AGUA
DESCRIPCION: Producto formulado a base de dispersión acril-estireno de excelente humectación y penetración en superficies de mimbre.
APLICACION: Pistola.
Acabado: Semibrillo, Rendimiento: 15-20 m²/gl
Diluyente: Agua potable, en la mayoría de las aplicaciones no requiere dilución.
USOS: En maderas y productos derivados, se recomienda la aplicación de a lo menos dos a tres manos. Si se usa en exterior, debe ser protegido y evitarse su exposición a condiciones extremas. Se recomienda a aplicación previa de impregnantes o imprimantes para madera con el objetivo de sellar mejor y alargar la vida del barniz marino.

8. OLEO BASE AGUA
DESCRIPCIÓN: Formulado en base a resinas alquid-acrílicas reducibles con agua y pigmentos especiales para exterior, logrando buen comportamiento frente a intemperie y luz solar.
APLICACIÓN: Acabado: Semibrillante, color según cartilla de colores. Aplicación de huaipe.
Rendimiento:30-35 m²/gl
Aplicación: brocha, rodillo y pistola
Diluyente: Agua hasta un 20%
USOS: Producto recomendado para terminaciones en madera y derivados, donde se requiera alta pigmentación y protección, así como gran gama de colores.
Sólo en interiores se imprimará la superficie con una sola manod aceite de linaza y se aplicará dos a tres manos de óleo base agua.

9. BARNIZ BASE AGUA
DESCRIPCION: Producto formulado a base de dispersión acril-estireno de excelente humectación y penetración en superficies de mimbre.
APLICACION: Pistola.
Acabado: Semibrillo, Rendimiento: 15-20 m²/gl
Diluyente: Agua potable, en la mayoría de las aplicaciones no requiere dilución.
USOS: En maderas y productos derivados, se recomienda la aplicación de a lo menos dos a tres manos. Si se usa en exterior, debe ser protegido y evitarse su exposición a condiciones extremas. Se recomienda a aplicación previa de impregnantes o imprimantes para madera con el objetivo de sellar mejor y alargar la vida del barniz marino.

10. BARNIZ MARINO
DESCRIPCION: Producto formulado en base a resinas alquídicas modificadas y aditivos especiales, que le dan una alta resistencia a la intemperie y buena humectación.
APLICACION: Acabado: transparente brillante, color amarillento
Rendimiento: 30-35 m²/gl
Aplicación: Brocha, rodillo y pistola
Diluyente: Aguarrás mineral hasta 10%
USOS: En maderas y productos derivados, se recomienda la aplicación de a lo menos dos a tres manos. Si se usa en exterior, debe ser protegido y evitarse su exposición a condiciones extremas. Se recomienda la aplicación previa de impregnantes o imprimantes para madera con el objetivo de sellar mejor y alargar la vida del barniz marino.

11. BARNIZ BASE AGUA
DESCRIPCION: Producto formulado a base de dispersión acril-estireno de excelente humectación y penetración en superficies de mimbre.
APLICACION: Pistola.
Acabado: Semibrillo, Rendimiento: 15-20 m²/gl
Diluyente: Agua potable, en la mayoría de las aplicaciones no requiere dilución.
USOS: En maderas y productos derivados, se recomienda la aplicación de a lo menos dos a tres manos. Si se usa en exterior, debe ser protegido y evitarse su exposición a condiciones extremas. Se recomienda a aplicación previa de impregnantes o imprimantes para madera con el objetivo de sellar mejor y alargar la vida del barniz marino.

12. BARNIZ BASE AGUA
DESCRIPCION: Producto formulado a base de dispersión acril-estireno de excelente humectación y penetración en superficies de mimbre.
APLICACION: Pistola.
Acabado: Semibrillo, Rendimiento: 15-20 m²/gl
Diluyente: Agua potable, en la mayoría de las aplicaciones no requiere dilución.
USOS: En maderas y productos derivados, se recomienda la aplicación de a lo menos dos a tres manos. Si se usa en exterior, debe ser protegido y evitarse su exposición a condiciones extremas. Se recomienda a aplicación previa de impregnantes o imprimantes para madera con el objetivo de sellar mejor y alargar la vida del barniz marino.

CONTENIDO DE EXTRAIBLES Y CAPACIDAD ENERGETICA TOTAL EN *Salix viminalis*

Cristian Durán S.[1]

1 Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile.

RESUMEN

El estudio evalúa el potencial de *Salix viminalis* como biomasa para la producción de energía. La especie es examinada porque en Chile presenta rendimientos satisfactorios, en peso seco por hectárea, en comparación a otros países (Suecia, Dinamarca) que la utilizan actualmente como materia prima para la producción de energía.

Se cuantifica el contenido de extraíbles, se realiza un estudio electroscópico y térmico de los extraíbles y se determina el calor de combustión de los extractos y residuos. Al comparar con otras especies utilizadas como fuente de energía, los resultados son alentadores en cuanto al rendimiento energético (calor de combustión cercano a 4 kcal/g) y a la presencia de compuestos químicos de interés industrial.

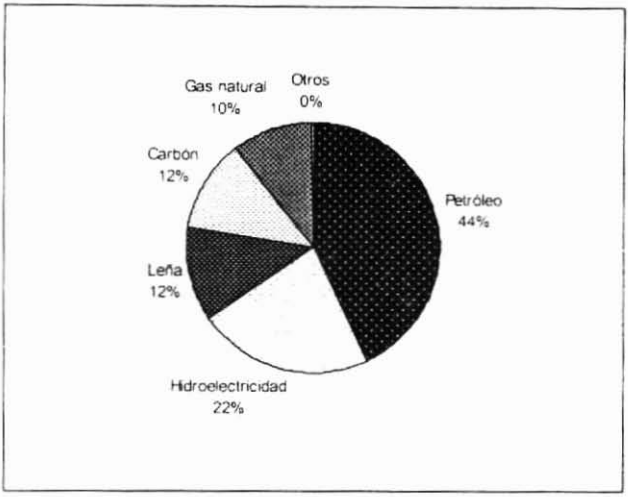
INTRODUCCION

La principal fuente energética mundial la constituyen los combustibles fósiles, que abastecen alrededor de un 80% del consumo total de energía. Entre éstos, el más utilizado es el petróleo, combustible no renovable y una de las mayores fuentes de contaminación, debido a sus emisiones de Sox CO_2 y NO. Esto, sumado a las crisis energéticas de 1973 y 1980, la Guerra del Golfo Pérsico y las desventajas de importar recursos, entre otros aspectos, hace necesaria la búsqueda de energías alternativas para reducir la dependencia de este energético (DALLHGREM, 1996; GNECCO, 1990).

Dentro de las fuentes energéticas alternativas se encuentran el carbón, gas natural, energía nuclear, geotérmica, eólica, hidroeléctrica y solar (ENCARTA, 1997; RIDER, 1981). Las dos primeras, al igual que el petróle, son combustibles fósiles no renovables, además de contaminantes. La energía nuclear es peligrosa debido a la radiación y el manejo de sus residuos. Las energías geotérmica, eólica y solar solucionan muchos de los inconvenientes antes mencionados. Sin embargo, es imposible pensar en una sustitución total de los combustibles fósiles en el corto plazo, a partir de estas energías alternativas (DALLHGREM, 1996).

En Chile el consumo energético sigue la misma tendencia mundial, la mayor parte del consumo es proporcionado por combustibles fósiles (figura 1). Estos, si bien son producidos en el país, no alcanzan para abastecer el mercado, por lo que cerca de un 90% proviene de importaciones (GNECCO, 1990).

Figura 1. Fuentes energéticas de Chile.



La energía obtenida a partir de biomasa proviene de la transformación biológica de la energía solar. Puede obtenerse de la reutilización de desechos o desde cultivos energéticos, es decir, plantaciones de especies de rápido crecimiento con ese fin (ZERBE, 1983; SHAFIZADEH DEGROOT, 1987; LANZARA Y PIZZETI, 1979). El uso de la biomasa como combustible presenta ventajas y desventajas, comparada con el uso de combustibles fósiles, éstas se presentan en el cuadro 1 (GNECCO, S. 1983 y 1990, WHITE y PLASKETT, 1981).

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de la biomasa como combustible

Ventajas	Desventajas
Recurso renovable, no incrementa el CO_2 de la atmósfera	Contenido térmico relativamente bajo en comparación con los combustibles fósiles
Materia prima de fácil obtención y precio relativamente bajo.	Alto contenido de humedad con consiguientes pérdidas de energía.
Procesos de conversión biológica tienen potencial de conservar el componente nitrogenado del suelo.	Baja densidad, debe manejarse en grandes volúmenes. Posee una forma poco homogénea y es de difícil manipulación.

Sin embargo, algunos de los inconvenientes del uso de este tipo de energía tienen solución a través de procesos de conversión (cuadro 2), los que se utilizan principalmente para remover el contenido de humedad, mejorando la conservación y aumentando el contenido calórico del combustible. Los procesos de conversión pueden dar origen a una gran gama de productos entre los que destacan el etanol, metanol y diesel (GNECCO, 1983 y 1990;WHITE y PLASKETT, 1981; ZERBE, 1983 y 1992).

Cuadro 2. Procesos de conversión de biomasa

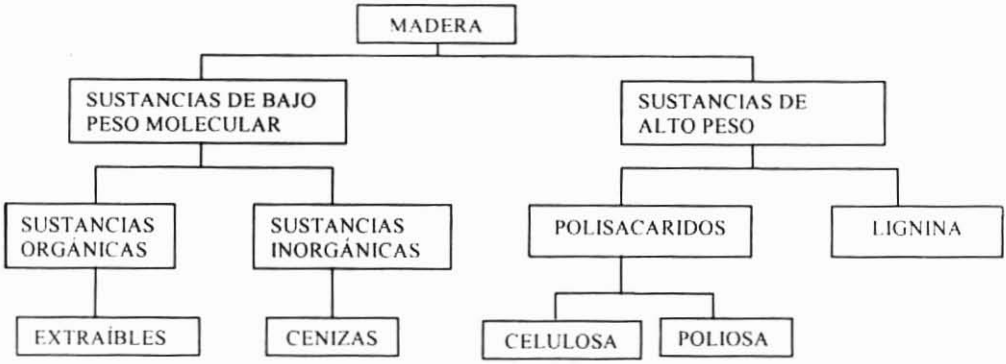
Tipo de conversión	Proceso	Productos
Bioquímica	Digestión anaeróbica	Metanol
	Fermentación enzimática	Etanol
	Fermentación aeróbica	Compost
Térmica	Combustión directa	Calor, vapor, electricidad
	Pirólisis	Carbón, petróleo
	Gasificación	Gas

La elección de una especie arbórea para un cultivo productor de bioenergía, dependerá no sólo de sus propiedades biológicas (rendimiento de biomasa por hectárea o velocidad de crecimiento), sino que también de las propiedades físicas y químicas de su madera, tales como el contenido de humedad, densidad, calor de combustión, contenido de extraíbles, holocelulosa, lignina, alfacelulosa y cenizas (WHITE y PLASKETT 1981; BLANKENHORN *et.al.*, 1983).

Cuadro 3. Composición química y rendimiento energético de la madera

Composición química	Tanto la madera como la corteza están compuestas principalmente de celulosa, poliosas, lignina, cenizas y extraíbles, sólo varía su proporción (figura 2) (MELO y PAZ, 1993; SJOSTROM, 1981; FENGEL y WEGENER, 1989). Los extraíbles son compuestos orgánicos solubles en solventes polares y no polares, de ellos se puede obtener una serie de productos potencialmente útiles en la fabricación de adhesivos, paneles, impermeabilizantes. Entre los extraíbles de la madera se encuentran: compuestos alifáticos (ceras y grasas), terpenos, terpenoides y compuestos fenólicos. La corteza contiene los compuestos anteriores en mayor variedad y cantidad.
Rendimiento energético	Las cantidades relativas de los diversos componentes de la madera y la corteza, afectan no sólo el calor de la combustión, sino también la energía neta liberada y la velocidad de liberación de energía bajo diferentes condiciones de pirólisis y combustión (KRINGSTIN, S *et. al.* 1983). A temperaturas elevadas de pirólisis, se produce carbonización y una variedad de productos volátiles, algunos de los cuales podrían condensarse en forma líquida. Las proporciones relativas de estos productos, dependen tanto de la composición del combustible como de su temperatura de reacción, velocidad de calentamiento y disponibilidad de oxígeno (SHAFIZADEH, F. y DEGROOT, W. 1987).

Figura 2. Componentes químicos de la madera



En algunos países como Suecia existe una vasta experiencia en silvicultura y rendimientos de especies de rápido crecimiento, especialmente *Salix* y *Populus*, donde un 18 % de la energía requerida es producida a partir de estas especies.

En plantaciones de *S. viminalis* con fines de cestería en Chile (Localidad de Chimbarongo, VI Región), se han obtenido rendimientos de hasta 12 t/ha de material seco al año. Esto representa una ventaja comparativa si se considera que en Suecia, incluyendo silvicultura, manejo y mejoramiento genético, se logra producir 10 t/ha de materia seca anualmente. De esto se deduce que *S. viminalis* es una especie de rápido crecimiento, adecuada para la producción de biomasa y que potencialmente podría ser utilizada con fines económicos.

La energía que se puede obtener a partir de *S. viminalis* no contiene emisiones netas de CO_2, por lo que no contribuye al efecto invernadero. Además, es uno de los tipos de combustibles obtenidos a partir de biomasa más eficientes en lo que a rendimiento energético se refiere, ya que la energía generada supera 19 veces la requerida para producirla.

Esta especie posee además la facultad, no sólo de tolerar, sino también de absorber los metales pesados presentes en el suelo y recuperar terrenos para otros fines (GIS, 1997). Las aguas contaminadas y servidas son utilizadas por *Salix* como fuente de fertilizantes, entregando como producto aguas más limpias que podrían ser reutilizadas.

Los principales problemas que podrían surgir con el establecimiento de plantaciones masivas de *Salix* para la producción de bioenergía, son similares a los de introducir cualquier nuevo cultivo energético, y dependen del material propiamente tal y del entorno. Los problemas de plagas y enfermedades, pueden ser minimizados por la ampliación de la

base genética actual, y los problemas de uso de fertilizantes y herbicidas a gran escala, por una adecuada información para una manipulación y dosificación correctas. Sin embargo, un problema relevante es el aspecto cultural, para que los campesinos cambien el uso de tierras, que por años han dedicado a la agricultura convencional.

OBJETIVOS

Caracterizar desde el punto de vista energético y de su composición química diferentes procedencias de *Salix viminalis*, para evaluar la conveniencia de establecer masivamente cultivos de la especie en el país, que permita disponer de una fuente alternativa de energía.

MATERIAL Y METODO

Los análisis fueron realizados en el Departamento de Química Orgánica, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción, Chile. Para el análisis elemental cuantitativo (AEC) se utilizó un equipo Fisons EA 1108 CHNSO; el análisis infrarrojo (IR) fue realizado con un equipo Nicolet 550 Magna, la resonancia magnética nuclear (RMN) con un espectrómetro Bruker de 250MHz, mientras que para el análisis térmico se utilizó un analizador térmico Polymer Laboratories Thermal Science Division, modelo STA625, que realiza conjuntamente la Termogravimetría (TGA) y la Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB). Las condiciones del estudio para CDB fueron una velocidad de calentamiento de 10 °C/min, atmósfera de aire y temperaturas desde 50 a 550 °C.

Como reactivos se utilizó Etanol P.A Merck y Benceno P.A. Merk. y como aparato de Extracción un equipo Soxhlet.

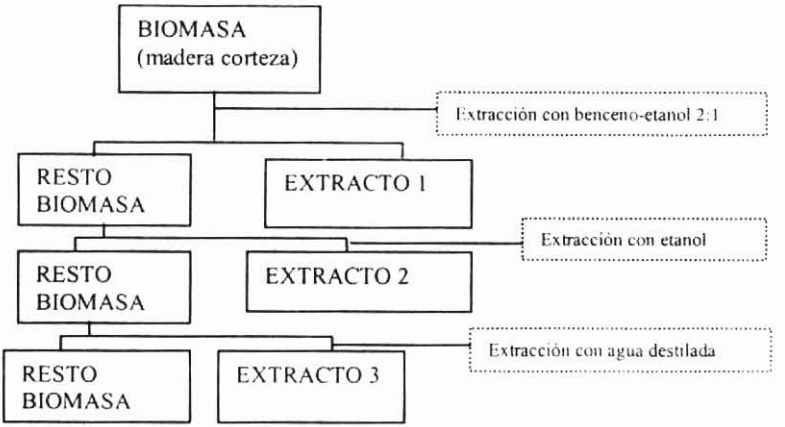
Las muestras de *Salix viminalis* para el estudio fueron obtenidas de diferentes procedencias, denominadas de acuerdo a la distribución de la especie en el país.

Cuadro 4. Origen y época de recolección de las muestras de *S. viminalis*.

Sector	Zona de Distribución	Recolección
Norte	Chimbarongo, VI Región	Primavera 1998
Centro-Norte	Concepción, VIII Región	Otoño 1998
Centro-Sur	Angol, IX Región	Primavera 1998
Sur	Coyhaique, XI Región	Primavera 1998

Las muestras analizadas fueron madera y corteza. Las varas desprovistas de corteza fueron seccionadas utilizando medios mecánicos. Las muestras fueron secadas hasta obtener peso constante utilizando un horno a 50° C. La humedad se determinó por diferencia de peso de las muestras secas y frescas, y tanto la madera como la corteza fueron molidas hasta un tamaño igual o menor a 200 mm empleando un molino de cuchillos.

Figura 3. Esquema de extracción de *S. viminalis*



La extracción de la corteza y de las ramas se efectuó de acuerdo al método ANSI/ASTM D 1105-56. Primero se realizó una extracción con una mezcla de un volumen de etanol y dos volúmenes de benceno, luego una extracción con etanol para finalmente extraer con agua destilada. La diferencia de peso luego de la extracción indicó la cantidad de extraíbles.

Parte de las muestras fueron separadas después de cada extracción (residuos) tanto para el Análisis Elemental Cuantitativo, como para las pruebas de Calorimetría Diferencial de Barrido y Termogravimetría. Los mismos análisis fueron realizados a corteza, madera sin extraer y extractos, a los cuales además, se les realizó un análisis espectroscópico (IR, RMN de ^{1}H y ^{13}C).

RESULTADOS Y DISCUSION

Contenido de humedad y porcentaje corteza-madera

El contenido de humedad para las cuatro muestras de corteza fue en promedio de un 46 %, mientras que la madera alcanzó en promedio un 38 %. El porcentaje de corteza para las muestras obtenidas de distintas procedencias alcanzó en promedio un 18 % con respecto al peso total de la rama en base a peso seco.

Contenido de extraíbles

El contenido total promedio de extraíbles de la corteza (38 %) supera ampliamente al de la madera (10 %). Se observa una disminución de extraíbles de corteza desde la distribución norte a la más austral (cuadro 5). Con respecto a la madera, no se observan diferencias apreciables de contenido total de extraíbles para los distintos orígenes (cuadro 6). Los

porcentajes de extraíbles de madera y corteza son similares a los informados por Kringstin *et al.* (1993) para especies de *Salix* del hemisferio norte.

Cuadro 5. Contenido de extraíbles de la corteza de *Salix viminalis* según procedencia.

Extraíbles (%)	Chimbarongo	Concepción	Angol	Coyhaique
Benceno-etanol	8.41	12.32	8.66	9.91
Etanol	34.16	21.43	13.09	7.94
Agua	ND	7.39	15.03	16.76
Total	>42	41.14	36.78	34.61
ND: No determinado.				

Cuadro 6. Contenido de extraíbles de la madera de *Salix viminalis* según procedencias.

Extraíbles (%)	Chimbarongo	Concepción	Angol	Coyhaique
Benceno-etanol	4.34	3.15	4.67	4.25
Etanol	2.21	1.68	1.54	1.96
Agua	3.90	4.57	ND	5.93
Total	10.45	9.4	>6.21	12.14
ND: No determinado.				

Análisis espectroscópico de los extractos

Aunque existen diferencias cuantitativas entre el contenido de extraíbles de corteza y madera, no se aprecian a través de los análisis espectroscópicos (IR y RMN) diferencias de tipo cualitativo entre los extractos obtenidos con el mismo solvente desde corteza o madera.

La diferenciación de los extractos obtenidos con el mismo solvente a partir de las muestras de las distintas procedencias, pareciera ser sólo cuantitativa, ya que en los espectros se encuentran bandas y picos correspondientes a grupos funcionales característicos muy similares.

Debido a lo anterior, el análisis espectroscópico de los extractos obtenidos con el mismo solvente, desde corteza o madera de *S. viminalis* de las diferentes procedencias se hizo en forma global, de acuerdo a la polaridad creciente de solvente utilizado en la extracción:

Extracto 1: Solvente benceno-etanol
Extracto 2: Solvente etanol
Extracto 3: Solvente agua destilada

La información global de las señales presentes en lo espectros de los extractos, correspondiente a diferentes grupos funcionales, se resume en los cuadros 7, 8 y 9.

Cuadro 7. Principales grupos funcionales presentes en los extractos de *Salix viminalis* utilizando análisis infrarrojo.

Enlace	Grupos funcionales y posibles compuestos del extracto	Señal IR (cm^{-1}) aproximada
R-O-H	Fenoles y alcoholes en general	≈ 3369 - 3424
H R-C-R H	Enlace C-H con hibridación sp3	≈ 2920
R > C=O G	Cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos y ésteres (G= R, H, OH, OR')	≈ 1730
R R >C=C< R R	Enlace C=C con hibridación sp2	≈ 1610
ⓞ	Anillo aromático	≈ 1515
R R-C-O-H R	Fenoles y alcoholes en general	≈ 1200-1000

Cuadro 8. Principales grupos funcionales presentes en los extractos de *Salix viminalis* utilizando análisis RMN de ^1H.

Atomo	Grupos funcionales en compuestos del extracto	Señal RMN de 1H (d en ppm) aproximada
H R-C-H H	H unidos a carbonos con hibridación sp3 cuyos vecinos poseen la misma hibridación	≈ 0.9
R-O-H	Alcoholes en general	≈ 1-5
H H R-C-C-CH_2-R H H	H unidos a carbonos con hibridación sp3 cuyos vecinos poseen la misma hibridación	≈ 1.2-1.3
H R -C-C-O- H R	H unidos a un carbono sp3 vecino a un carbono sustituido y unido a un oxígeno	≈ 1-1.5
H O -C - C- R H	H unidos a carbono sp3 vecino a un carbonilo	≈ 2-2.8
H R-C-O- H	H unidos a un carbono vecino a un oxígeno	≈ 3.5-4
R >C=CH_2 R	H unidos a un sp2 cuyo vecino se encuentra disustituido	≈ 4.5-6
H R-C=C< H R	H unidos a carbonos sp2 sustituidos cis o trans	≈ 4.5-8
O-H ⓞ	H unido a un oxígeno de un fenol	≈ 4-10
H ⓞ	H unido a un anillo aromático	≈ 6.5-8

Cuadro 9. Principales grupos funcionales presentes en los extractos de *Salix viminalis* utilizando análisis RMN de ^{13}C.

Atomo	Tipos de C en compuestos del extracto	Señales en RMN de ^{13}C (d en ppm) aproximada
H3C-CH2	Carbono sp3	≈ 0.8-4
- C-O-	Carbono sp3 unido a oxigeno	≈ 40-80
>C=C<	Carbono sp2	≈ 105-150
	Carbono sp2 de anillo aromático	≈ 110-170
	Carbono sp2 de anillo aromático unido a un oxigeno (fenoles)	≈ 155-165
	Carbono de un éster	≈ 160-170
	Carbonilo de cetona	≈ 190-220

Análisis del extracto 1 Benceno-etanol. En los espectros IR de este tipo de extracto se encuentra la banda característica de las vibraciones de tensión de -OH, situación que se confirma con los singletes anchos que se presentan en RMN de ^{1}H entre d 2-5 ppm. Además de ésta, se encuentran en el IR las señales de tensión correspondientes a enlaces C-H, C=C y -C-O, siendo las dos primeras ratificadas con RMN de ^{1}H. De particular importancia resulta la vibración que pertenece al grupo C=O (1730 cm^{-1}), ya que ésta desaparece en los extractos siguientes.

Análisis del extracto 2 Etanol. Este extracto es más polar que el anterior, lo que se verifica con la mayor intensidad relativa de la banda de los OH en el espectro IR. La banda correspondiente a vibraciones CH pierde intensidad, mientras que se intensifica la correspondiente a los enlaces C-O. Sin embargo, lo más destacable es que la banda característica del grupo C=O (1730 cm^{-1}) desaparece, con lo que se descarta la posibilidad de encontrar cetonas, aldehídos, ésteres y ácidos carboxílicos, la desaparición de estos últimos se ratifica al no existir señal entre d 9 y 12 ppm en el espectro de RMN de ^{1}H.

Análisis del extracto 3Agua destilada. Este extracto se diferencia del anterior por la disminución en el IR de una de las bandas de los grupos =CH (1515 cm^{-1}), que es la indicadora de la posibilidad de anillo aromático. Del RMN de ^{13}C se infiere la desaparición, casi completa de picos sobre 120 ppm, lo que confirma la pérdida de grupos C=O detectada previamente en el espectro IR.

De la información anterior se deduce que, dada la presencia de los grupos funcionales mencionados, deberían existir sustancias químicas como ceras, compuestos aromáticos, alcoholes, fenoles, compuestos carbonílicos y compuestos carboxílicos con aplicaciones en rubros distintos al de la producción de energía.

Determinación del poder calórico

Utilizando los datos de AEC y mediante la fórmula de Dulong[2], se calculó el calor de combustión de la madera, corteza, extractos y residuos obtenidos de muestras de *S. viminalis* de las distintas procedencias. Los resultados obtenidos se encuentran resumidos en el cuadro 10, la denominación de extractos y residuos se realizó de acuerdo al esquema de extracción utilizado.

Cuadro 10. Calor de combustión y razón molar C:H para las distintas procedencias de *S. viminalis*.

	Chimbarongo		**Concepción**		**Coyhaique**	
	ΔH Comb. (Kcal/g)	Razón C:H[a]	ΔH Comb. (Kcal/g)	Razón C:H[a]	ΔH Comb (Kcal/g)	Razón C:H[a]
			Corteza			
Sin extraer	3.91	0.68	4.36	0.64	4.08	0.66
Extracto 1	6.12	0.56	6.43	0.64	7.24	0.62
Residuo 1	3.65	0.65	3.88	0.65	3.85	0.72
Extracto 2	5.07	0.65	4.86	0.74	4.91	0.68
Residuo 2	3.73	0.72	4.00	0.59	3.94	0.67
Extracto 3	1.77	0.45	2.88	0.63	3.48	0.70
Residuo 3	ND	ND	4.65	0.49	3.98	0.61
			Madera			
Sin extraer	3.93	0.63	3.99	0.61	3.96	0.63
Extracto 1	5.87	0.67	7.29	0.62	6.12	0.65
Residuo 1	3.73	0.62	3.98	0.58	3.71	0.68
Extracto 2	4.56	0.60	4.60	0.66	3.60	0.53
Residuo 2	3.76	0.63	4.02	0.58	3.89	0.62
Extracto 3	3.05	0.64	2.84	0.59	2.81	0.62
Residuo 3	3.84	0.67	3.95	0.60	4.16	0.62

a: razón molar C:H calculada a partir de los datos AEC.
[2]*DH=comb.= (14544 C + 62028 (H- O/8) + 450 S)/ 5.555 x 10 $^{-1}$ Kcal/g*
Donde C, H, O, S son los porcentajes decimales de estos elementos

El poder calórico calculado resulta aceptable, sobre todo si se compara con otras especies arbóreas cultivadas con fines energéticos como *Populus* sp. (4.3 kcal/g). Tomando en cuenta el poder calórico promedio y el rendimiento de biomasa seca por ha, mediante un cálculo sencillo se obtiene una producción potencial de $48x10^6$ kcal/ha/año.

Los componentes de mayor contenido energético se encuentran, tanto en corteza como en madera, en el extracto 1, luego en el extracto 2 y finalmente en el extracto 3.

La disminución del contenido energético, luego de realizar las extracciones no es significativo, por lo que se justificaría la implememtación de un sistema integrado que permitiera extraer compuestos de interés, manteniendo la producción de energía sin mayores variaciones.

Razón molar C:H

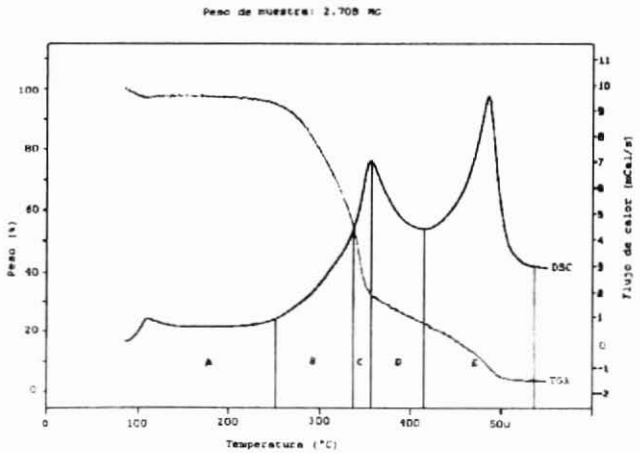
Mientras mayor sea el contenido de C y H (menor razón molar C:H) de una sustancia orgánica, mejor es su respuesta como combustible. El poder calórico se incrementa al aumentar el grado de saturación del C y disminuye al aumentar el porcentaje de O.

Los valores de C:H de los extractos, residuos, madera y corteza obtenidos en este estudio, se encuentran en el rango 0.45 y 0.74 (Cuadro 8), valores que se aproximan incluso a la gasolina (0.45-0.50) o al aceite combustible (0.53-0.59).

Análisis Térmico

Calorimetría diferencial de barrido. Esta técnica que describe el proceso de pirólisis y combustión, dando origen a una termografía cuya tendencia fue similar tanto para la madera como para la corteza de las muestras obtenidas de las diferentes procedencias de *S. viminalis*.

Figura 4. Termografía de madera de S. *viminalis* procedencia Chimbarongo



La termografía comienza en una zona endotérmica (A) que se extiende hasta los 255 °C. La energía absorbida en esta zona es utilizada por el combustible para aumentar su temperatura y evaporar algunos gases producidos en la etapa inicial de la pirólisis (CO_2 y H_2O). El fin de la zona endotérmica coincide con la temperatura de pirólisis de la madera (225 °C) informada por otros autores.

Varias investigaciones coinciden en señalar que la temperatura en el proceso de degradación de la madera comienza a ser exotérmico. En una atmósfera libre de oxígeno es de 280 °C; en una atomósfera en que el oxígeno se encuentra presente, este proceso de degradación comienza a temperaturas menores. En este trabajo la zona exotérmica comienza entre los 240 °C-250 °C.

La zona exotérmica comprendida entre los 250 °C y los 320 °C (zona B) se caracteriza por poseer una pendiente ligeramente constante, lo que evidencia que la velocidad de liberación del calor es uniforme a través de este rango. Se ha informado que en esta zona se llevan a cabo importantes procesos como la degradación de la lignina y hemicelulosa. El inicio de la zona exotérmica está dominada por una baja oxidación y reacciones de deshidratación y depolimerización con una consecuente producción de calor baja y sostenida.

Al comienzo de la zona C, el cambio en la velocidad de liberación de calor por grado de temperatura se incrementa en un corto período y luego permanece constante. Este cambio en la velocidad ocurre debido a que en este tramo se desarrollan las reacciones de pirólisis más rigurosas, entre las que se incluyen la producción de glucosanos, a través de la rápida división de los enlaces glicosídicos.

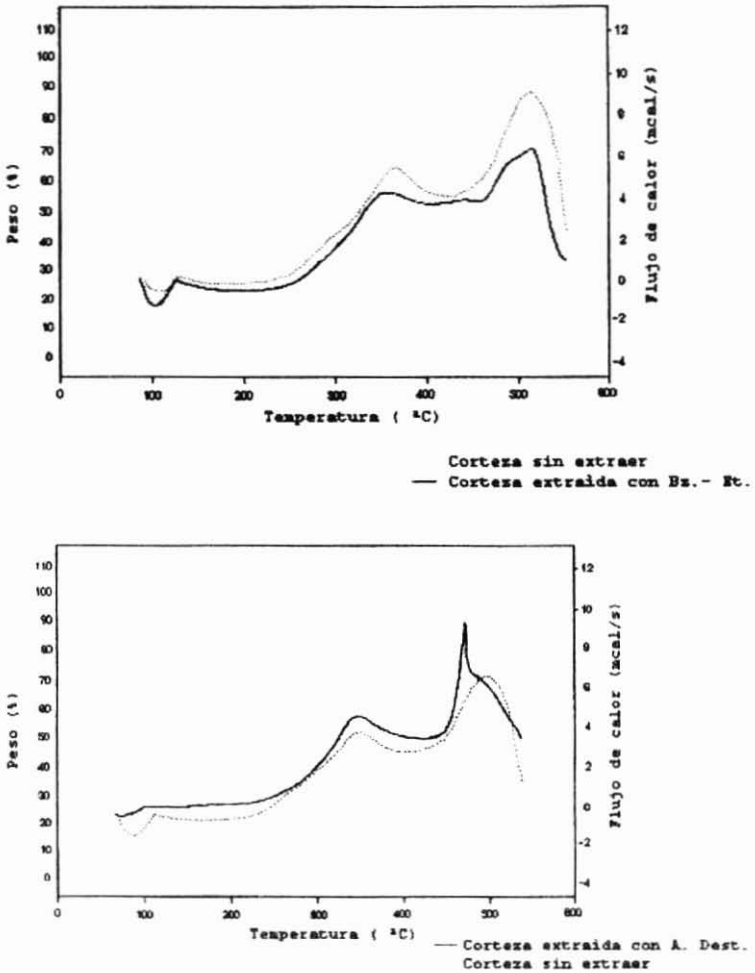
A los 350 °C comienza una zona endotérmica (zona D), ya que el calor liberado por pequeñas cantidades de moléculas de madera no es suficiente para mantener la alta tasa de liberación neta de energía. Esta zona tiene su punto más bajo a los 415 °C. La gran energía requerida en esta zona podría explicarse tanto por la baja concentración de oxígeno frente a una excesiva concentración de gases de la pirólisis, como por las reacciones endotérmicas de evaporación de glucosanos y otros productos de pirólisis.

La zona E se caracteriza no sólo por ser exotérmica sino que además, por poseer el pico más alto (480 °C). En esta zona se convierten productos de pirólisis a sustancias carbonáceas altamente reactivas, las que logran que se produzca una energía considerable, pese a que gran parte de la madera ha sido consumida. Esta zona comienza a los 410 °C y termina a los 520 °C aproximadamente cuando se consumen las últimas sustancias carbonáceas.

Al comparar las termografías de los materiales sin extraer con los extraídos previamente, se observa que la presencia de extraíbles solubles en benceno-etanol, acelera la liberación de energía y aumenta la velocidad de pirólisis.

En la extracción con agua destilada, debido a que se remueven compuestos más polares con bajo contenido energético, la energía calórica total del residuo aumenta (cuadro 10) en comparación con el residuo obtenido después de la extracción con etanol.

Figura 5. Termografía comparativa



Termogravimetría. En todos los termogramas (madera, corteza y residuos respectivos) se observa un porcentaje de pérdida de masa entre 90 % y 95 %. La pequeña pérdida de masa inicial observada a temperaturas menores de 200 °C, corresponde a la evaporación del agua que absorvieron las muestras durante el período de preparación. A los 250 °C comienza un aumento en la velocidad de pérdida de masa, coincidiendo las máximas con los procesos exotérmicos.

CONCLUSIONES

Los porcentajes de extraíbles de madera y corteza son similares a los informados para especies de *Salix* en el hemisferio norte; el porcentaje de extraíbles de la corteza (38 % en promedio) supera ampliamente al de la madera (10 % en promedio). El contenido de extraíbles de la corteza de *S. viminalis* tiende a disminuir desde el Norte hacia el Sur de Chile.

De acuerdo al análisis espectroscópico de los extractos, se encontró presentes: alcoholes, compuestos carboxílicos, compuestos carbonílicos, éteres, compuestos aromáticos, fenoles y alquenos. Todos ellos potenciales aplicaciones industriales además de servir para la producción de bioenergía.

El poder calórico determinado para maderas y cortezas de distintas procedencias, se presenta entre 3,91 a 4,36 kcal/g, siendo estos valores aceptables en comparación con otras maderas utilizadas en la producción de bioenergía.

Los componentes de mayor contenido energético se encuentran en el extracto obtenido con la mezcla de benceno-etanol, mientras que los solubles en agua destilada, presentan el más bajo aporte de energía.

Al extraer los compuestos solubles en benceno-etanol, disminuye el poder calórico de los residuos, tanto para madera como para corteza. Por el contrario, al extraer los componentes solubles en agua destilada, la energía calórica de los residuos aumenta.

Tanto la temperatura de pirólisis de la madera de *S. viminalis* (225 °C) como las termografías realizadas por CSB, coinciden con otros estudios desarrollados.

En síntesis, dado su contenido energético, razón C:H, contenido y tipo de extraíbles, *S. viminalis* es una especie promisoria como fuente de energía renovable. Su uso conllevará además beneficios ambientales, económicos y sociales, tanto por su alto rendimiento energético como por su corto período de producción.

La adaptación de la especie a las condiciones chilenas es óptima, prueba de ello son su amplia distribución geográfica y los altos rendimientos. Además, la plantación, silvicultura, tratamientos, cosecha, transporte y transformación de energía no son difíciles de determinar, y ya existen experiencias en el país al respecto.

BIBLIOGRAFIA

BLANKENHORN, P., BOWERSOX, T., *et. al.*, 1983. Comparison of Selected Fuel and Chemical Content Value for Seven Populus Hybrid clones. Wood and fiber Science. 17(2). Pp. 148-158.

DALHGREM, L; GARDENAS, S., 1996. Utrecht. In Chartier, P., Ferrero, G., Henius, U., Hultberg, S. Sachau,J. And Wiiblad, M (Ed). Conditions for Market Introduction of Arable Fuels- A synthesis from R&D Cooperation. Euripean Bioenergy Conference, 9th, 24-27 June 1996. Utrech University, Department of science, Technology and Society.

ENCARTA, 1997. Encyclopedia Multimedial Microsoft Corporation. Energy Supply, World.

FENGEL, D y WEGENER, G., 1989. Wood: Chemistry, Ultraestructure, Reactions. Berlin, Germany. Walter de Gruyter & Co.

GIS. 1997., Willow Cultivation – Energy Forestry. Recuperado en World Wide Web **http://gis.joensuu.fi/research/paju/energy.html**

GNECCO, S., 1983. Biomasa como Fuente de Energia y Materias Primas. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. Escuela de graduados. Tesis grado de Doctor en Ciencias mención en Quimica.

GNECCO, S., 1990. Potencial de Especies Vegetales de Zonas Aridas como Recurso Energético para Chile. Santiago, Chile. Primer Congreso Nacional de Energia-Chile: Energia y Desarrollo, 1-6 de abril 1990.

KRINGSTIN, S.,*et. al.*, 1983. The Contribution of the Chemical Components in Juvenile Hybrid *Salix* spp. to its Total Energy Output. Wood Sci. Technol. (27): 309-320.

LANZARA, P. y PIZZETI, M., 1979. Guia de Arboles. Barcelona, España. Editorial Grijalbo. 300 p.

MELO, R., PAZ, J., 1993. Tecnologia de la Celulosa y el Papel. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. v.1. 198 p.

RIDER, D., 1981. Energy: Hydrocarbon Fuel and Chemical Resources. New York, USA. Wiley-Interscience.

SHAFIZADEH, F.; DEGROOT, W. 1987. Thermal Analysis of Forest Fuels. London, England. En illman, Sakanen & Anderson (Ed. Fuels and Energy from Renewable Sources. Academic Press.

SJOSTROM, E: 1981. Wood Chemistry, Fundamentals and Applications. New York, USA. Academic Press.

VON SIVERS, M., G. ZACCHI *et al.*, 1994. Cost Analysis of Ethanol Production from Willow Using Recombinant Escherichia coli. Biotechnol. Prog. 10:555-560.

WHITE, L. Y PLASKETT, L., 1981. Biomass as Fuel. London. England. Academic Press.

ZERBE, J., 1983. Energy Properties of Wood. In: Fuelwood Management and Utilization Seminar. Proceedings 1882 Nov. 9-11; East Lansing, MI: Michigan State University: 152 p. Recuperado de World Wide Web **http://www.fpl.fs.us/documnts/energywd.html.**

ZERBE, J. 1992. Liquid Fuels from Wood-Ethanol, Methanol, Diesel. World Resource Review. 3(4): 406-414. Recuperado de World Wide Web **http://www.fpl.fs.fed/documents/energywd.html**

PASZNER, L., 1992. Liquid Fuel Production from Lignocellulosics by the ACOS Process. St. Petersburg, Russia. Second Meeting of the International Expert Council on the Chemistry of Vegetable Resources. Aug 31 - Sept 5. St. Petersburg Forest Academy. Bulletin of the International Expert Council on Chemistry of Vegetal Resources (COCVER).

OLSSON, L.; B, HANH-HAEGERDAL., 1996. Fermentation of Lignocellulosic Hydrolysates for Ethanol Production. Enzyme and Microbial Technology. 18: 312-331.

ZERBE, J., 1991. Wood as a Material for Conservation of Energy. Vancouver, BC. Madison, WI. In: Wood Product Demand and the Environment: Proceedings International Conference; November 13-14;: Forest Products Research Society. Pp 223-224.

CONTENIDO LIGNOCELULOSICO DE *Salix viminalis* PARA PRODUCCION DE BIOENERGIA

Diego Gallardo B.[1]

1 Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Departamento Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile.

RESUMEN

En este estudio se presenta los resultados obtenidos del análisis de la composición lignocelulósica de cuatro procedencias de *Salix viminalis* para determinar los contenidos de lignina, celulosa y hemicelulosa. Además, de la composición de azúcares presentes en los hidrolizados de las muestras.

Del estudio se desprende que los rendimientos del material lignocelulósico se asemajan a otros estudios de *Salicáceas*. En los componentes azucarados, las cantidades de hexosas alcanzaron a un 51,4 % y 31,7 % en madera y corteza, respectivamente, del total de material lignocelulósico presente en la especie.

La producción de etanol alcanzó un promedio de 0,38 l de combustible por kg de madera libre de extraibles en base seca. Las producciones teóricas de etanol son similares a las entregadas en Suecia para la misma especie.

INTRODUCCION

A medida que la población crece, los recursos se hacen cada vez más escasos y los carburantes no escapan a esta realidad. Dentro de ellos, los combustibles fósiles se encuentran en franca extinción, estimándose que en 50 años los combustibles fósiles del planeta desparecerán, lo que hace imprescindible encontrar sustitutos.

La biomasa es una fuente de energía renovable con grandes posibilidades económicas y beneficios sociales y ambientales. La obtención de energía renovable a partir de biomasa se vislumbra como una de las alternativas más factibles, calculándose que podría llegar a suplir el 10 % de la demanda mundial (ZERBE, 1991).

En Chile aproximadamente el 90 % del petróleo que se consume es importado. Sin embargo, el país posee ventajas para desarrollar en el futuro biomasa como fuente energética. Estas ventajas residen en grandes áreas de terrenos no utilizados en agricultura tradicional, recursos tecnológicos adecuados y la existencia de especies vegetales que pueden ser utilizadas como fuentes de energía (GNECCO, 1990).

En un análisis de la conveniencia del uso de la biomasa como fuente de energía, es necesario considerar aspectos tales como: los mercados a los que puede abastecer este biocombustible, la contribución que genera para la agricultura, las posibles barreras económicas, el rol de la tecnología en su superación y los efectos ambientales de los cultivos energéticos (DOWING *et al.*, 1995).

Este último aspecto es uno de los de mayor relevancia, puesto que las plantaciones para bioenergía se sustentan en el uso de monocultivos, porque son más productivos que las plantaciones con especies mixtas, aún cuando éstas causan menor erosión y requieren menor cantidad de pesticidas y fertilizantes (WHITE y PLASKETT, 1981).

Chile no posee restricciones en cuanto al uso de tierras para el establecimiento de cultivos energéticos, puesto que existen en el país grandes superficies de terrenos degradados o deforestados, en las que políticas de desarrollo con especies de rápido crecimiento, generarían una demanda constante de mano de obra, frenando la migración rural-urbana.

En este contexto, es importante seleccionar las especies para los cultivos energéticos de acuerdo a sus características químicas, e implementar las tecnologías que permitan la comercialización de los distintos tipos de energía que ellas generan.

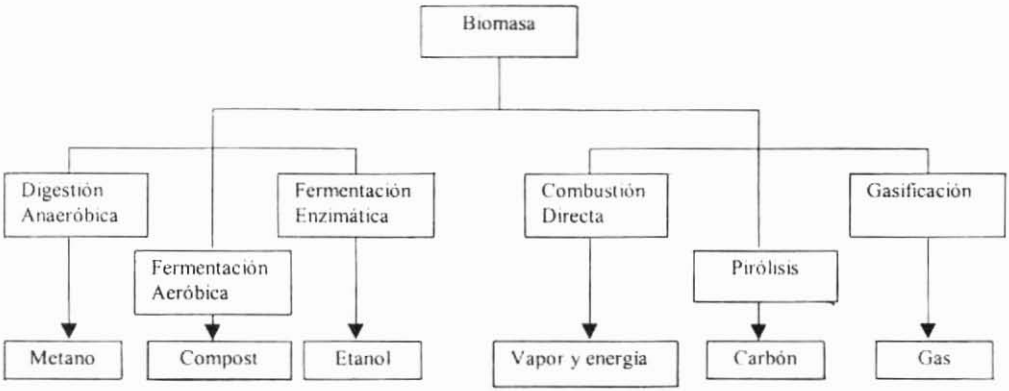
Salix viminalis puede satisfacer la producción de bioenergía para obtención de etanol, además de usos como la cestería, la recuperación de riberas de ríos y otros usos, tales como su capacidad de absorber metales pesados.

Esta especie ha llegado a cumplir un papel fundamental en suplir las demandas de energía en países que no cuentan con un abastecimiento local de energías fósiles. Dentro de estas naciones se encuentra Suecia, cuyas plantaciones se sustentan, además de la falta de combustibles fósiles, en desincentivar el uso de energía nuclear y disminuir la sobreproducción agropecuaria.

Conversión de biomasa a combustibles

Existen diferentes tecnologías para aumentar la eficiencia de conversión de la materia orgánica en combustibles de alto valor comercial. Se ha aplicado métodos mediante procesos termoquímicos para obtener energía calórica, carbón, gas y procesos bioquímicos, para la obtención de compuestos de bajo peso molecular, tales como metanol y etanol (figura 1).

Figura 1. Tipos de procesos de conversión de biomasa y sus productos finales (HALL y HOUSE,1995)



Existe gran interés en el uso del etanol como sustituto para derivados del petróleo, tales como la gasolina y el diesel. Su uso en conjunto con la gasolina mejora la combustión y reduce las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos, contribuyentes a la formación de ozono y smog (WYMAN y GOLDEN, 1995). La producción anual de etanol en Estados Unidos alcanza a 1.462 millones de galones anuales, de los cuales 1.235 millones son producidos a partir de biomasa (GIST-BROCADES, 1995).

El etanol puede ser producido a partir de diferentes recursos renovables: materiales que contienen azúcares (de remolacha, caña de azúcar, almidón, papas, maíz, etc.), materiales lignocelulósicos, como madera, papel de desecho y cultivos energéticos de rápido crecimiento (VON SIVERS *et al.*, 1994). Para obtener etanol es necesario realizar una hidrólisis de la madera y luego llevar a cabo una fermentación con microorganismos específicos (HAHN-HAGERDAL *et al.*, 1988).

Composición Química de la Madera

Los componentes principales de la madera son la celulosa, hemicelulosa y lignina, variando su proporción según se trate de maderas duras o blandas (FENGEL, 1989).

Celulosa. La celulosa es un polímero de la glucosa formada a partir del dióxido de carbono, el agua y la energía solar a través de la reacción:

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

La celulosa consiste en una larga cadena de núcleos glucopiranósicos unidos a través de sus carbonos 1 y 4 con enlaces betaglucosídicos, los grupos están invertidos alternadamente para adoptar la posición geométrica que hace posible el enlace.

Las cadenas celulósicas se agrupan formando filamentos que se unen por los extremos con un cierto traslapo y se reagrupan formando cordones. En estos cordones se observan zonas cristalinas y amorfas alternadas, las que explican el comportamiento de la pared celular frente al ataque de reactivos químicos. Se ha determinado que la zona amorfa es más susceptible de romperse, produciéndose así la destrucción por depolimerización de las cadenas. En las zonas cristalinas, las cadenas celulósicas han tomado un ordenamiento perfectamente paralelo, mientras que en las zonas amorfas este ordenamiento se pierde totalmente (MELO y PAZ, 1993). Entre las reacciones químicas más importantes de la celulosa se encuentran la hidrólisis ácida, la hidrólisis alcalina, eterificación y esterificación.

Poliosas o hemicelulosa. En conjunto con la celulosa, en la madera se encuentran otros polisacáridos llamados poliosas o hemicelulosa, formada por varios azúcares con cadenas mucho más cortas y ramificadas. Las unidades que forman las poliosas se pueden dividir en deoxihexosas, ácidos hexurónicos, hexosas y pentosas, siendo estas últimas el mayor problema encontrado en la fermentación de materiales lignocelulósicos (HAHN-HAGERDAL *et al.*, 1991).

Dentro de los azúcares principales encontrados en la hemicelulosa se cuentan la xilosa, glucosa, ácido glucurónico y fucosa que corresponden a pentosas, hexosas, ácidos hexurónicos y deoxihexosas, respectivamente.

Lignina. Junto a la celulosa es la sustancia polimérica más importante en las plantas. La lignina aumenta la robustez de los árboles, ya que está presente en su pared celular. Es un componente químico de los tejidos de las plantas superiores, gimnospermas y angiospermas, apareciendo en el tejido vascular especializado en el transporte de líquidos y en la resistencia mecánica.

La cantidad de lignina presente en las diferentes plantas es variable, sus límites están entre un 20% y 30%, pudiendo ser superior. Su distribución en la pared celular y el contenido en las diferentes partes del árbol no es uniforme. Por ejemplo, se encuentran altos contenidos en la parte inferior, superior y central del fuste. En la mayoría de los casos de utilización de madera, la lignina se usa como parte integrante de ella; solamente en el caso de pulpaje, blanqueo y fermentación es retirada de la madera y representa un potencial enorme de carbón para síntesis y energía (MELO y PAZ, 1993).

Producción de hidrolizados lignocelulósicos

La producción de hidrolizados lignocelulósicos a menudo requiere de 2 pasos: una prehidrólisis en que la estructura de la hemicelulosa es rota, y una hidrólisis de la fracción de celulosa en que sólo la lignina quedará como producto sólido. Durante la degradación de la estructura lignocelulósica, no sólo los azúcares fermentables son liberados, también un amplio rango de compuestos secundarios, algunos de los cuales pueden comportarse como inhibidores

de microorganismos de fermentación (PASZNER, 1992; OLSSON y HAHN-HAGERDAL, 1996).

El proceso de prehidrólisis puede llevarse a cabo por métodos físicos, químicos o biológicos, como pretratamiento de vapor, tratamiento de ácidos (ácido hidroclórico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico, dióxido de azufre), tratamiento alcalino (hidróxido de sodio, amonio), tratamientos con solventes orgánicos (etanol, etilen-glicol) o tratamiento con hongos de pudrición blanca. Usualmente la hidrólisis de la celulosa es llevada a cabo por ácidos débiles o enzimas (OLSSON y HAHN-HAGERDAL, 1996).

Fermentación de los hidrolizados

La fermentación de los hidrolizados consiste en transformar los azúcares en alcohol. Para desarrollar este proceso se debe considerar aspectos tan importantes como las propiedades cinéticas de crecimiento del microorganismo, además de los aspectos económicos del proceso.

Como los hidrolizados contienen diversos tipos de monosacáridos, el co-cultivo de dos microorganismos ha sido sugerido, puesto que uno solo no puede fermentar todos los substratos óptimamente. Para la fermentación, dos aspectos deben ser considerados: la presencia de inhibidores y la fermentación de las pentosas (OLSSON y HANH-HAEGERDAL, 1996).

Compuestos inhibidores. La cantidad y naturaleza de los compuestos inhibidores depende de la materia prima, los métodos de prehidrólisis e hidrólisis y de la extensión de la recirculación del proceso. Los inhibidores pueden ser compuestos liberados durante el pretratamiento (ej: ácido acético), productos de degradación de azúcar (ej: furfural), productos de degradación de lignina (ej: aldehidos aromáticos), productos de la fermentación y metales. El conocimiento de los compuestos inhibidores y de cómo minimizar sus efectos es de vital importancia para la fermentación eficiente en procesos reales.

Fermentación de pentosas. La fracción de pentosas corresponde generalmente a xilosa. *Saccharomyces cerevisiae* es el organismo más usado para la fermentación de hexosas, tiene altos rendimientos y tolerancia al etanol. Sin embargo, esta levadura es incapaz de fermentar pentosas, por lo que han sido producidas nuevas cepas genéticamente mejoradas.

OBJETIVOS

Realizar un estudio de la composición química del material lignocelulósico de cuatro procedencias de *Salix viminalis*; llevar a cabo la hidrólisis ácida de madera y corteza extraída, analizando y cuantificando los azúcares. Finalmente, fermentar los azúcares obtenidos en condiciones experimentales preestablecidas, para analizar y cuantificar los rendimientos de etanol.

MATERIAL Y METODO

El estudio se realizó en el Laboratorio de Recursos Renovables de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción, Chile. Las muestras fueron obtenidas de diferentes procedencias (cuadro 1).

Cuadro 1. Origen y época de recolección de las muestras de *S. viminalis*

Sector	Zona de Distribución	Recolección
Norte	Chimbarongo, VI Región	Primavera 1998
Centro-Norte	Concepción, VIII Región	Otoño 1998
Centro-Sur	Angol, IX Region	Primavera 1998
Sur	Coyhaique, XI Región	Primavera 1998

El diseño experimental utilizado corresponde a uno de tipo aleatorio con tres repeticiones para cada determinación química, obteniéndose cada resultado como promedio de las repeticiones. Las muestras fueron divididas en madera y corteza. La madera proveniente de varas de *Salix viminalis*, fue seccionada utilizando medios mecánicos. Las muestras fueron secadas hasta obtener peso constante mediante un horno a temperatura de 50 ° C. Tanto la madera como la corteza fueron reducidas a un tamaño igual a 250 mm empleando un molino de cuchillos.

Método de extracción de madera

Para el estudio de la composición química de la madera o corteza fue necesario realizar una eliminación de los extraíbles de ellas. La cuantificación y caracterización de los extraíbles se realizó en un trabajo paralelo (DURAN, 1997), utilizando el método estándar de análisis ANSI/ASTM D 1105-56 (ASTM, 1979) para la extracción.

Hidrólisis de la madera

La determinación de la lignina y los azúcares de la madera se llevó a cabo mediante la realización de dos hidrólisis sucesivas, que tienen por objeto separar la lignina y romper las moléculas de polisacáridos para transformarlas en monosacáridos (cuadro 2).

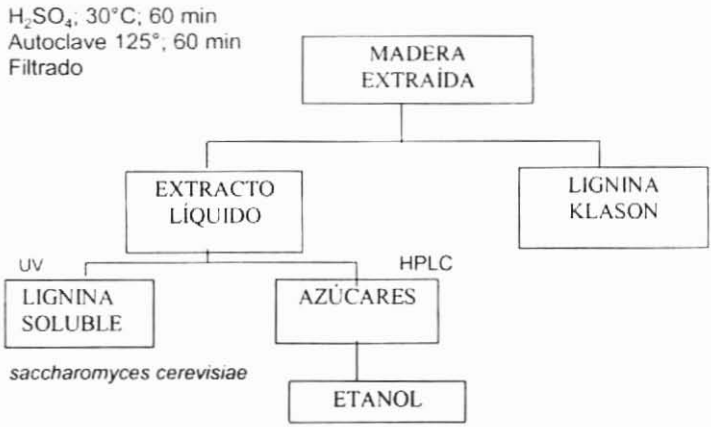
Cuadro 2. Condiciones empleadas para las hidrólisis sucesivas de las 4 procedencias de *S. viminalis*

	Concentración de ácido	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
Primera hidrólisis	H_2SO_4 (72%)	30	60
Segunda hidrólisis	H_2SO_4 (2,7%)	125	60

El hidrolizado se llevó a una dilución conocida, se filtró y el sólido se llevó a estufa a 105 ° C hasta peso constante, determinándose el contenido de lignina Klason (insoluble)

gravimétricamente. El liquido filtrado - mosto - contiene los azúcares y la lignina soluble. Los primeros fueron identificados y cuantificados por cromatografía liquida de alta eficiencia (HPLC), mientras que la lignina soluble fue cuantificada por espectrofotometría a una longitud de onda de 250 hm. Esquemáticamente, las hidrólisis sucesivas y sus posteriores procesos se realizaron de acuerdo a la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extracción e hidrólisis sucesivas de ***S. viminalis***



Deteminación del material celulósico

La determinación del material celulósico presente en la madera y en la corteza (celulosas y hemicelulosas) se realizó siguiendo la metodología descrita por Pereira y Sardinha (1984), utilizando el siguiente proceso: a una cantidad de 100 mg de muestra se le agregó una mezcla de 90 ml de ácido nítrico con 12 ml de ácido acético, la cual fue puesta en un baño a 90 °C por un periodo de 25 min, el contenido fue filtrado en crisol previamente tratado y el sólido (celulosa) fue puesto en estufa a 105 °C hasta peso constante; luego en un desecador al vacío a temperatura ambiente por 3 horas. El contenido de celulosa fue cuantificado como porcentaje del peso inicial de la muestra utilizada.

Análisis de azúcares

Los componentes azucarados de los polisacáridos fueron identificados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), la cual es una manera segura y eficiente de identificar y cuantificar los cinco azúcares presentes en los hidrolizados de madera: glucosa, xilosa, galactosa, arabinosa y manosa (FLORES, 1993). Para la determinación de glucosa y xilanos se utilizó un sistema HPLC con las siguientes características:

Columna	Bio-Rad Aminex HPX-87H 300*7.8 mm
Temperatura de columnas	25° C
Fase móvil	H_2SO_4; 0,008 M
Loop	20 ml
Volumen de inyección	100 ml
Detector índice de refracción	Knauer
Integrador	Spectra-Physics
Bomba	Knauer
Calentador de columnas	Bio -Rad

Se tomó alícuotas del mosto obtenido de la hidrólisis ácida, que se inyectaron en el equipo por un intervalo no superior a los 25 minutos.

Para la determinación individual de hexosas y pentosas, se eligió una muestra (Concepción) para analizar tanto en la madera como en corteza la determinación individual de azúcares por HPLC, utilizando una columna distinta a la anterior. Las características del sistema HPLC utilizado fueron:

Columna	Bio-Rad HPX-87H 300*7.8 mm
Temperatura de columnas	85° C
Fase móvil	H_2O HPLC
Loop	20 mm
Volumen de inyección	100 ml
Detector índice de refracción	Knauer
Integrador	Spectra-Physics
Bomba	Knauer
Calentador de columnas	Bio -Rad

Las muestras se neutralizaron con hidróxido de bario hasta un pH de 5,5, luego se tomó dos alícuotas de 3 ml y 12 ml, las que fueron rotuladas con los distintivos A y B. Estas muestras se concentraron en evaporador rotatorio a presión reducida hasta eliminar la totalidad de la fase líquida, quedando sólo los azúcares como residuo sólido. Posteriormente se les agregó un pequeño volumen de agua bidestilada para diluirlas, quedando la muestra B en forma concentrada y la muestra A en menor concentración. Ambas se inyectaron en HPLC identificándose y cuantificándose los azúcares presentes. Esta metodología se siguió tanto para los hidrolizados de madera como para los hidrolizados de corteza de la muestra de Concepción.

Para identificar los compuestos orgánicos que se forman durante la hidrólisis por la degradación de azúcares, se utilizó cromatografía gaseosa acoplada a espectrómetro de masas. Las condiciones de análisis fueron los siguientes:

Cromatógrafo	HP 5890 Serie II
Detector selectivo de masas	HP 5972 MSD
Columna	HP5-MS 30 m/0.25 mm id/0.25 mm films
Programa de Temperatura	70°C*3 min >10°C/min >270 °C*10 min
Temperatura interfase	280 ° C
Rango de masas	35-550 uma
Volumen de inyección	1 µl
Solvente	Dietil eter

De 100 ml de solución acuosa de azúcares se extrajeron 2 veces 30 ml de éter a fin de captar los compuestos solubles en este solvente orgánico. La fase etérea se concentró hasta un volumen de aproximadamente 250 ml. Se inyectaron las muestras en el analizador de masa y fueron obtenidos los resultados de estos compuestos.

Fermentación de los hidrolizados

La fermentación de los hidrolizados se realizó utilizando *Saccharomyces cerevisiae* en las condiciones experimentales presentadas en el cuadro 3. Para ello se tomaron 50 ml de muestras de hidrolizados que se encontraban a una concentración inicial conocida, a los cuales se les agregó 10 ml de medio Wyckerman (MYGP: malta 3 g/l, extracto de levadura 3 g/l, glucosa 10 g/l y peptoma 5 g/l), los cuales contenían la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a una concentración de 10^5 células por cada ml de medio. Esta concentración fue medida en cámara Nebauer, luego fueron activadas por 24 horas en estufa a 30 °C a fin de entregarles las condiciones óptimas de crecimiento.

Cuadro 3. Condiciones de fermentación para los azúcares hidrolizados de la madera de *Salix viminalis* de procedencia Concepción.

Muestras	pH	Temperatura (° C)	Tiempo (h)
1	4,0	18	84
2	4,5	18	84
3	5,0	18	84
4	5,5	18	84
5	4,5	25	72
6	5,0	25	72
7	4,5	35	72
8	5,0	35	72

El análisis de la fermentación se realizó por cromatografía líquida de alta eficiencia en la columna (HPX-87H) a las mismas condiciones experimentales descritas anteriormente, identificándose la presencia de etanol. Las primeras cuatro muestras fueron filtradas e inyectadas directamente en la columna, las restantes fueron liofilizadas por 48 horas, quedando el etanol en el residuo sólido, el cual fue diluido con un pequeño volumen de agua bidestilada, para luego inyectarla en la columna (100 µm).

RESULTADOS Y DISCUSION

Material lignocelulósico

La composición de materiales lignocelulósicos presente en las muestras de *S. viminalis* se resume en el cuadro 4. Las cantidades de cada uno de los componentes se entregan sobre la base de porcentaje con respecto a peso seco.

Cuadro 4. Cantidad de compuestos lignocelulósicos en ***Salix viminalis*** según procedencia

Componentes	Procedencias de *Salix viminalis*							
	Chimbarongo Contenido (%)		Concepción Contenido (%)		Angol Contenido (%)		Coyhaique Contenido (%)	
	Corteza	Madera	Corteza	Madera	Corteza	Madera	Corteza	Madera
Lignina soluble	2,4	3,3	1,9	2,6	2,2	3,0	2,1	2,2
Lignina Klason	14,7	12,9	15,2	14,2	15,3	15,7	16,7	15,6
Total Lignina	17,1	15,2	17,1	16,8	17,5	18,7	18,8	17,8
Hhemicelulosa	21,2	26,9	21,4	27,5	20,4	28,0	22,8	26,3
Celulosa	24,7	46,4	24,5	46,3	25,2	46,9	21,4	43,8

La cantidad promedio de extraibles alcanza el 38% y 10% aprox. en corteza y madera, respectivamente (DURAN, 1997).

La cantidad de lignina soluble presente en la especie es siempre mayor en la madera que en la corteza. También se observa la influencia de la latitud, las especies creciendo más al sur presentan una disminución de la cantidad de lignina soluble tanto en la madera como en la corteza (figura 3).

Aún cuando la procedencia Angol parece no seguir una clara tendencia a disminuir en contenido, en las otras se observa claramente este fenómeno. La disminución de la lignina soluble bajo la influencia del crecimiento más austral de la especie (Coyhaique), se ve compensado en el aumento de la lignina Klason en la misma latitud (figura 4). Este aumento se debe a las condiciones ambientales de la zona (Coyhaique), lo que deriva en tallos más lignificados para soportar las inclemencias del clima, lo que otorga un mayor soporte mecánico a la especie (MELO y PAZ, 1993). Estos resultados pueden ser comparados con los entregados por Fengel (1989) para especies de *Salix* del hemisferio Norte y *Populus*.

Al contrario de lo que ocurre con la lignina soluble, el contenido de lignina Klason aumenta al Sur, alcanzando variaciones porcentuales de un 3 % mayor en comparación a sus pares de Chimbarongo. Estas variaciones porcentuales deberían considerarse en el caso de llegar a utilizar la especie masivamente para producción de etanol, ya que la eliminación de la lignina podría ser uno de los principales problemas. Eligiendo zonas climáticas adecuadas se pueden alcanzar mayores rendimientos en la extracción de azúcares, necesaria para la producción del alcohol.

En la figura 5 se observa que el contenido de celulosa tiende a mantenerse casi constante en la madera de las 4 muestras. No se observan mayores influencias de las condiciones climáticas, por lo que se puede afirmar que los factores ambientales no tienen una incidencia relevante en el contenido de celulosa en madera. En el caso de la corteza se observan diferencias mayores a 3 % en el contenido de celulosa entre la zona Norte y la zona Sur, comportándose de la misma manera las restantes procedencias.

En la figura 6 se observa que el contenido de hemicelulosas en la madera tiende a aumentar hacia la zona Central, para luego descender en cantidad al llegar a la zona Sur.

Cuantificación de azúcares

La columna utilizada HPLC (HPX-87H) para la cuantificación de azúcares, tiene la ventaja de trabajar directamente con una fase móvil de H_2SO_4 sin necesidad de neutralizarla, y la desventaja de no cuantificar por separado la xilosa (pentosa) de la galactosa y manosa (hexosas). La opción fue elegida ya que en maderas duras, la presencia de xilosa alcanza a una cantidad superior al 90 % del total de estos 3 azúcares (FENGEL, 1989).

La cantidad de glucosa en las muestras decrece hacia el Sur (figura 7), lo que podría ser causado por un aumento de la lignina en las mismas muestras o por una degradación de azúcares. Es posible también que alguna muestra de procedencia determinada haya formado mayor cantidad de productos secundarios de la hidrólisis ácida, como el furfural y el 5-metil furfural que se forman al hidrolizar poliosas (cuadro 6).

Los "xilanos" en la madera se encuentran en mayor concentración en la zona Central, mientras que en la zona Norte y en la zona Sur disminuyen en cantidad (figura 8). Estos "xilanos" se encuentran siempre en mayor cantidad en los hidrolizados de la madera que en los de corteza, debido a un sustancial aumento de los extraíbles presentes en esta última, que superan largamente la cantidad que se presenta en la madera (DURAN, 1997).

El principal componente de los azúcares reductores totales (ART) es la glucosa, encontrándose además cantidades menores de xilosa, arabinosa, manosa y galactosa.

La composición de azúcares de *S. viminalis* es interesante. La cantidad de pentosas (xilosa y arabinosa) alcanza a 14,8 % en la madera y 11,4 % en la corteza. De estos contenidos, en la madera un 83 % corresponde a xilosa y un 17 % a arabinosa; mientras que en la corteza, un 48 % corresponde a xilosa y un 52 % a arabinosa. Muchos de los microorganismos que se comportan de manera eficiente en la fermentación de azúcares de la madera (hexosas) ven dificultada su acción al no poder fermentar las pentosas, específicamente xilosa (HAHN-HAGERDAL *et al.*, 1991). Es importante considerar al realizar una fermentación los contenidos de éstas en madera ya que alcanzan al 83 % de pentosas en los hidrolizados, es decir, al 12,2 % del contenido total de azúcares presentes.

Figura3. Cantidad de lignina soluble presente en madera y corteza de *S. viminalis* según procedencia

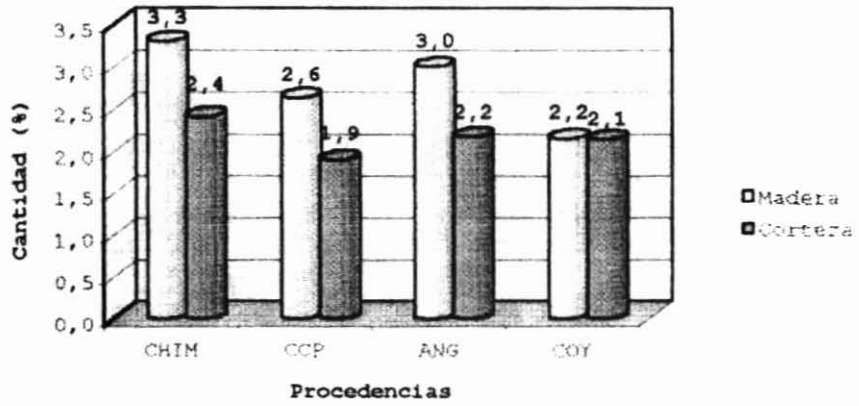


Figura 4. Cantidad de lignina Klason presente en *S. viminalis* según procedencia

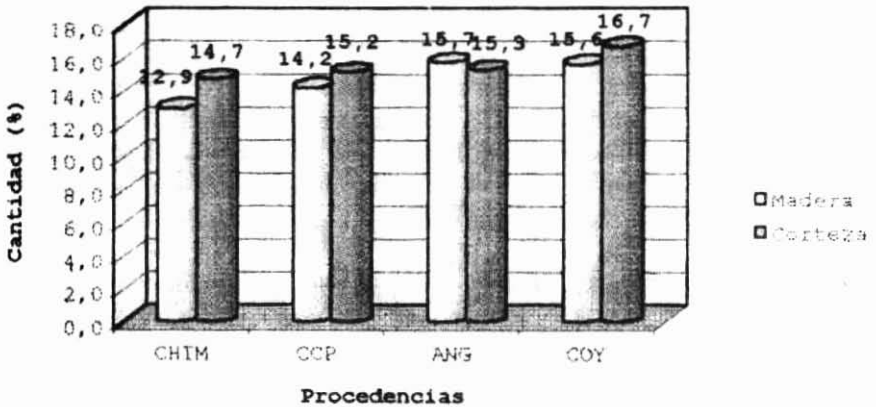


Figura 5. Contenido de celulosa presente en *S. viminalis* según procedencia

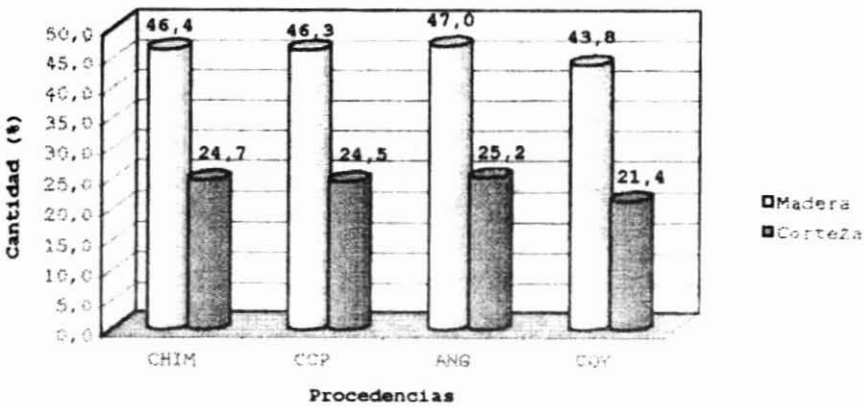


Figura 6. Contenido de hemicelulosa presente en *S. viminalis* según procedencia.

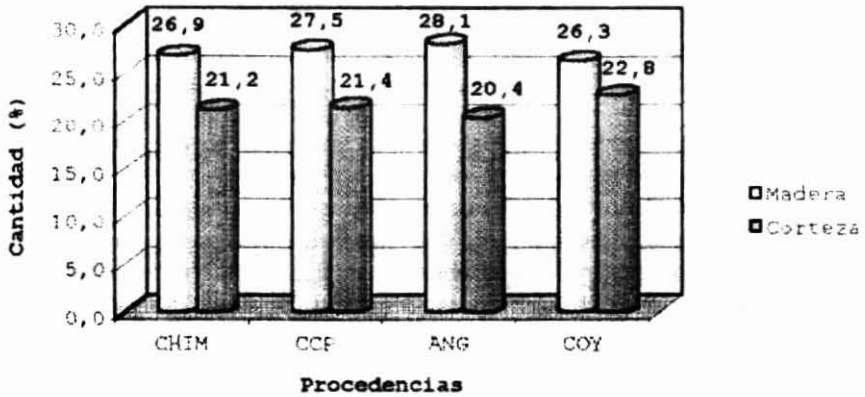


Figura 7. Cantidad de glucosa obtenida en hidrolizados de *S. viminalis* según procedencia

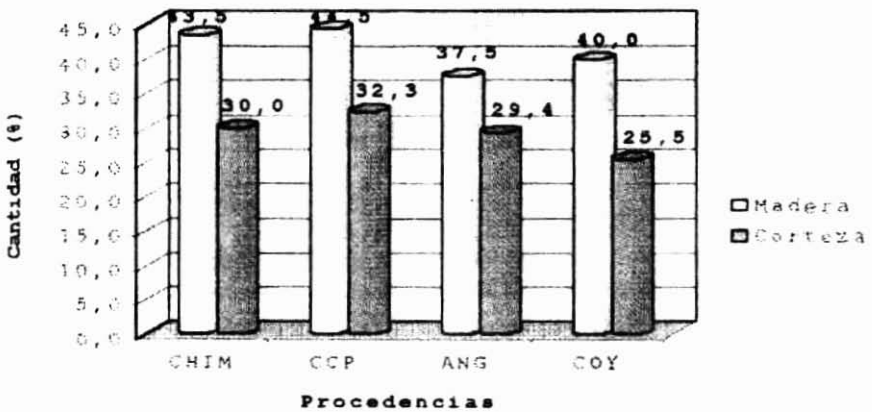
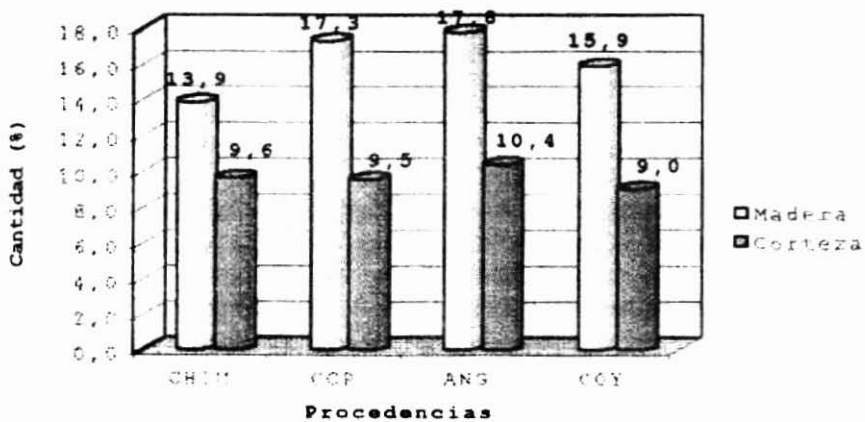


Figura 8. Contenido de xilanos obtenidos de hidrolizados de *S. viminalis* según procedencia



Las hexosas (glucosa, galactosa y manosa) alcanzan al 51,4 % en madera y 35,7 % en corteza, de las cuales en la madera la glucosa aporta un 85 %, galactosa un 6 % y manosa un 9 %. En el caso de la corteza, la situación no varió considerablemente, encontrándose un aporte de glucosa de un 88 %, galactosa de un 4 % y manosa de un 8 %.

Compuestos secundarios formados por la hidrólisis ácida

En los métodos de hidrólisis ácida de la madera, siempre existe una pérdida importante de azúcares que reaccionan con el ácido formando otros compuestos secundarios. Las pérdidas pueden superar el 20 % de los azúcares de la madera (AGBLEVOR *et al.*, 1997). La formación de estos compuestos secundarios es un proceso normal e inevitable de la transformación química de la biomasa.

Cuadro 5. Rendimiento de la hidrólisis ácida en las muestras de *S. viminalis*

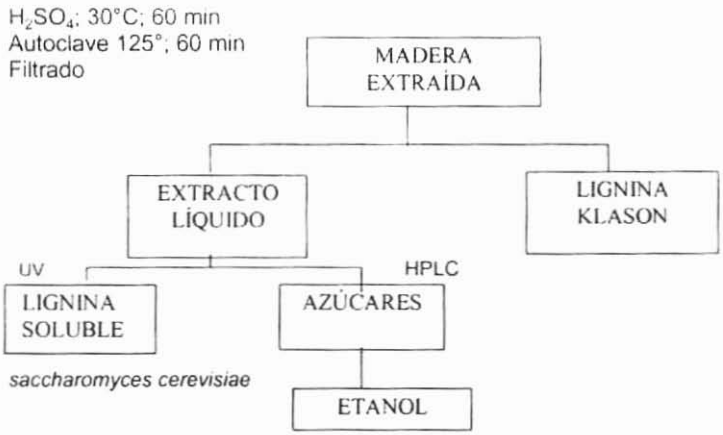
Componentes (%)	Chimbarongo		Concepción		Angol		Coyhaique	
	Corteza	Madera	Corteza	Madera	Corteza	Madera	Corteza	Madera
Celulosa y hemicelulosa	45,9	73,1	45,9	73,8	45,6	74,9	44,2	70,1
Glucosa y xilanos	39,7	57,4	41,9	61,8	39,7	56,3	34,5	55,8
Azúcares obtenidos	86,5	78,5	91,3	83,7	87,1	75,2	78,1	79,6

En este estudio se obtuvo valores cercanos al 14 % de degradación de polisacáridos en la corteza y 20 % en la madera, obteniéndose rendimientos de azúcares transformados cercanos al 80 % del total de azúcares presentes en la madera, lo que refleja la necesidad de buscar métodos eficientes en la conversión de los polisacáridos en azúcares fermentables, lo que es clave para hacer rentable el proceso (HAHN-HAGERDAL *et al.*, 1991), siendo la sacarización simultánea una alternativa (EKLUND, 1995).

El análisis de CG/MS entregó el peso molecular de los compuestos orgánicos formados a raíz de la degradación de los azúcares. Con este antecedente, el CG/MS identificó casi la totalidad de los compuestos encontrados y detectó en el cromatograma la presencia de otros compuestos. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

gravimétricamente. El líquido filtrado - mosto - contiene los azúcares y la lignina soluble. Los primeros fueron identificados y cuantificados por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), mientras que la lignina soluble fue cuantificada por espectrofotometría a una longitud de onda de 250 hm. Esquemáticamente, las hidrólisis sucesivas y sus posteriores procesos se realizaron de acuerdo a la figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extracción e hidrólisis sucesivas de ***S. viminalis***



Deteminación del material celulósico

La determinación del material celulósico presente en la madera y en la corteza (celulosas y hemicelulosas) se realizó siguiendo la metodología descrita por Pereira y Sardinha (1984), utilizando el siguiente proceso: a una cantidad de 100 mg de muestra se le agregó una mezcla de 90 ml de ácido nítrico con 12 ml de ácido acético, la cual fue puesta en un baño a 90 °C por un periodo de 25 min, el contenido fue filtrado en crisol previamente tratado y el sólido (celulosa) fue puesto en estufa a 105 °C hasta peso constante; luego en un desecador al vacío a temperatura ambiente por 3 horas. El contenido de celulosa fue cuantificado como porcentaje del peso inicial de la muestra utilizada.

Análisis de azúcares

Los componentes azucarados de los polisacáridos fueron identificados mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), la cual es una manera segura y eficiente de identificar y cuantificar los cinco azúcares presentes en los hidrolizados de madera: glucosa, xilosa, galactosa, arabinosa y manosa (FLORES, 1993). Para la determinación de glucosa y xilanos se utilizó un sistema HPLC con las siguientes características:

Columna	Bio-Rad Aminex HPX-87H 300*7.8 mm
Temperatura de columnas	25° C
Fase móvil	H_2SO_4; 0,008 M
Loop	20 ml
Volumen de inyección	100 ml
Detector indice de refracción	Knauer
Integrador	Spectra-Physics
Bomba	Knauer
Calentador de columnas	Bio -Rad

Se tomó alícuotas del mosto obtenido de la hidrólisis ácida, que se inyectaron en el equipo por un intervalo no superior a los 25 minutos.

Para la determinación individual de hexosas y pentosas, se eligió una muestra (Concepción) para analizar tanto en la madera como en corteza la determinación individual de azúcares por HPLC, utilizando una columna distinta a la anterior. Las características del sistema HPLC utilizado fueron:

Columna	Bio-Rad HPX-87H 300*7.8 mm
Temperatura de columnas	85° C
Fase móvil	H_2O HPLC
Loop	20 mm
Volumen de inyección	100 ml
Detector indice de refracción	Knauer
Integrador	Spectra-Physics
Bomba	Knauer
Calentador de columnas	Bio -Rad

Las muestras se neutralizaron con hidróxido de bario hasta un pH de 5,5, luego se tomó dos alícuotas de 3 ml y 12 ml, las que fueron rotuladas con los distintivos A y B. Estas muestras se concentraron en evaporador rotatorio a presión reducida hasta eliminar la totalidad de la fase liquida, quedando sólo los azúcares como residuo sólido. Posteriormente se les agregó un pequeño volumen de agua bidestilada para diluirlas, quedando la muestra B en forma concentrada y la muestra A en menor concentración. Ambas se inyectaron en HPLC identificándose y cuantificándose los azúcares presentes. Esta metodología se siguió tanto para los hidrolizados de madera como para los hidrolizados de corteza de la muestra de Concepción.

Para identificar los compuestos orgánicos que se forman durante la hidrólisis por la degradación de azúcares, se utilizó cromatografía gaseosa acoplada a espectrómetro de masas. Las condiciones de análisis fueron los siguientes:

Los contenidos de celulosa son notablemente mayores en madera que en corteza, llegando incluso a duplicar los contenidos de corteza en la procedencia Coyhaique. Los contenidos de hemicelulosas en corteza son levemente inferiores a los contenidos presentes en madera.

Los contenidos de glucosa en los hidrolizados son superiores en las zonas Norte y Centro-Norte, en comparación a las zonas Sur y Centro Sur, por su parte la cantidad de xilanos es mayor en la zona Centro-Sur y Centro-Norte.

El aporte de hexosas al total de azúcares en los hidrolizados de la madera alcanzó a un 51,4 %, superando ampliamente el contenido de hexosas en hidrolizados de la corteza que alcanzó a 35,7 % donde la glucosa aporta más de un 85 % al total de ellas y el restante se reparte entre galactosa y manosa.

El aporte de pentosas al total de azúcares presentes en los hidrolizados de madera y corteza alcanzó a 14,8 % y 11,4 % respectivamente. Aún cuando no es una diferencia cuantitativamente apreciable, en los hidrolizados de la madera un 83 % de las pentosas correspondió a xilosa y el restante a arabinosa; no así en corteza donde ésta superó el 50 % dejando a xilosa con un aporte de sólo el 48 %.

El aporte menos importante en la constitución de azúcares en la madera fue de galactosa (hexosa) que no superó el 3 % en madera y levemente superior a 1 % en corteza, seguida de manosa (hexosa) con un 4,5 % y 2,7 % respectivamente y arabinosa con un 2,5 % y 5,9 %, respectivamente, aunque esta última sólo fue importante en corteza, ya que en madera no supero el 2 %.

No se observó una influencia del pH en las fermentaciones a una temperatura de 18 °C, por lo que los rendimientos de etanol fueron muy similares.

A temperaturas de 25 °C y 35 °C, se inhibieron casi por completo las fermentaciones a pH 4,5 y en su totalidad a pH 5,0.

La producción de etanol alcanzó un promedio de 0,38 l de combustible por kg de madera libre de extraíbles en base seca.

Las producciones teóricas de etanol son similares a las entregadas por la misma especie en Suecia.

Tomando en cuenta la rapidez de desarrollo de la especie y la adaptación de la misma en Chile, los rendimientos de material azucarado, la facilidad de establecimiento, manejo e información y estudios con que se cuenta, se vislumbra como una buena alternativa energética para la producción de etanol en Chile.

Es necesario continuar con los estudios de fermentación con el fin de encontrar las condiciones óptimas de pH, temperatura, concentración de azúcar, tiempo y concentración de levaduras. Además, se podría utilizar cepas mejoradas genéticamente en la fermentación de pentosas.

BIBLIOGRAFIA

AGBLEVOR, F; EVANS, R *et al.*, 1997. Molecular Beam Mass-Spectometric Analysis of Lignocellulosic Materials: I Herbaceous Biomass. National Renewable Energy Laboratory, 1617 Cole Boulevard Golden, CO 80401. United States.

DOWNING, M; WALSH, M. *et al.*, 1995. Perennial Grasses for Energy and Conservation: Evaluating Some Ecological, Agricultural, and Economic Issues. Environmental Enhancement Through Agriculture: Proceedings of Conference, Boston, Massachusetts, November 15-17, 1995, Center for Agriculture, food and Environment, Tufts University, Medford, MA. United States.

DURAN, C., 1997. Caracterización de *Salix viminalis* Acorde a su Contenido de Extraíbles y Capacidad Energética Total. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Tesis Ing. For.

EKLUND, R. ; G, ZACCHI, 1995. Simultaneous Saccharification and Fermentation of Steam-pretreated Willow. Enzyme and Microbial technology 17: 255-259.

FENGEL, D y WEGENER, G., 1989. Wood : Chemistry, Ultraestructure, Reactions. Walter de Gruyter & Co. Berlin, Germany.

FLORES, S., 1993. Obtención y Caracterización de Lignina Formica de *Pinus radiata* D. Don. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. Escuela de Graduados. Tesis Magister en Ciencias mención Química.

GANDINI, A., 1992. Polymers from Renewable Resources. Oxford. In Aggarval, S and S. Russo (eds). Comprehensive Polymer Science. First Supplement. Pergamon Press, 19: 527-573.

GNECCO, S., 1990. Potencial de Especies Vegetales de Zonas Aridas como Recurso Energético para Chile. Santiago, Chile. Actas Primer Congreso Nacional de Energía, 1-6 de abril 1990. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. V.1. pp: 13-19.

GIST-BROCADES., 1995. United States Ethanol Capacity. Charlotte, North Carolina, USA. Gist-brocades BSD B.V.

HALL, D. ; J. HOUSE, 1995. Biomass Energy Development and Carbón Dioxide Mitigation Options. Copenhagen, Denmark. In: National Actions Mitigate Global Change. Proceedings of the International Conference, UNEP Collaboring Centre of Energy and Enviroment. Pp. 134-156.

HAHN-HAGERDAL, B.; F, TJERNELD *et al.*, 1988. Production of ethanol from lignocellulosic materials. Animal Feed Science and technology 21: 175-282.

MELO, R. ; PAZ, J. 1993. Tecnología de la Celulosa y el Papel. Concepción, Chile. Universidad de Concepción. v.1. 198 p.

MONTECINOS, 1989. Obtención de Materias Primas Orgánicas a partir de Euphorbia Copiapina. Concepción, Chile. Universidad de Concepción, Escuela de Graduados. Tesis grado de doctor en Ciencias mención Química.

PRODUCCION DE CARBON UTILIZANDO DESECHOS DE MIMBRE

Mitsumasa Urata[1], Patricio Chung[2], Marta Abalos[2]
1 Consultor Agencia de Cooperación de Japón, JICA;
2 Ing. Forestal, Subgerencia de Tecnologías Silvícolas, Instituto Forestal, INFOR, Chile

RESUMEN

En este estudio se presenta los resultados obtenidos del trabajo desarrollado en la localidad de Chimbarongo (VI Región, Chile) para la obtención de carbón utilizando como materia prima, desechos de corteza de sauce-mimbre.

El trabajo fue realizado bajo la dirección del experto de JICA (Japón) Mitsumasa Urata, y consistió en reutilizar los desechos orgánicos (corteza y varas de mimbre sin uso comercial), generados en el procesamiento del mimbre para la producción de cesteria. Los subproductos obtenidos en base a estos desechos fueron carbón y Mokusakueki (líquido proveniente de la condensación del humo generado en la producción del carbón), los que pueden ser utilizados para el mejoramiento del suelo y como insumo para la producción de carbón activado.

El carbón logrado bajo esta metodologia superó la calidad del carbón vegetal corriente, registrando una superficie especifica de 175 m^2/g, mientras que el carbón vegetal corriente registra solamente 80 m^2/g, de lo que se desprende que el sistema de elaboración de carbón empleado es adecuado, puesto que mejora la calidad del carbón obtenido.

INTRODUCCION

El procesamiento del mimbre para ser utilizado como materia prima en manufacturas (cesteria y muebles), genera una gran cantidad de desechos como resultado, principalmente, de la labor de descortezado.

Dependiendo del tipo de producto procesado: mimbre blanco (natural) y mimbre cocido, se obtienen dos tipos de corteza. La corteza del mimbre blanco es fácil de secar, alcanzando en corto tiempo una humedad del 30% debido a que se descorteza en forma manual, obteniéndose un material de desecho de grandes dimensiones; mientras que la segunda alternativa es producida por el cocimiento de las varas, las cuales son luego descortezadas en máquinas, obteniéndose un desecho de corteza muy fina y húmeda que difícilmente se seca a temperatura ambiente en un corto período de tiempo.

Este gran volumen de material vegetal hasta ahora no ha sido posible de aprovechar, por falta de un proceso tecnológico que le confiera un uso productivo.

Una forma de transformar estos desechos en elementos útiles es producir carbón. Este elemento puede ser utilizado en forma directa, como energía calórica, y en el mejoramiento de los suelos, o bien puede ser transformado, mediante procesos químicos o mecánicos,

en carbón activado, el que a su vez puede ser utilizado en la purificación de aguas residuales, en la captación de gases tóxicos y en la decoloración de productos, entre otros.

El uso del carbón en el suelo permite la proliferación de microorganismos útiles para la descomposición de la materia orgánica, para la aireación y mejoramiento de la estructura de los suelos, activando el crecimiento de las raíces y produciendo plantas más vigorosas y sanas.

Otro elemento útil derivado de la producción del carbón es el líquido procedente de la condensación de los vapores producidos por la carbonización de la madera, llamado vinagre de madera o Mokusakueki (denominación en japonés). Este destilado es utilizado en Japón, en la industria farmaceútica, como fungicida e insecticida, y también como alternativa al carbón en el mejoramiento de suelos.

Los productos anteriores entregan una pauta de las bondades de utilizar materiales de desecho en la producción de carbón, los cuales muchas veces sólo producen una acumulación de material contaminante, inutilizando terrenos que podrían servir para actividades productivas.

Carbón activado

El carbón vegetal activo o activado (CA), corresponde a un tipo de carbón cuya estructura le confiere la propiedad de adsorver y concentrar gases y líquidos. Este producto consiste principalmente de carbón de 83 a 97% de pureza y por esto puede ser fabricado a partir de cualquier material de origen animal, vegetal o mineral. Estos materiales pueden ser carbonizados bajo combustión incompleta o descomposición térmica en ausencia de aire (pirólisis). La "activación" de este carbón se logra mediante la aplicación de tratamientos físicos y químicos. De esta forma adquieren su propiedad fundamental de "adsorción", lo que significa una capacidad de retener superficialmente, a nivel molecular, un sinnúmero de sustancias por fuerzas de Van der Waals (MASSAI, 1986).

El CA ha tenido una participación cada vez mayor en lo que respecta a la higiene ambiental y protección del medio ambiente, especialmente por su acción purificadora del aire y aguas, tanto potables como servidas.

Existe gran demanda de CA, dada su capacidad adsorbente, en industrias tales como la minera, azucarera, aceitera, vitivinícola y farmacéutica. A escala doméstica se utiliza en campanas de extracción, filtros de agua y en sistemas de aire acondicionado.

En Chile, en los últimos años, se han desarrollado nuevas aplicaciones de CA en procesos de recuperación de cobre, molibdeno, oro y plata, siendo Codelco el principal comprador.

Existe aún una falta de mayor conciencia ecológica para tratar la contaminación en muchos países, como también en Chile. A medida que se tengan mayores recursos tanto legales como materiales, el uso del carbón activado se incrementará en el tratamiento de aguas residuales de la industria papelera, en el tratamiento de gases de olor desagradable en la industria de harina de pescado, en la emisión de gases sulfurados en refinerías de petróleo, en el control de diversos gases tóxicos derivados de la producción de plásticos y químicos y en la decoloración y eliminación de olores y gustos desagradables en la producción de agua potable (MASSAI, 1986).

El primer paso para la obtención de CA es a través del proceso de carbonización de la madera, que corresponde a su transformación en carbón tradicional, bajo la influencia de la temperatura.

Es indispensable que la materia prima destinada a la producción de CA deje después de pirolizada, un residuo con alto contenido de carbono y bajo contenido de cenizas y materiales volátiles. Estas características determinarán la calidad del CA

Según MASSAI (1986), la capacidad adsorbente de un carbón vegetal normal se encuentra muy disminuida debido a la presencia de alquitranes hidrocarbonados de alto punto de ebullición adheridos en los intersticios del carbón residual. La obturación de estos intersticios en el carbón vegetal determina una baja superficie específica, no mayor de 1-2 m^2/g.

En el proceso conocido como "activación", la mayoría de estos hidrocarburos son removidos, lográndose superficies internas mucho mayores, del orden de 300-2000 m^2/g, aumento que se traduce en una intensificación de aquellas propiedades que tienen que ver con la capacidad de adsorción de esta superficie.

Las propiedades características de un CA, y por ende su grado de acción, quedan principalmente determinadas por las condiciones de carbonización y el método de activación, y en menor grado, por la naturaleza de las materias primas.

La facilidad de activación junto con las propiedades físicas inherentes de la materia prima, son puntos a considerar en la selección de la misma. Aunque, para un uso determinado, si la materia prima está disponible a bajo costo, las dificultades técnicas de activación pueden ser parcialmente compensadas y las propiedades físicas indeseables pueden ser corregidas en parte, con un procesamiento adecuado.

En la carbonización del material, por lo general, la temperatura debe ser inferior a 600 °C para producir carbones deseables para su conversión en forma activa. Sin embargo, esto no es una regla estricta, ya que depende de la materia prima y del método empleado en la activación.

Dentro de los métodos de activación, son pocos los procesos básicos adoptados industrialmente para aumentar la actividad del material carbonizado. Generalmente el inconveniente en adoptar un proceso se debe a condiciones o factores económicos y/o tecnológicos adversos.

Dentro de los métodos de activación se encuentran los físicos, químicos o una combinación de ambos. En la activación física se somete el carbón vegetal, en ausencia de aire, a altas temperaturas para expulsar impurezas volátiles y elevar así su poder de adsorción.

La adición de elementos minerales al material carbonoso ha dado mejores respuestas frente a la activación. Procedimientos empleados en este sentido, incorporan a la materia prima sales deshidratantes como: cloruro de calcio (CaCl), cloruro de magnesio (MgCl), cloruro de cinc ($ZnCl_2$), entre las cuales con $ZnCl_2$ se ha tenido mayores éxitos (MASSAI, 1986).

En la activación química, la madera se mezcla con el agente activador (solución de la sal). Se seca y se calienta a altas temperaturas (entre 400-900 °C), en ausencia de aire. El calentamiento es continuado hasta que los vapores de $ZnCl_2$ salen en grandes cantidades. El carbón obtenido es enfriado y lavado con agua y ácido, con el fin de recuperar y utilizar de nuevo las sales de cinc.

En algunos casos, también se utiliza ácido fosfórico o ácido hidroclórico para proveer el ambiente de oxidación. Otro método de activación empleado es la oxidación controlada del carbón, por gases oxidantes adecuados, a alta temperatura. Estos gases eliminan los hidrocarburos residuales y producen erosión en la superficie del carbón, logrando una estructura porosa de gran superficie.

El tiempo para la activación varía entre 30 minutos y 24 horas, de acuerdo a las condiciones de activación y cualidades del CA

Cada método de activación deja impresa una característica en las propiedades adsorventes. Sin embargo, no es común combinar una variedad de procesos para obtener una diversidad de propiedades.

El CA se comercializa en dos formas (en polvo y granular). El escoger una de ellas dependerá de factores como: las características del material a ser tratado, el volumen a trabajar y el costo del carbón. Como ejemplo, si se trata de gases, el carbón a utilizar debe ser granulado, en cambio para líquidos cualquiera de ellos puede ser escogido.

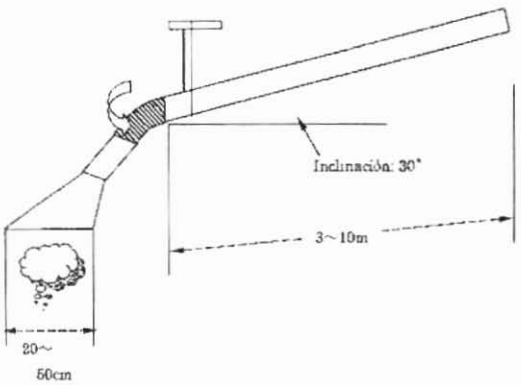
El tipo de carbón activado dependiendo de su uso se distingue en carbones de fase líquida (superficie específica hasta 1000 m^2/g) y carbones de fase gaseosa (superficie especifica de 1000-2000 m^2/g).

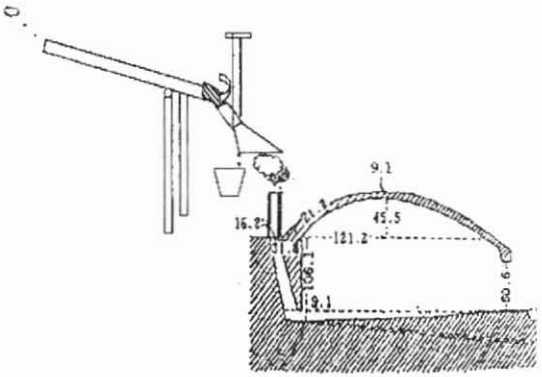
Las diferencias en las propiedades adsorbentes de diferentes carbones se atribuye a la presencia de poros de distintos rangos de tamaños. Los microporos producto en gran parte del proceso de activación, cuyos diámetros varian entre 10 a 1000 Angstrom (A), contribuyen a darle la casi totalidad de la superficie para fines de adsorción. En cambio los macroporos (diámetros mayores a 1000 A), son más dependientes de la materia prima y de los procesos preliminares de fabricación y contribuyen muy poco a la superficie, pero sirven como avenidas de entrada al interior de la partícula de carbón. Esto puede ser una desventaja apreciable, en el sentido que un volumen de poro muy grande se traduce en una innecesaria pérdida de densidad. Sin embargo, en aplicaciones donde la difusión es un factor que controla la velocidad de adsorción (adsorción a partir de solución), los macroporos pueden ser una característica esencial en la estructura del carbón.

Por esta razón, es importante seleccionar un tipo de CA que tenga la mayor proporción de su área de poros en el rango de diámetro necesario para obtener una adsorción máxima de la sustancia que se quiere eliminar.

Elaboración del Mokusakueki o vinagre de madera

Al realizar carbón vegetal, se genera gran cantidad de humo compuesto por agua y elementos extraídos de la carbonización de la madera. Para la extracción del vinagre, es necesario la instalación de una chimenea larga e inclinada, la cual colecta este humo, haciendo pasar a través de él estos gases. Este humo al entrar en contacto con las paredes, se enfría y forman gotas de humo líquido, la cual es colectada en un recipiente. Para que el proceso de enfriado sea más eficiente, facilitando una mayor producción de este humo líquido, el tubo debe estar inclinado en un ángulo de 30°. El tubo debe ser de acero inoxidable, para que resista los efectos corrosivos de estos extraíbles.





El tiempo exacto de colecta de este vinagre depende del color del humo durante la producción del carbón. La transformación del humo indica las etapas en la carbonización de la madera. Para la celulosa es de 240 °C, para la hemicelulosa de 180 °C y para la lignina es de 280 °C. La aparición de un humo de color blanco con amarillo oscuro, indica la degradación de la lignina, lo que supone una temperatura por sobre los 150 °C. Un color más oscuro, indica la combustión de alquitrán y materiales nocivos. La extracción del vinagre debe realizarse por debajo de los 150 °C. Por lo tanto, el color del humo es muy importante para determinar los elementos que acompañan a estos vapores. En condiciones menores a 80 °C el vapor producido es solamente producto de la evaporación del agua de la carga dentro del horno.

El vinagre de madera se obtiene por la condensación del humo bajo los 150°C, la cual puede ser acumulada en un recipiente. El vinagre en el recipiente se separa en tres capas líquidas después del reposo. La capa inferior se compone de alquitrán, la capa media de vinagre y alquitrán, y la capa superior, se compone de una capa delgada de aceite, además de alquitrán. Por lo tanto, se debe realizar una refinación del líquido de la capa media para extraer el vinagre o humo líquido. Los principales ingredientes de este vinagre son: los compuestos orgánicos, fenoles, alcoholes, componentes ácidos y componentes naturales.

Usos del Mokusakueki

El vinagre de madera o Mokusakueki es utilizado en Japón como abono orgánico, con la finalidad de disminuir la utilización de productos químicos. Otro de los usos señalados es como producto anti-bacteriano, siendo aplicado para esto en altas concentraciones. Se cita también su uso en la protección de postes de cerco, para aumentar su durabilidad (en aplicaciones superficiales) y para eliminar olores, especialmente producido por deposiciones del ganado.

En los procesos de viverización, se comienza a conocer el Mokusakueki por su efecto en el crecimiento de las raíces, al usarlo en bajas concentraciones (0,001 %).

La figura 1, Anexo 1 presenta los experimentos realizados en el vivero del Instituto Forestal, en diciembre de 1999, para corroborar las propiedades del carbón vegetal y Mokusakueki y su efecto en el crecimiento de plantas en vivero.

Los experimentos fueron realizados con plántulas de *Robinia pseudoacacia*. Los tratamientos consistieron en la aplicación al sustrato de: carbón, fertilizante y Mokusakueki y, una combinación de estos elementos, además de un testigo para la comparación de los efectos de estos agregados. La aplicación se realizó en dos formas: adicionando los elementos sobre el sustrato y mezclando estos elementos con el sustrato.

Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento con los elementos dispuestos encima del sustrato. La adición de carbón consiguió sobrepasar el crecimiento del testigo en casi un 50 %, mientras que la mezcla carbón+Mokusakueki+ fertilizante sobrepasó levemente al testigo en un 1-2 %.

Una segunda experiencia (figura 2, Anexo 1), realizada esta vez en el laboratorio de cultivo de tejidos de INFOR, en plántulas de *Salix viminalis* producidas *in vitro* y en etapa de aclimatación, demostró que aplicaciones de carbón+vinagre y carbón+vinagre+fertilizante, colocados encima del sustrato (turba y arena, 1:1), lograban un crecimiento promedio mayor que el testigo en un 12 y 11 %, respectivamente.

Finalmente, un ensayo realizado en este mismo laboratorio, en un medio de cultivo para la propagación *in vitro* de plantas de *Salix* , demostró que la presencia de carbón y la mezcla de carbón+Mokusakueki disminuia notoriamente el crecimiento de los segmentos de tejido, mientras que la mezcla de Mokusakueki con el medio nutritivo incrementaba el crecimiento de las plántulas en casi un 15 %.

Las experiencias anteriores vislumbran el potencial en el uso de estos elementos, tanto del carbón como del vinagre de madera. No obstante, se debe investigar más en torno a estos agregados a fin de evaluar los efectos de estas aplicaciones y el impacto económico de su masificación.

OBJETIVOS

Generación de carbón y vinagre de madera, utilizando desechos orgánicos de mimbre sin valor comercial.

MATERIAL Y METODO

Los materiales requeridos para la realización de la experiencia fueron aportados por INFOR, JICA y una empresa privada procesadora de mimbre (materia prima) para exportación y consistieron en: Ladrillos, arena, cemento y mano de obra para la construcción del horno; planchas de fierro, pernos y mallas de acero para el cierre hermético del horno, y dos tubos de 6 m de largo cada uno de acero inoxidable para la construcción de la chimenea, además de otros materiales menores.

El material empleado para la carbonización fue aportado por la empresa procesadora "Mimbres Osvaldo Sandoval", y consistió en corteza de mimbre cocido (60 %) , corteza de mimbre blanco (20 %), varas de mimbre de desecho (20 %). La corteza de mimbre cocido presentó como características un tamaño de particula muy fino (corteza muy

fragmentada) y un contenido de humedad por sobre el 80 %, en tanto la corteza proveniente de mimbre blanco presentó como características un tamaño de partícula mayor (corteza en placas) y un contenido de humedad inferior al 30 %.

Construcción del horno de carbonización

Las dimensiones establecidas para la construcción del horno fueron: 3 m de largo por 2 m de ancho y 1 m de alto (foto 1, Anexo 2), a base de ladrillos y cemento, dejando una salida en la parte central inferior delantera de 50 cm de ancho por 60 cm de alto (foto 2, Anexo 2) y en la cara opuesta, una salida circular en su parte inferior de 12 cm de diámetro (foto 3, Anexo 2).

Luego de emparejar el piso se colocaron ladrillos en forma separada uno del otro por 2 a 3 cm. Luego se procedió a colocar una malla de alambre sobre los ladrillos para impedir que el carbón producido pudiera tapar los espacios dejados entre los ladrillos (foto 4, Anexo 2).

La parte interna de las murallas se recubrió con 2 a 3 cm de mezcla de suelo con ceniza (3:1) para evitar el escape del calor; la parte externa fue cubierta con una capa de cemento.

En la salida circular inferior del horno, de 12 cm de diámetro, se colocó un codo de acero que permitió conectar la chimenea (foto 3, Anexo 2) y, en la parte que da hacia el interior del horno, se colocó una malla fina para impedir que la chimenea se tapara.

En la parte superior del horno, se colocaron planchas de acero de 3 mm de espesor y de 1,9 x 0,5 m, las que fueron aseguradas con ángulos de acero de 5 mm de espesor (foto 5, Anexo 2). Estas planchas fueran colocadas una al lado de la otra produciéndose un traslape de 10 cm como margen para impedir el escape de calor y humo.

Posteriormente se conectó la chimenea a través de un tubo principal de un metro de largo por 12 cm de diámetro y 2 tubos secundarios de 6 m cada uno, de acero inoxidable, colocados semi-horizontales, en ángulo de 15 a 20°, a los cuales se le colocaron codos, quedando próximos a la salida de la chimenea principal a unos 20-30 cm de separación (foto 6, Anexo 2). Para conectar el tubo principal con los otros 2 tubos, se colocó una campana hecha de papel aluminio (foto 7, Anexo 2).

Los tubos secundarios fueron revestidos con corteza húmeda, la cual se mantuvo mojada con agua para disminuir la temperatura y producir la condensación del vapor del horno (foto 8, Anexo 2).

Funcionamiento del horno

El horno construido funciona según el principio de tiro invertido. El aire entra por la base del horno, pero los gases no salen por la parte superior, sino que se hace pasar por una chimenea conectada con la parte baja del horno. El orificio situado por debajo del horno y que comunica a la chimenea, permite un tiraje invertido, en forma tal que los gases calientes, por convección, tienden a elevarse al interior del horno, y al ser aspirados por la chimenea, recorren en sentido inverso la carga del horno, entregando calor a ésta.

El avance del proceso de carbonización, se controla basándose en la cantidad y diferencia de coloración de los humos liberados. Un humo blanco y espeso indica la evaporación del agua. Luego, un humo de color blanco sucio a café y negro, indica la eliminación de los alquitranes (las entradas de aire se encuentran cerradas en este punto). Finalmente un humo azulado, casi incoloro indica el cierre de la chimenea, iniciándose el periodo de enfriamiento. La descarga del horno se realiza cuando la temperatura del carbón es inferior a 60 °C. El proceso puede durar entre 1 a 3 días, dependiendo de la humedad inicial de la carga, las condiciones meteorológicas, tamaño del horno, espesor, capacidad de radiación de sus paredes y técnica de carbonización.

El rendimiento de este tipo de hornos depende mucho de la habilidad del operador para controlar la entrada de aire. Una deficiente operación producirá una variación en la calidad del producto (composición química), autocombustión y formación de finos. (MASSAI, 1996)

Las ventajas de estos hornos son su bajo costo, fácilidad de construcción, mejores rendimientos y producción de carbón más limpio que en en los hornos de barro tradicional.

Producción del carbón y Mokusakueki o vinagre de madera

Para la producción de carbón y el Mokusakueki, se llenó el horno mezclando corteza seca, corteza húmeda y varillas de desecho (foto 9, Anexo 2). El material húmedo (sobre un contenido de humedad superior de 30 %) fue previamente secado aprovechando el mismo calor del horno.

Luego de llenar el horno, éste se cerró con las planchas de acero, sellando las orillas con mezcla de suelo y ceniza (1:1) para impedir la salida de calor y vapor del interior del horno.

El inicio de la quema fue por la parte delantera, para lo cual se colocó una gran cantidad de material seco para iniciar el fuego (foto 10, Anexo 2), lo que facilitó el encendido del material del interior.

El control del proceso fue realizado chequeando la temperatura a la salida de la chimenea principal y verificando el color del humo emitido. Los 82 °C fue la temperatura óptima para la colecta del Mokusakueki (vinagre de madera). Bajo esta temperatura también se colectó el líquido, pero se obtuvo un producto más diluído (foto 11, Anexo 2).

Bajo los 82 °C el humo fue de color blanco, producto de la evaporación de la humedad del combustible y del inicio de la quema en el interior (foto 12, Anexo 2). Cuando se alcanzó los 82 °C, el humo de la chimenea se tornó café claro, dando indicios de la combustión del material y la generación del vinagre de madera a una concentración óptima.

La aparición de humo de color azulado indicó el momento de cierre de la entrada del horno, la cual se selló con una plancha de fierro de 5 mm, dejando transcurrir hasta el día siguiente, cuando el humo se tornó transparente, momento que indicó el paso siguiente de apagado del combustible, lo que se realizó con tierra y ceniza hasta sofocar las brasas, luego de lo cual se procedió a la extracción del carbón (foto 13, Anexo 2).

RESULTADOS Y DISCUSION

El procedimiento de terreno permitió realizar pruebas con diferentes materiales de desecho de mimbre, lográndose la producción de carbón. El primer tipo fue carbón obtenido a partir de corteza de mimbre (mimbre blanco y cocido), el cual puede ser utilizado en el mejoramiento de los suelos; el segundo tipo fue el carbón producido por las varas de mimbre de desecho.

Cabe señalar, que el método requiere un perfeccionamiento de las etapas del proceso para obtener un protocolo adecuado para la carbonización de los distintos materiales existentes en la zona de trabajo. Sin embargo, el horno utilizado y el proceso de carbonización demostró una eficiencia mayor que los hornos de carbonización tradicionales utilizados en la zona.

La gran cantidad de material fino producido por la planta procesadora de mimbre, solo permitió la fabricación de carbón en partículas pequeñas que sirve para el mejoramiento de suelos. Sin embargo, productores de mimbre con grandes desechos de material grueso (corteza de mimbre blanco y varas de desecho), podrían producir carbón para carbón activado o para productos tales como lápices de carbón.

La gran cantidad de corteza proveniente de mimbre cocido, acarreó el problema de secado de los desechos, por cuanto el material extraído de la cocción de las varas, poseía una humedad superior al 80 %, lo que dificultó la carbonización del material.

Por otro lado, dado que los desechos provenientes del mimbre cocido, son de tamaño fino, se hizo muy difícil la elevación de temperatura por sobre los 80 °C, sobretodo por

la gran humedad que presentó este material.

No obstante lo anterior, aproximadamente un 10 % del material fino de desecho se carbonizó, obteniéndose un carbón vegetal, que fue analizado por la empresa PETROCHIL, empresa productora de carbón activado, dando como resultado una superficie específica mucho más alta que la de un carbón vegetal fabricado por sistema tradicional; alcanzando una superficie específica de 175 m^2/g, en contraposición a 80 m^2/g de un carbón vegetal tradicional. Este resultado fue producto de la mayor eficiencia del horno fabricado y del proceso utilizado. Una superficie específica como la obtenida, significa una reducción de costos en el proceso de activación, por lo cual técnicas como las descritas en este trabajo son de utilidad.

En el caso Mokusakueki del vinagre de madera, este es un elemento que podría utilizarse como abono en bajas concentraciones, o como herbicida o fungicida en concentraciones mayores.

Las bajas temperaturas obtenidas por el horno impidieron una extracción de un vinagre de calidad. No obstante, el sistema de carbonización empleado sirve a estos propósitos, pudiendo mejorarse para hacer más eficiente la elaboración de carbón y vinagre de madera.

CONCLUSIONES

Debido a la gran cantidad y variedad de desechos de corteza de mimbre cocido, no fue posible obtener una combustión óptima del material. El rendimiento del carbón producido fue equivalente a un 10 % del material cargado en el horno, y en cuanto a la producción de vinagre, éste fue de baja concentración, alcanzando un pH de 5.2, siendo un pH cercano a 3,2 el requerido.

El proceso de carbonización descrito puede ser muy interesante, si se presentan desechos de cortezas de mimbre con bajo contenido de humedad o con mayores dimensiones a los obtenidos en el descortezado del mimbre cocido.

Se debe realizar mayor cantidad de experiencias, ensayando combinaciones de materiales y tiempos de carbonización, para obtener un protocolo que pueda ser utilizado en cada una de las situaciones que se presenten.

La producción de carbón a partir de corteza de mimbre, puede ser muy útil para agregar valor a materiales de desecho, obviando los costos de su eliminación, transformándolos en productos con valor para otros mercados, como es el caso de su venta para la producción de carbón activado y su uso en la agricultura.

BIBLIOGRAFIA

MASSAI, C., 1986. Carbón Activado Obtenido a Partir de Madera de *Eucalyptus Globulus* (Labill). Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Tecnología de la Madera. Tesis Ing. For. 159 p.

MOTOHIRO, Y., 1999. Ensayo de la Calidad del Carbón y las Características del Humo Líquido Mediante el Horno Japonés y el Horno Chileno. Paredones, Chile. JICA – CONAF. Documento de Trabajo. 13 p.

ANEXO 1

1. Aplicación de carbón y vinagre de madera en plántulas de Robinia pseudoacacia de vivero.



Ensayo de aplicación de carbón, vinagre de madera y fertilización en plantas de Robinia pseudoacaccia.



Aspecto de las raíces y follaje en ensayo en Robinia pseudoacacia aplicando los elementos en mezcla con el sustrato: (1) Fertilizante; (2) Vinagre; (3) Carbón+vinagre; (4) Carbón+ vinagre+fertilizante; (5) Carbón



Aspecto de raíces y follaje en ensayo con Robinia pseudoacacia, aplicando los elementos sobre el sustrato: (1) Fertilizante; (2) Carbón+ vinagre; (3) Carbón; (4) Vinagre; (5) Carbón+vinagre+fertilizante; (6) Control

2. Aplicación de carbón y vinagre al sustrato de plántulas de Salix sp. en etapa de aclimatación.















Tratamientos:
(a) Carbón+Mokusakueki
(b)Carbón+Mokusakueki+ fertilizante sobre el sustrato
(c) Fertilizante
(d) Testigo
(e) Mokusakueki
(f) Carbón
(g)Carbón+Mokusakueki+ mezclado con sustrato

ANEXO 2



Foto 1. Construcción de horno.



Foto 2. Parte delantera del horno.



Foto 3. Parte trasera del horno y salida de chimenea.



Foto 4. Posición de ladrillo y malla de alambre de acero.



Foto 5. Planchas de acero y fierros de ángulo como soportes, cumpliendo la función de tapa del horno.



Foto 6. Posición de la chimenea principal y secundaria y separación de 30 cm.



Foto 7. Conexión entre chimenea principal y secundaria con campana fabricada con papel de aluminio.

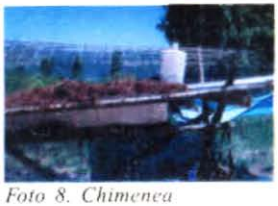


Foto 8. Chimenea secundaria con corteza húmeda para disminuir la temperatura.



Foto 9. Llenado del horno.



Foto 10. Encendido del horno con gran cantidad de material seco.



Foto 11. Colecta del vinagre de madera.



Foto 12. Chimenea con humo blanco que indica temperatura bajo los 82 °C.

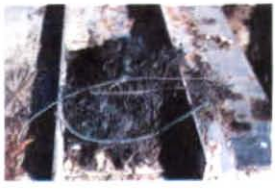


Foto 13. Tipo de carbón producido.



Foto14. Secado del material en la parte superior del horno.



Todos los esfuerzos por mejorar el cultivo y la producción de mimbre serían perdidos si no se contara con los mercados donde introducir la nueva oferta nacional de productos. Los estudios de mercado son una herramienta fundamental para el análisis de esta variable, al igual que el desarrollo de estrategias para mejorar la competitividad de los productos en el exterior, la certificación ecológica de la materia prima o la incorporación de diseño en los productos.

III PARTE

- *OPORTUNIDADES DE MERCADO P ARA EL MIMBRE CHILENO*
  Marta Abalos R. y Alejandro Montes
- *Ficha Técnica 7*
  EVALUACION DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCION DE MIMBRE
- *EL DISEÑO COMO VARIABLE COMPETITIV A EN LA INDUSTRIA DEL MIMBRE*
  Ramiro Gutiérrez y Marta Abalos R.
- *CERTIFICACION DEL MANEJO FOREST AL Y CADENA DE CUSTODIA DE PLANTACIONES DE SAUCE-MIMBRE*
  Carlos Leal T. y Marta Abalos R.

OPORTUNIDADES DE MERCADO PARA EL MIMBRE CHILENO

Marta Abalos[1]; Alejandro Montes[2]
1 Ing. Forestal, Subgerencia de Tecnologías Silvícolas, Instituto Forestal, INFOR, Chile; 2 Tesista, Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

RESUMEN

El estudio presenta un análisis de los principales aspectos relacionados con el mimbre y sus posibilidades de competir en los mercados locales e internacionales, a través de la producción de muebles y como proveedor de materia prima.

El estudio se aborda a través de una investigación de mercado, para detectar y cuantificar la demanda de materia prima y muebles de mimbre en el mercado nacional, y de una recopilación de antecedentes comerciales para analizar las posibilidades de estos productos en el mercado internacional.

INTRODUCCION

Una "conciencia ecológica" que fomenta el no destruir el medio ambiente y una fuerte influencia de la mercadotecnia, ha llevado a preferir productos cuyos procesos de fabricación sean menos contaminantes. El mercado de los muebles no está ajeno a este fenómeno. Por esta razón los muebles de origen ecológico están cobrando un especial interés, lo cual unido a una creciente demanda derivada del crecimiento de las principales economías y de países emergentes como Chile, conforman un segmento de mucho dinamismo.

Entre los muebles de origen ecológico se encuentran aquellos fabricados de madera y los muebles de fibras naturales como ratán, cáñamo, bambú, mimbre, junco y totora.

Existe una amplia oferta de muebles de fibras naturales a escala mundial, no obstante, los más comercializados son los muebles de ratán originarios del sudeste asiático, que satisfacen una demanda estimada en US$ 2.000 millones anuales, principalmente de Japón, Europa y Estados Unidos.

Chile es un país con ventajas comparativas para la producción del mimbre (el que presenta un comportamiento similar al ratán para la producción de muebles), existiendo un potencial de mercado importante para el mimbre como materia prima y como productos de alto valor agregado, tanto en Chile como en el exterior.

Caracterización del ratán

El ratán es una palma trepadora que crece en la región del Asia y del Pacífico Sudoriental en altitudes bajas y medias. Existen 600 especies de ratán, pero sólo algunas de ellas son utilizadas en la fabricación de muebles. Entre los géneros más utilizados se encuentran

Calamus y *Korthalsia*, que crecen principalmente en Indonesia y Filipinas.

El ratán presenta diversas alturas y formas de crecimiento, encontrándose algunas con tamaños muy reducidos y con diámetros máximos de 3 mm, hasta otras que pueden alcanzar 200 metros y grosores de 20 cm. Características como el color, brillo y textura de su tallo son también muy diversos, por lo que es fundamental la clasificación para su buen aprovechamiento y comercialización.

El ratán procede principalmente de bosques naturales del sudeste asiático, siendo muy dificultoso hasta ahora establecer plantaciones de este género. Su procedimiento de recolección en los bosques naturales presenta grandes dificultades debido a que se encuentra firmemente adherida a la vegetación por la presencia de espinas en su tallo, lo cual influye en los altos precios que presenta esta materia prima (US$ 2.000 a 7.000 la tonelada).

El proceso de producción de las manufacturas comienza una vez que se logra extraer el ratán del bosque, entonces se corta en secciones y se acarrea hasta los almacenes o zonas de transporte. En el mismo día de su corta, las cañas son raspadas e introducidas en un baño químico anti-hongos que disminuye las grandes pérdidas ocasionadas por la presencia de manchas. Posteriormente, las varas tratadas se secan al aire en posición vertical y se desinfectan con pentaclorofenato de sodio para protegerlas contra el ataque de insectos horadadores. Para su comercialización, las varas son envueltas en papel grueso impermeabilizado de manera de disminuir al máximo la absorción de humedad.

Una vez en la fábrica, el proceso de transformación separa la parte exterior de la vara (1-2 mm) de la médula, la que se divide a su vez en varillas planas o redondas. Las varas de mayor diámetro (18 a 34 mm) se usan para las estructuras de los muebles y las de diámetro menor (12 a 18 mm) para tejidos. Estas últimas se denominan "wicker", y son equivalentes a las huiras de mimbre que se utilizan en Chile para tejer los muebles.

La industria asiática de muebles de ratán

La industria de los muebles de ratán se concentra en un 90 % en los países del sudeste asiático, destacando la participación de Indonesia, Filipinas, Malasia y Singapur. Tailandia ha perdido su comercio y la industria se encuentra prácticamente detenida debido al agotamiento de sus fuentes de materia prima. Singapur y Hong Kong, actúan principalmente como países comercializadores.

Indonesia posee las mayores reservas de materia prima, la cual hasta hace poco se comercializaba a los países aledaños. Este país ha establecido un impuesto a la exportación de ratán en bruto lo que ha desincentivado su exportación, permitiendo en cambio, un significativo desarrollo de la industria. Filipinas en tanto, destaca por liderar el mercado con excelentes

diseños y calidad, siendo determinante la utilización de una mezcla de materiales y texturas, tales como madera, fierro, cuero y otras fibras vegetales y por sus excelentes terminaciones en cuanto a pulido y acabado.

La industria en esta región está compuesta por cientos de fábricas (pequeñas, medianas y grandes). Las de menor tamaño poseen de 30 a 60 empleados, mientras que las medianas ocupan de 100 a 300 personas y las más grandes pueden llegar a utilizar hasta 2.000 personas.

El valor de la mano de obra en la mayoría de los casos no supera los USD 100 mensuales, estando desprovista de leyes sociales. Se observa en la industria un cierto grado de mecanización, de bajo valor y sofisticación, la cual ha contribuido a la homogeneización de la producción y a la eficiencia en ciertas etapas del proceso de transformación, como son la preparación de la materia prima y la fabricación de las estructuras.

Los diseños de los productos siguen los cánones occidentales y en gran parte el desarrollo de productos obedece a pedidos, a los cuales luego se les incorporan modificaciones en sus terminaciones y texturas.

Los principales destinos de la producción asiática de muebles de ratán son Japón, Europa y Estados Unidos.

Competitividad de la oferta asiática

La oferta asiática presenta una serie de fortalezas entre las que destacan el bajo costo de la mano de obra, la abundancia del recurso (no obstante su agotamiento a mediano o largo plazo), su cercanía a los mayores centros de consumo, la presencia de cámaras industriales que reúnen a principales empresas, además de un importante y constante apoyo del Estado. La existencia de organizaciones y redes de apoyo ha propiciado el establecimiento de importantes estrategias comerciales, como son la participación en ferias y la organización de ellas en cada una de los países productores.

Entre las debilidades de la oferta asiática figura la dificultad de extracción de la materia prima de los bosques naturales y su escasez relativa en algunos centros de producción, lo que se traduce en un alto valor comercial. Las plantaciones de ratán iniciadas en algunos países no han demostrado ventajas en este aspecto.

En cuanto a los mercados de destino, la oferta asiática se encuentra muy bien posicionada en Norteamérica y Europa, países donde se venden estos productos principalmente en grandes tiendas especializadas en productos para el hogar. Sin embargo, los productos de ratán, no han penetrado el mercado latinoamericano (salvo excepciones como Chile), lo que establece un potencial nicho para la producción chilena en la región.

Caracterización del mimbre

El mimbre pertenece al género *Salix*, que abarca cerca de 400 especies de árboles y arbustos, distribuidos en diferentes latitudes: Europa, Asia, Norteamérica, Norte y Sur de África.

Los ejemplares arbóreos de *Salix* son conocidos popularmente como "sauces", "willows" o "saules", mientras que las formas arbustivas, de uso tradicional en cestería, son denominadas "mimbre", "sauce-mimbre", "basket willow" y osiers".

La facilidad de trabajar y propagar el mimbre, determinó que desde las primeras civilizaciones el mimbre fuera cultivado, sin embargo la masificación de este cultivo tuvo su máximo esplendor en Europa entre principios del siglo XX hasta la Segunda Guerra Mundial, época de gran demanda para la fabricación de cestos, envases y valijas para la agricultura, la industria y el transporte. Cifras de ese período, indican la existencia de 100 mil hectárea de mimbre en Francia, para 1909; y otra cantidad semejante en diversos países de Europa (España, Bélgica, Alemania). Entre las principales especies cultivadas en este período figuran *Salix purpurea, Salix triandra, Salix alba* var. *vitellina, y Salix viminalis*.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, la proliferación de productos sintéticos hizo declinar el cultivo del mimbre para envases y embalajes, manteniéndose sólo una pequeña porción de esta producción para usos específicos, entre ellos muebles.

La industria de muebles de mimbre a nivel mundial

Actualmente existen pocos países en el mundo dedicados a la fabricación de muebles de mimbre. Países como España e Italia producen en pequeña escala una producción de alta calidad, que les permite solventar los altos costos asociados, sin embargo, en su mayoría estos países han reemplazado el mimbre por ratán, que es importado desde Asia como materia prima o productos semielaborados.

Existe una industria en desarrollo en los países del Este de Europa, en los cuales los costos de la tierra y de la mano de obra son más reducidos, lo que les permite desarrollar el cultivo del mimbre, sin embargo su orientación es más hacia la cestería que hacia los muebles. Polonia y Hungría son los más grandes comercializadores de mimbre en bruto, pero sus volúmenes son bastante pequeños.

En Latinoamérica, Brasil y Argentina cultivan el mimbre, pero su producción está orientada principalmente a la cestería para satisfacer las necesidades locales. Chile, es el único país de la región que posee una industria en desarrollo de muebles de mimbre, para satisfacer las demandas internas y para la exportación.

La Industria del mimbre en Chile

El mimbre utilizado en Chile en la fabricación de cestería y muebles proviene de la especie *Salix viminalis*, la cual se cree que fue introducida durante la colonia, procedente de España.

El mimbre se cultiva principalmente en la zona central de Chile, en la localidad de Chimbarongo, distante 255 Km de la capital del país, donde existen actualmente cerca de 225 hectáreas plantadas. Su cultivo es rústico, no obstante, las características del material son bastante homogéneas.

Para el cultivo del mimbre se plantan estacas, las que se obtienen de la poda de varillas vigorosas, jóvenes (1 año), de yemas bien conformadas, que se establecen sobre un terreno previamente arado, entre junio y agosto. Al término de la primera temporada de plantación, al cabo de un año, se realiza ya la primera cosecha de varas (vástagos), aún cuando ésta es de bajo rendimiento. En la segunda temporada la plantación genera una producción comercial, que se mantendrá anualmente, sin la necesidad de un nuevo replante, por lo menos durante los 8 a 10 años siguientes, siempre que se mantengan los cuidados adecuados (riegos, control de maleza, control fitosanitario, fertilización).

La cosecha del mimbre se realiza durante otoño-invierno, cuando la planta ha botado sus hojas. Una vez cortadas, las varas se agrupan en "atados", formando una base de un metro de perímetro, que puede llegar a pesar hasta 50 Kg en verde. Las varas pueden alcanzar largos desde 0,8 m hasta los 6 metros, con un calibre de 0,4 a 3 cm.

El tratamiento de post-cosecha, consiste en descortezar, secar y clasificar las varas de mimbre antes de su venta a la industria local o exportación, labor que realiza el propio productor o un intermediario.

Para descortezar existen dos métodos. El más artesanal consiste en dejar las varas cosechadas en estanques de agua (barbecho) hasta que comienzan a brotar en época de primavera, entonces se descortezan en forma manual (cuchillo). Los productores más industriales prefieren cocer las varas cosechadas y luego descortezarlas con maquinas eléctricas.

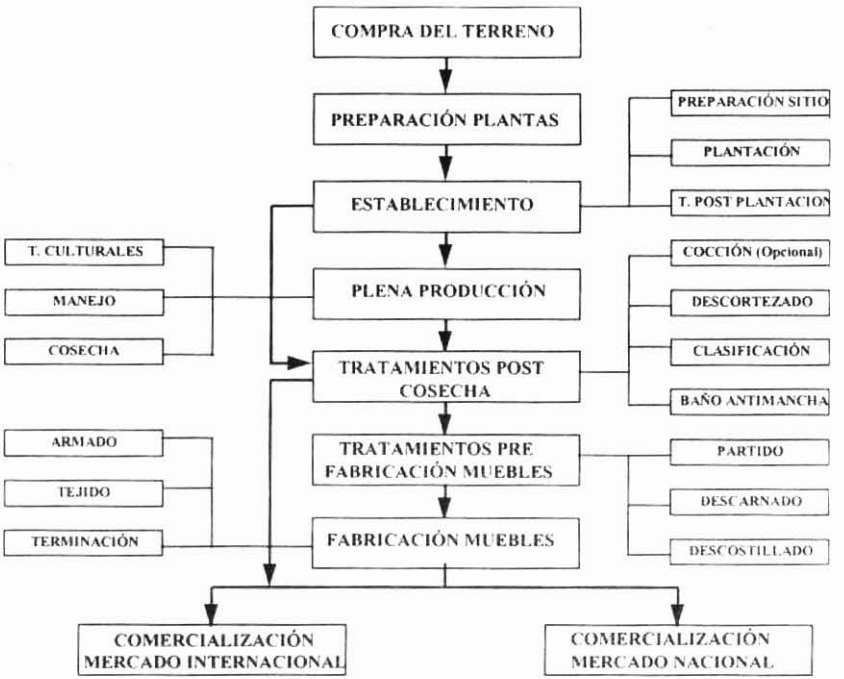
La clasificación del mimbre se realiza, según largos, diámetros y defectos (rectitud, manchas, hendiduras, etc.), condiciones especificadas en la Norma Chilena 2039 of.1998. (ficha técnica 3).

En la industria local, los artesanos para tejer los productos deben transformar las varillas en huiras. El proceso de fabricación de las huiras consiste en un partido y descarnado en seco y un descostillado en húmedo. En el primer caso la vara es partida en su extremo

con un cuchillo y luego con una cuña de madera es dividida en 3 ó 4 varillas semi-cónicas. La médula de estas varillas es extraida con una "descarnadora" manual o eléctrica. Sin la médula, las huiras son introducidas en agua para aumentar su flexibilidad y posteriormente dimensionadas al ancho deseado mediante una herramienta manual (descostilladora).

Al momento de fabricar un mueble, lo primero que se realiza es la estructura, la que puede ser de madera, caña o fierro. Sobre la estructura se realiza un entramado con varas de mimbre delgadas para sostener el tejido, que es el proceso más lento en la fabricación, el que depende directamente del artesano. Finalmente el mueble se encola, y en algunos casos, se le aplica un sellador de madera y un barniz o pintura.

Figura 1. Diagrama de producción del mimbre en Chile



La industria local de muebles de mimbre se concentra en la comuna de Chimbarongo. La mayoría de los talleres trabajan con 5 a 10 personas. Se abastecen de materia prima que se comercializa en la zona. El proceso industrial en estos casos es de carácter artesanal muy rudimentario. Existen también empresas de mediana escala en la que trabajan 10 a 20 personas con una mayor especialización en el proceso productivo y con mayores

recursos tecnológicos, lo que les ha permitido levantar una producción en cantidad y calidad destinada a un mercado nacional de alto nivel, como también al mercado externo. Los logros en este caso han sido la organización de la producción (producción en serie), el desarrollo de nuevos productos, el mejoramiento de la calidad de éstos y la asociación con comercializadores (traders) y hombres de negocio del país y el exterior.

Competitividad de la oferta nacional

Una de las principales ventajas comparativas que presenta el cultivo del mimbre en Chile es su potencial de crecimiento, el que se extiende desde las regiones IV (Vicuña) hasta la XI (Aysén). Entre las ventajas competitivas destacan el hecho de que el cultivo permite aprovechar economías de escala de lo cual resulta un más bajo precio en comparación a los valores del ratán.

Es importante destacar que la época de cosecha del mimbre no coincide con la de otros cultivos agrícolas lo que implica que no exista competencia por mano de obra.

La competitividad puede incrementarse aún más a través de una mayor calificación de la mano de obra, mayor innovación de productos y a través del aseguramiento de la calidad en todo el proceso de producción, tanto de la materia prima como de los muebles.

OBJETIVOS

Determinar y analizar los principales aspectos que determinan las posibilidades de mercado que presenta el mimbre y sus manufacturas en el mercado doméstico y de exportación.

MATERIAL Y METODO

El mercado doméstico y de exportación para el mimbre y los muebles de mimbre se explora a través de la recopilación de información estadística y de mercado de INFOR, Cámara de Comercio de Chile, PROCHILE y Comunidad Económica Europea (CEE).

El mercado doméstico para los muebles de mimbre se explora y analiza a través de la realización de un estudio directo, encargado a la empresa de Investigación de Mercado, CORPA, el que tuvo por objetivo conocer la situación actual del mimbre, el parque de muebles de mimbre en los hogares de Santiago, Chile, y la percepción e imagen de los muebles de diversos materiales, entre ellos mimbre.

La Investigación de Mercado se llevó a cabo a través de un estudio cuantitativo, realizado a un grupo objetivo definido como "dueñas de casa", con edades entre 25 y 60 años de edad, pertenecientes a los grupos socioeconómicos alto (ABC1) y medio (C2), residentes en el Gran Santiago.

La muestra se compuso de 300 entrevistas distribuidas equitativamente entre los grupos alto y medio. La selección de la muestra se realizó mediante un procedimiento aleatorio probabilístico polietápico, comprendiendo un sorteo aleatorio de comunas, manzanas y hogares con las características del universo definido.

El método de recolección de la información consistió en entrevistas personales apoyadas en un cuestionario estructurado, las cuales fueron realizadas entre junio y julio de 1997.

RESULTADOS Y DISCUSION

Demanda de mimbre en el mercado doméstico

Según la información recopilada y estimaciones de los autores[1], en el país se producen anualmente cerca de 4.000 toneladas de mimbre seco, exportándose un equivalente al 20 % de esta cifra (cuadro 1), destinándose a la industria local un 65 % de la producción, es decir aproximadamente 2.600 toneladas (un 15 % se pierde por descalificación). A valor de mercado (equivalente a US$ 1/ kg), las ventas de este material en el país reportan actualmente US$ 2,6 millones anuales.

El incremento de la demanda de mimbre en los próximos años dependerá del desarrollo que alcance la industria local, estimándose que un 18% a 22% del valor de la producción industrial de muebles de mimbre, corresponde al valor de esta materia prima.

Demanda internacional

Las exportaciones chilenas de mimbre en los últimos años han mantenido un nivel cercano a las 800 toneladas secas anuales, generando divisas cercanas a los US$ 600 mil (cuadro 1), sustentadas en la producción de prácticamente cuatro productores nacionales. Los principales países a los que se exporta esta materia prima se encuentran en Sudamérica, destacando Argentina, Venezuela, Brasil y Paraguay. En Europa, España es el principal comprador, capturando en 1999 un 30 % del total de los envíos al exterior, siguiendo muy de cerca a Argentina (cuadro 2).

---

1 Considerando un rendimiento promedio de 18 t secas/ha, y una superficie plantada de 225 hectáreas (en la principal zona de producción, Chimbarongo).

Cuadro 1. Exportaciones de mimbre en bruto 1996-2000

Año	Volumen (t)	Valor (miles US$ FOB)
1996	850,3	696,2
1997	942,0	803,8
1998	811,1	607,5
1999	796,6	624,9
2000*	537,1	388,7

* *Enero-Junio*
Fuente: INFOR

Cuadro 2. Exportaciones de mimbre en bruto (toneladas) según destino 1996-2000

País	1996	1997	1998	1999	2000*
Argentina	75,6	137,6	200,55	260,0	190,5
Bolivia	2,2	7,2	15,1	7,4	12,5
Brasil	173,3	196,3	134,15	56,4	127,5
Espana	336,3	310,0	272,22	244,0	134,8
Paraguay	101,7	76,3	111,0	95,9,0	68,5
Peru	1,2	5,1	3,22	1,5	3,2
Portugal	83,5			59,2	
Venezuela	76,5	209,7	74,86	72,2	
Total	**850,3**	**942,0**	**811,1**	**796,6**	**537,1**

* *Enero-Junio*
Fuente: INFOR

La demanda de mimbre chileno desde el exterior mantendrá la tendencia histórica, a menos que experimente un quiebre positivo dado por:

a) El incremento de la demanda de países que compran mimbre en bruto o ratán para su producción industrial de muebles, tales como España, Francia, Italia y Alemania. Esta posibilidad dependerá del conocimiento que se tenga del mimbre en estos países y de su competitividad frente al ratán y al mimbre cultivado en Europa del Este y China. Según estadísticas de la CEE, esta región importó en 1995 US$ 28 millones entre mimbre y ratán, de los cuales a Alemania le correspondió US$ 8 millones, a Italia US$ 5 millones, a Francia US$ 4 millones y a España US$ 3,5 millones, siendo los principales países proveedores Singapur, Malasia y China (US$ 5,7 millones en ratán) y Polonia y Hungría (US$ 7,6 millones en mimbre).

b) La sustitución del ratán por mimbre en algunos países asiáticos con problemas de abastecimiento, posibilidad que dependerá de las barreras al comercio internacional de ratán en bruto impuestas en aquellos países proveedores y, del agotamiento de las fuentes naturales en algunos de los centros industriales de la región (caso actualmente de Tailandia).

Demanda por muebles de mimbre en el mercado doméstico

La investigación de mercado, sobre la muestra de 300 hogares de Santiago de los grupos socioeconómicos más altos (GSE: ABC1 y C2), señala que actualmente los muebles de mimbre se encuentran en un 36 % de estos hogares y en un 64 % de los hogares que estos grupos poseen en la playa o en el campo (según este estudio un 36 % de estos GSE posee segunda casa), no existiendo diferencias significativas entre hogares por grupos socioeconómicos, por lo cual los resultados se analizan para el conjunto de hogares muestreados (300).

En la casa de Santiago, los principales ambientes donde se encuentran los muebles de mimbre son: terraza o patio (25 %) y sala de estar (20 %), correspondiendo éstos principalmente a 1 sofá de dos o tres cuerpos y dos sillones (cuadro 3).

Cuadro 3. Muebles de mimbre en los hogares de Santiago

Muebles de Mimbre	Total (300) (%)	Ambientes/ Habitaciones	Total (%)
Si tienen muebles de mimbre	36	Terraza/ patio	25
No tienen muebles de mimbre	64	Sala estar/ tv/ juego	20
		Dormitorio hijos	20
		Living	12
		Otros	23

En la "segunda casa" (campo o playa) los muebles de mimbre se encuentran principalmente en la terraza y patio (37 %) y en el living (34 %). En general, los muebles de mimbre tienen mayor ponderación en los espacios interiores de la "segunda casa" que en la casa de Santiago.

Cuadro 4. Muebles de mimbre en los hogares de fuera de Santiago

Muebles de mimbre	Total (108) (%)	Ambientes/ Habitaciones	Total (%)
Si tienen muebles de mimbre	64	Terraza/ patio	37
No tienen muebles de mimbre	36	Living	34
		Comedor	9
		Dormitorio principal	8
		Otros	12

Entre las razones por las que estos grupos señalan tener muebles de mimbre es porque son más económicos respecto a muebles de otros materiales (33 %), livianos y fáciles de transportar (31 %), acogedores (27 %) y decorativos (25 %).

Proyectando las cifras anteriores, que dan como resultado que un 36 % de los estratos ABC1 y C2 poseen muebles de mimbre en sus casas, 104 mil familias chilenas de nivel medio y alto poseerían este tipo de muebles en el país. Considerando la participación en que éstos se encuentran en la terraza (25 %) y en la sala de estar (20 %), el parque existente sería de aproximadamente 47 mil amoblados (un sofá de 2 cuerpos y dos sillones). De suponer que estos muebles se renuevan cada 7 años, la demanda anual para reponer este "parque" se calcula en 6 mil setecientas unidades, lo que da lugar a un requerimiento de materia prima de 240 toneladas anuales (se utilizan 36 kg de mimbre en cada amoblado) las que se obtienen de 13 ha (rendimiento promedio de 18 toneladas secas/ha).

Si se suma a lo anterior otra cantidad similar de amoblados (6.700) requeridos para la renovación (también cada 7 años) de los muebles de mimbre que se encuentran en las terrazas y living que los grupos ABC1 y C2 poseen en la casa de la playa o campo (66 mil viviendas en el país) la demanda por mimbre en bruto sería de otras 240 toneladas anuales (13 ha).

En términos económicos, la demanda por muebles de mimbre para satisfacer las necesidades de los grupos de altos ingresos del país tanto para la vivienda principal, como para la "segunda casa", representa anualmente US $ 6 millones (a un valor promedio, de US$ 450/amoblado).

En los grupos de menores ingresos (C3 y D) se estima que la cantidad anual demandada de muebles de mimbre, aunque de menor calidad y precio, reportaría otros US$ 3 millones anuales, equivalentes a una demanda de 600 toneladas anuales de mimbre en bruto (34 hectáreas). Sin embargo los artículos en estos casos serían mayoritariamente de menor envergadura (baúles, estantes, y piezas individuales) y la demanda estaría más fragmentada a lo largo del país.

La cestería y artículos ornamentales cierra la demanda actual de manufacturas de mimbre en el país, reportando cerca de US$ 1,7 millones de ventas anuales estimadas.

Las oportunidades que el mercado doméstico presenta para aumentar el crecimiento de la demanda, residen en cuatro aspectos fundamentales:

Sustituir las importaciones de muebles de ratán
Sustituir muebles de otros materiales que hoy lideran el mercado
Mantener la participación de mercado de los muebles de mimbre en las casas que cada año se incorporan (viviendas definitivas y segundas casas)
Lograr un posicionamiento en los grandes proyectos inmobiliarios vacacionales (hotel, resort, restaurant).

Sustitución de muebles de ratán: Se encuentran sustitutos de los muebles de mimbre, son los muebles de ratán, que a partir de 1994 se incorporan fuertemente al mercado nacional, y cuyas importaciones en 1998 alcanzaron los US$ 227 mil.

Sustitución de muebles de otros materiales: Los competidores tradicionales de los muebles de mimbre en ambientes de terraza/patio son los muebles de fierro (líder) y plástico, y en la sala de estar, la madera y la tela/felpa/cuero.

En la segunda casa, en el ambiente de terraza/patio, los muebles de mimbre y fierro son los líderes, mientras que en el living el mimbre comparte interés junto a la madera y la tela/felpa/cuero.

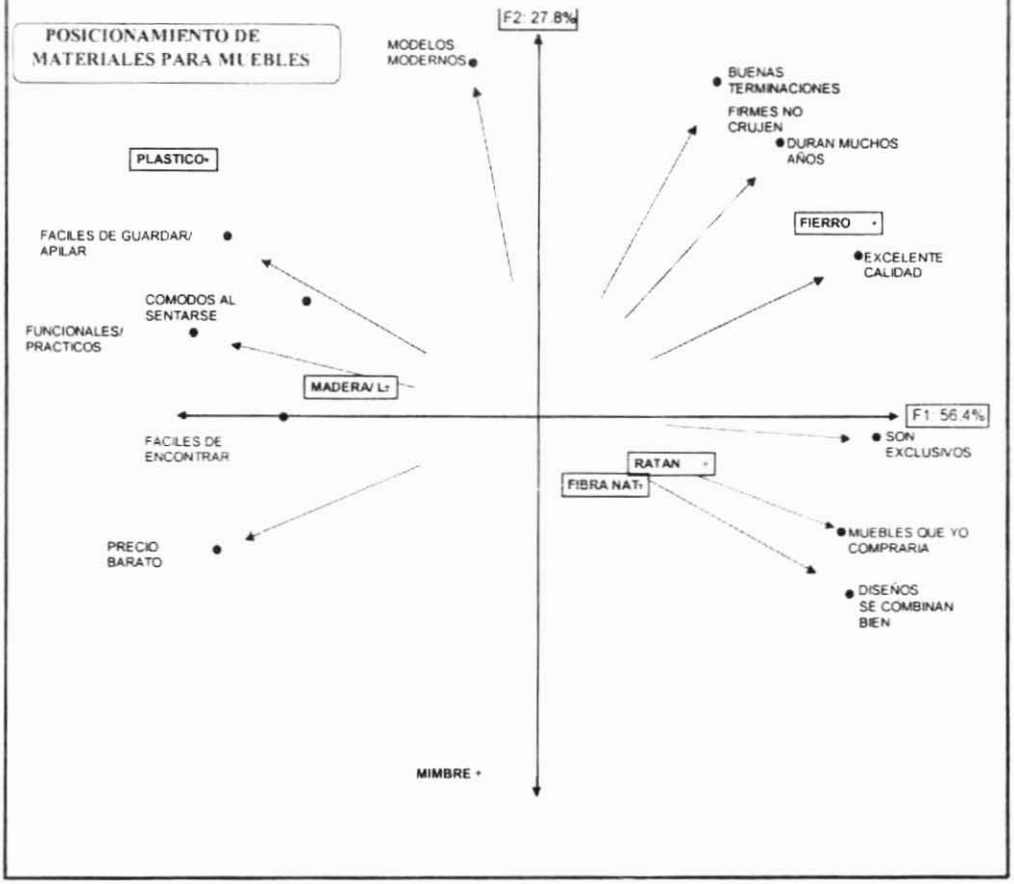
Los muebles de fierro y ratán tienden a posicionarse como muebles caros pero que cumplen mejor las expectativas de las dueñas de casa en cuanto a calidad, exclusividad, atractivos diseños aunque no modernos, que combinan bien con otros estilos, de buenas terminaciones, firmes y durables (figura 2). Materiales como el plástico y la madera con lona presentan una imagen más deficitaria (se posicionan alejados de estos atributos). Los muebles de mimbre se asocian con características como precio bajo, fáciles de encontrar, funcionales/prácticos, pero de poca durabilidad, poco firmes y modelos poco modernos y de malas terminaciones.

De lo anterior se deduce que un mejoramiento de los muebles de mimbre en sus atributos negativos posibilita una mayor participación en el mercado. Si esto se logra, se estima que los muebles de mimbre pueden sustituir en un plazo de 15 años, un 50 % de los muebles de fierro y ratán de terrazas y salas de estar en la casa principal, y del living y terraza de la "segunda casa". La tasa de sustitución anual (3 %), significaría una demanda de cerca de 6 mil quinientos amoblados para estos dos segmentos de mercado, que reportaría US$ 3 millones anuales.

Participación en el mercado de nuevas viviendas. Antecedentes de la Cámara Chilena de la Construcción (C.CH.C.) indican que en Chile cada año se construyen 30.000 nuevas viviendas para los segmentos de más altos ingresos del país y 3.000 "segundas casas" para este mismo grupo económico.

Para satisfacer el crecimiento de nuevas viviendas, de mantenerse la participación de mercado actual de los muebles de mimbre (36 % de los hogares) y la tasa de sustitución de muebles de otros materiales (3 %), se requerirían adicionalmente 6 mil amoblados equivalentes a US$ 2,7 millones.

Figura 2. Posicionamiento de los muebles de mimbre frente a sus sustitutos



Grandes proyectos inmobiliarios vacacionales. En Chile se encuentran en marcha grandes proyectos inmobiliarios vacacionales (resort, hoteles y departamentos de tiempo compartido), avaluados por la C.CH.C. en USD 4.000 millones; proyectos que contemplan cerca de 17.000 unidades (viviendas, habitaciones) en los próximos 3 años.

De satisfacerse la demanda que generarían estos nuevos proyectos y asumiendo la misma proporción en que hoy se usa el mimbre en las segundas casas (64 %) en ambientes tales como living y terrazas, se requerirían 7.200 amoblados que generarían ventas avaluadas en US$ 3,2 millones anuales.

Demanda internacional de muebles de mimbre

La exportación de muebles de mimbre actualmente es poco significativa, alcanzando sólo los US$ 16 mil en 1999, teniendo como destinos principalmente Latinoamérica (cuadro 5).

La posibilidad de exportar muebles chilenos a los mercados internacionales dependerá de las ventajas del país para competir en cada uno de ellos. Entre los factores competitivos, además de los costos de producción, está la cercanía a los mercados de destino. No obstante, son importantes los aranceles, costos de distribución y volúmenes de importación requeridos.

Cuadro 3. Exportación de muebles de mimbre según país de destino 1996-2000 (US$ FOB)

País	1996	1997	1998	1999	2000*
Argentina	23.092,0	4.101,0	305,0	5.682,1	
Bolivia			54,0		
Brasil	10.131,0	15.862,0	1.960,0	601,0	963,4
Canadá				1.868,0	
Cuba			10.817,0		
Ecuador			3.100,0		
España		4.446,0	17.079,0	35,0	5107,7
Francia	2.346,0				
Guatemala				5.785,0	
Italia	158,0				
Paraguay	2.580,0				
Perú	20.964,0	28.509,0	24.187,0	1.396,0	1.508,8
Sudáfrica	5.751,0				
USA	99,0	15,0	3.715,0		519,7
Uruguay			3.645,0	923,8	
Venezuela			750,0		
Total	**65.121,0**	**52.933,0**	**65.612,0**	**16.291,0**	**8.099,6**

* Enero-Junio
Fuente: INFOR

Aunque los muebles de mimbre chilenos pueden ser competitivos, basados en los menores costos de producción de la materia prima, es difícil en el corto plazo apuntar hacia mercados masivos donde la oferta asiática de muebles de ratán está posicionada. Por esta razón es preferible orientarse a mercados especializados, de menor volumen y donde los productos tienen un valor agregado por diseño y calidad. En este sentido, países como España, Francia, Inglaterra e Italia, donde se encuentran nichos especializados (Centros de jardín y decoración), representan una interesante perspectiva para comercializar productos más exclusivos.

El mercado norteamericano se presenta muy interesante, pero es difícil encontrar vías directas de comercialización. En la venta de muebles, Chile siempre ha llegado a través

de grandes comercializadoras, orientando su exportación hacia los volúmenes. En el rubro muebles de ratán y mimbre EE.UU. es un gran comprador (US$ 170 millones durante 1995), siendo el principal proveedor China, desde donde se importaron en 1995 US$ 65 millones, le siguen Filipinas con US$ 52 millones e Indonesia con US$ 41 millones.

Los altos volúmenes de compra de estos mercados abren posibilidades para la oferta chilena, lo que dependerá del cumplimiento de los estándares exigidos y de realizar importantes esfuerzos de mercadotécnica para la captura de clientes.

CONCLUSIONES

Las oportunidades de mercado para el mimbre chileno se basan en satisfacer las demandas de materia prima y de muebles de mimbre, en Chile y en el exterior.

Aunque existen oportunidades para el cultivo e industrialización del mimbre en Chile, ello pasa por mejorar la competitividad de los productos, de manera de insertarse y crecer en los mercados más promisorios. Para ello es necesario en el caso del cultivo:

Lograr mayores rendimientos
Mejorar las características de la materia prima para satisfacer las necesidades de la industria (largo, diámetro, ausencia de defectos)
Lograr desarrollos tecnológicos en el establecimiento, cosecha y post-cosecha del cultivo.
Aprovechar óptimamente el suelo y clima del país en la producción de *Salix*.
Mejorar la fitosanidad del cultivo.

Las necesidades en el rubro de las manufacturas se orientan a:

Mejorar los procesos tecnológicos para hacer más eficiente la producción
Fortalecer la gestión empresarial
Capacitar mano de obra para asegurar de la calidad en todo el proceso
Mejorar las condiciones de trabajo para optimizar la productividad laboral
Desarrollar nuevos productos, diseños y terminaciones; atributos valorados por el mercado nacional e internacional.

En cuanto a las estrategias comerciales a abordar se requiere:

Desarrollar aspectos de publicidad y promoción, que permitan posicionar tanto la materia prima como los muebles de mimbre chilenos en los mercados externos, demostrando claramente las ventajas que éstos poseen sobre los principales sustitutos.

BIBLIOGRAFIA

INFOR., 1998. Mimbre. Wicker. Chile: De la Producción al Consumo. Santiago, Chile. 83 p.

GREZ, I.; SERRA, M.; VITA, A., 1992. Obtención de Antecedentes Básicos para el Estudio de la Silvicultura del Mimbre (*Salix viminalis*). Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Depto de Silvicultura. Informe Técnico. 82 p.

EVALUACION DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCION DE MIMBRE

Se evalúan dos alternativas productivas:

a) Plantación de mimbre para venta de mimbre en bruto (verde) y clasificado.
b) Plantación de mimbre, más planta procesadora para venta de mimbre cocido, seco y clasificado para exportación.

Se utiliza tecnología intensiva en el cultivo, lo que incluye una adecuada preparación del terreno, efectivo control de malezas, riegos regulares, controles fitosanitarios periódicos y fertilización anual para recuperar los niveles de fertilidad iniciales.

Se considera rendimientos de cosecha en un escenario medio, de acuerdo a los resultados obtenidos en la mejor localidad del país, Chimbarongo. Los rendimientos pueden incrementarse, si la plantación recibe los cuidados requeridos.

Se utiliza tecnología intensiva en el procesamiento del mimbre, lo que incluye la cocción de éste y un descortezado de tipo mecánico.

Se considera la utilización de capital propio, realizando la inversión total en el año 0, lo que incluye compra del terreno para el cultivo, para la instalación de la planta procesadora, edificaciones y equipos.

Todos los valores son en moneda nacional, pesos chilenos de diciembre del 2000.

Los antecedentes presentados son referenciales.

SUPUESTOS DE LA EVALUACION

Antecedentes generales				
Distanciamiento de la plantación (m)	0,5 x 0,5			
Superficie por planta (m^2)	0,25			
Número de plantas por hectárea	40.000			
Vida útil de la cepa (años)	25			
Rendimientos de cosecha				
	Año 1	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4-25**
Rendimiento medio de cosecha (metros[1]/ha)	200	500	800	1.000
Rendimiento medio de cosecha (kg seco/ha)	5.000	12.500	20.000	25.000
Peso de 1 m de mimbre seco (kg)	25			
Peso de 1 m de mimbre verde (kg), aprox.	50			
Productos				
Mimbre verde clasificado				
Mimbre cocido, descortezado y clasificado				

1 El metro (m) equivale a un atado de mimbre de 1 metro de perímetro, medido en la base.

Costos del cultivo ($/ha)	
Terreno	**5.000.000**
Costos de plantación	
Control de malezas preplantación	29.583
Preparación del suelo	60.000
Compra de material (40.000 estacas)	356.000
Plantación	72.000
Transporte de plantas	15.000
Transporte de trabajadores	15.000
Total	**547.583**
Costos de cuidados posteriores (anuales)	
Control de malezas postplantación	15.083
Fertilización	103.000
Riegos	235.000
Controles fitosanitarios	23.083
Total	**376.167**
Replante (4% de las plantas)	**19.240**
Costos generales ($/ha/año)	
Asesorías	60.000
Administración	240.000
Total	**300.000**

Costos de procesamiento ($), (base=15 ha)			
Infraestructura	**Unidades**	**Valor Unitario ($)**	**Total ($)**
Terreno para planta procesadora (m^2)	1000	5.000.000	5.000.000
Galpón (m^2)	500	20.000	10.000.000
Bodega (m^2)	400	15.000	6.000.000
Oficina administrativa equipada (m^2)	35	8.000	2.800.000
Mesones para clasificación	10	15.000	150.000
Total			**23.950.000**
Transporte			
Tractor	1		5.000.000
Colosos	2		3.000.000
Maquinaria/Equipos			
Maquinas descortezadoras 2HP	15	500.000	7.500.000
Horno de cocción	1		1.500.000
Herramientas manuales			500.000
Tina p/baño antimancha	1		50.000
Total			**9.550.000**
Repuestos ($/año)			**60.000**
Procesamiento ($/kg)			
Clasificación	16		
Cocido	52		
Descortezado mecánico	100		
Baño antimanchas	63		
Secado natural	50		
Total	**281**		

Gastos personal administrativo ($/año)			
Administrador	1	650.000	7.800.000
Contabilidad	1	180.000	2.160.000
Secretaria	1	250.000	3.000.000
Jefe planta (1/2 año)	1	350.000	2.100.000
Bodeguero (1/2 año)	1	140.000	840.000
Total			**15.900.000**

Precio del producto

	($/metro)	(kg/metro)	($/kg)
Mimbre verde	2.000	25	80
Mimbre cocido descortezado y clasificado	7.000	15	467

Rentabilidad cultivo del mimbre

Producto: Venta de mimbre verde y clasificado

VAN (8%) ($/ha)	328.403
TIR	8,4%
IVAN ($)	0,05
PRC (años)	12

Producto: Venta de mimbre cocido seco y clasificado
Base= 15 ha

VAN (8%) ($)	209.980.441
TIR	20%
IVAN ($)	1,73
PRC (años)	6

FICHA TECNICA

EL DISEÑO COMO VARIABLE COMPETITIVA EN LA INDUSTRIA DEL MIMBRE

Ramiro Gutiérrez[1] y Marta Abalos R.[2]

1 Arquitecto, Product Manager, Oficina de Promoción de Exportaciones de Chile;
2 Ing. Forestal Subgerencia de Tecnologías Silvícolas, Instituto Forestal, INFOR, Chile.

RESUMEN

Aspecto sustancial del desarrollo de la industria del sauce-mimbre en Chile, es el mejoramiento de la calidad de los productos.

En ese contexto surge la necesidad de innovar en nuevos productos, de alto valor agregado, en concordancia con las tendencias de uso, diseño y formas de habitar del nuevo siglo. Dicho desafío es enfrentado trabajando en conjunto con diseñadores, empresarios del rubro mueble-madera y/o fierro, fabricantes de productos de mimbre y CATAS-CHILE, empresa certificadora de calidad de productos y procesos.

La experiencia y los prototipos desarrollados en este trabajo conjunto, son presentados en este estudio, relevando su participación en el evento "I Salón de las Nuevas Tendencias del Mimbre" organizado por INFOR y PROCHILE, realizado entre el 16 y el 20 de diciembre de 1999, en Santiago de Chile.

INTRODUCCION

La industria de los muebles, en la que se incluye los de mimbre, ha experimentado una fuerte evolución en los últimos años, debido a la velocidad de los cambios del entorno en el que se desenvuelven sus actividades.

La economía mundial se ha liberalizado sustancialmente en las últimas décadas, las distancias geográficas y culturales se han reducido, la logística y las infraestructuras, entre otros, han permitido que las empresas amplien sus mercados geográficos, tanto para el destino de los productos como para sus aprovisionamientos. No se compite ya con los vecinos más cercanos, con los cuales se comparten similitudes productivas y comerciales, sino que con competidores de otras áreas geográficas que cuentan con redes más complejas de comercialización y producciones a una escala mayor.

Por otro lado, los clientes son cada día más exigentes en calidad y poseen un amplio abanico de productos donde elegir. Ante estos escenarios se requieren cambios sustanciales tanto productivos como de comercialización.

El diseño como diferenciación competitiva

Para mejorar la comercialización de los productos, una herramienta importante es la diferenciación, la cual tiene por objetivo establecer ventajas competitivas para diferenciar un producto del de la competencia. Dichas diferencias incrementan el valor agregado

ante los consumidores, los que por lo tanto estarán dispuestos a pagar más, por el mayor valor agregado o "utilidad"que entrega dicho producto.

Una forma de lograr la diferenciación es a través de modificaciones en los atributos del producto (color, tamaño, formas, texturas, otros) o a través de mejorías en la funcionalidad (comodidad, utilidad, terminaciones), durabilidad, calidad y estilo, entre otros.

Todos los aspectos anteriores son elementos del diseño, los cuales precisamente deberán ser analizados, evaluados e incorporados en el producto para satisfacer las necesidades del mercado objetivo a los cuales van dirigidos, puesto que valoran dichos aspectos y están dispuesto a pagar por ellos.

No obstante lo anterior, cuando se habla comúnmente de "muebles de diseño" se tiende a pensar en productos de alto costo, exclusividad y de cualidades más bien estéticas que funcionales. El verdadero diseño, sin embargo, es el resultado de la aplicación de I+D (Investigación y Desarrollo), para satisfacer las necesidades de un nicho de mercado determinado, y con ello, ingresos y utilidades favorables para la empresa. Lo anterior quiere decir, que el producto ha de ser pensado desde y para el mercado.

De lo anterior y dada la situación actual de la industria de muebles de mimbre en Chile se deduce la necesidad de abordar, entre otros, los siguientes aspectos:

Desarrollar productos que estimulen el deseo adquisitivo, marcando una diferencia con la competencia.
Agilizar la producción, adecuándola a las tendencias.
Mejorar la productividad , la calidad y determinar precios en función del mercado, y por último,
Incrementar el valor agregado. Mientras más alto el valor agregado, más alta la competitividad y el margen de utilidad.

El diseño no es un elemento exógeno a la empresa sino que forma parte de un circuito continuo del proceso investigación, planificación, fabricación y comercialización.

La cooperación estratégica

En Chile el modelo tradicionalmente utilizado por la mayoría de las fábricas de muebles es la integración vertical. La empresa define el producto, lo produce y luego lo comercializa. Esta forma de operar tiene su ventaja principal en el dominio que ejerce la empresa en toda la cadena de producción y comercialización. Sin embargo esta ampliación y especialización de la gestión productiva y comercial no siempre es posible de abordar por una sola empresa, pues requiere de un despliegue de recursos técnicos y económicos

que las empresas pequeñas no están en condiciones de afrontar. La cooperación estratégica entre dos o más empresas es una alternativa válida si se tiene como objetivo llegar a acuerdos que contribuyan a aumentar las ventajas competitivas y superar debilidades.

El sistema de redes de proveedores o "clusters" ha sido aplicado exitosamente en países industrializados, siendo sus mayores beneficiarios las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), que por su condición requieren de tales alianzas para lograr economías de escala en sus compras, ventas e I+D, y bajo el cual también puede suscribirse el diseño.

OBJETIVOS

Llevar a cabo una experiencia orientada al aumento del valor agregado y competitividad de los muebles de mimbre chilenos, a través de la integración productiva de empresas del rubro mimbre, madera/fierro y diseñadores, demostrando las ventajas de esta integración en la especialización productiva.

METODOLOGIA

Formación de grupos de trabajo

Para el logro de los objetivos se establecieron grupos de trabajo, compuestos por: estudiante(s) de diseño industrial y/o mobiliario, bajo la responsabilidad formal de una universidad, instituto o centro de formación técnica, fabricantes o artesanos de productos de mimbre y empresas industriales, proveedora de la estructura de soporte de los muebles a diseñar.

Fue considerada como "participante complementario" la empresa de certificación de calidad CATAS-CHILE, que integró cada grupo en las etapas finales del proyecto.

Sobre la base de lo anterior se conformaron 4 grupos, compuestos por:

Grupo 1

Escuela de Diseño de la Universidad Diego Portales
Muebles Viena: Empresa del rubro muebles-madera
Consorcio Río Baker: Unidad comercializadora de productos forestales
Mimbres-Chile Ltda.: Empresa productora y exportadora de materia prima y muebles de mimbre

Grupo 2

Escuela de Diseño DUOC-Universidad Católica de Chile.
Formadera: Empresa del rubro muebles- madera laminada
Homegarden: Empresa del rubro mueble-madera
Ambientes "A": Fabricante de muebles de mimbre

Grupo 3

Instituto de Diseño INACAP
Chimbandes: Empresa fabricantes de muebles de mimbre
Multi-Metall: Empresa del rubro muebles-fierro
Agromin S.A: Empresa productora y exportadora de materia prima y muebles de mimbre

Grupo 4

Escuela de Diseño de la Universidad del Bío-Bío
CATEM: Centro de Alta Tecnología en Madera, dedicada al rubro muebles-madera
Artesanía en mimbre Omar Mena: Fabricante de muebles de mimbre

El encargo realizado a los diferentes grupos consistió en:

Diseñar una colección o línea de muebles para el hogar en que se utilizara de manera sustantiva el mimbre como manto o tejido.
Construir a escala real al menos un prototipo de la colección

Se señaló que los prototipos deberían ser factibles de fabricar industrialmente y viables desde el punto de vista comercial; se dio libertad para utilizar distintos materiales en combinación con mimbre (madera, metal, plástico, etc.).

Basado en el encargo señalado, los requisitos básicos exigidos a cada participante de grupo fueron:

Fabricantes o artesanos del mimbre

Aportar la materia prima para el de desarrollo del o los prototipos
Realizar el tejido /manto de los productos.
Participar activamente en el proyecto.

Empresa industrial

Aportar los componentes y otros elementos para la fabricación de la estructura de soporte, según los requerimientos de diseño.
Fabricar el o los prototipo(s) de soporte diseñado(s).
Participar activamente en el proyecto.

Diseñadores

Generar diseños de prototipo(s).
Documentar los diseños de prototipo(s).
Participar activamente en el proyecto.

Cada uno de los grupos conformados debió cumplir con los requerimientos y las fechas establecidas para las entregas parciales y finales definidas y especificadas en el documento "etapas del proyecto". Dichas etapas correspondieron a:

Etapas del encargo

Se contemplaron tres entregas durante el período de desarrollo del proyecto, cada una de ellas con requerimientos específicos:

Primera entrega. Fundamentos de diseño: El equipo de diseñadores, bajo la coordinación de las instituciones a las que pertenecían, luego de visitas a terreno (industria y artesanos) debió entregar la documentación necesaria para identificar y fundamentar los aspectos centrales de la propuesta de diseño, así como los pasos o metodología a llevar a cabo. Entre estos:

Identificar y proponer el uso del mimbre en directa relación con la estructura de soporte (señalando aspectos estéticos y constructivos).
Definir tipológicamente el producto (en relación con el mercado).
Dar cuenta de la metodología y etapas a cumplir.
Definir la colección y/o línea de productos a la que pertenecería el prototipo.
Elaborar dibujos y bosquejos que permitieran una primera aproximación al diseño del prototipo.

Segunda entrega. Prototipo para prueba y ajuste: Luego de cumplida la primera etapa el grupo dispuso de 24 días hábiles para el desarrollo del o lo (s) prototipo (s), con un grado de terminación que permitiera la realización de una prueba de resistencia (control de calidad) por parte de CATAS-CHILE.

Tercera entrega. Prototipos finales y documentación: En esta etapa se hizo entrega del prototipo a escala real, cumpliendo los requerimientos y ajustes al diseño indicados en las etapas anteriores, con la consiguiente documentación de respaldo:

Plano triple proyección (planta, elevación y perfil), lámina 50x70 cm.
Cortes y detalles constructivos, lámina 50x70 cm. Con especial enfoque al uso del mimbre como tejido y conectores.
Rendering (presentación del producto en perspectiva), lámina 50x70 cm.
Lámina 50x70 cm, visualizando ambiente o lugar físico en el cual se utilizaría la colección o línea de muebles.
Documento con fundamentos del diseño del producto.
Certificado de calidad.
Documento dando cuenta del proceso de desarrollo del producto.
Lámina, indicando para cada prototipo, nombre del diseñador, universidad o centro de formación técnica, empresa ejecutora del prototipo (nombre, logo), fabricante o artesano.

Requerimientos expositivos

El proyecto tuvo su etapa final cuando los grupos expusieron los prototipos, en el "I Salón Nuevas Tendencias del Mimbre" organizado por INFOR y PROCHILE y llevado a cabo entre el 16 y 20 de diciembre de 1999 en Santiago de Chile.

Para tales efectos, los grupos montaron su exposición, participando activamente durante el desarrollo del mismo.

Dado que el evento tuvo por finalidad difundir la experiencia, a objeto de que pueda ser replicada. Se contemplaron charlas, a cargo de los miembros del grupo (principalmente diseñadores), quienes dieron cuenta de la experiencia y respondieron las consultas de los visitantes.

RESULTADOS

El número de prototipos logrados fue de 30, como un total de los 4 grupos de trabajo. En las páginas siguientes se presenta un detalle de los mejores diseños logrados:



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)



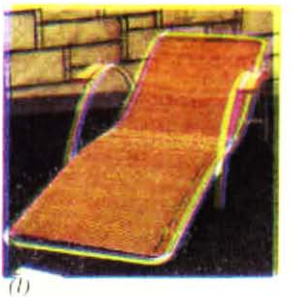
(i)



(j)

(a)Prototipo desarrollado por estudiantes de la Escuela de Diseño de la Universidad del Bío-Bío.
(b), (c), (d), (e) Prototipos desarrollados por estudiantes de la Escuela de Diseño del DUOC.
(f) Prototipo desarrollado por estudiantes de la Escuela de diseño de INACAP.
(j), (h) y (i) Prototipos desarrollados por estudiantes de la Escuela de Diseño del DUOC.


(k)


(l)


(m)


(n)


(ñ)


(o)


(p)


(q)


(r)


(s)

(k) Prototipos desarrollados por la Escuela de Diseño de la Universidad Diego Portales.
(l) Prototipos desarrollados por estudiantes de la Escuela de Diseño de INACAP.
(m), (n), (ñ), (o) Prototipos desarrollados por estudiantes de Diseño del DUOC.
(p) y (q) Vista general del "I Salón Nuevas Tendencias del Mimbre".
(r) y (s) Muestra de productos de mimbre de la empresa "Waak Design"

La observación de los prototipos expuestos en las figuras (a) a (o), permite distinguir dos tipos de productos. En uno de ellos, los diseñadores avanzan en el estudio de la materia prima como tal, desarrollando objetos que resaltan las características del material mimbre (figuras a, j, n). Otros optan por la mezcla de textura entre materiales mimbre-madera-fierro (figuras b, d, f, j, l, m, o), los cuales entregan un aporte importante como complementos estéticos en una gama de diferentes objetos.

Desde el punto de vista constructivo ambos tipos de productos se pueden clasificar en dos grandes familias:

Productos que utilizan el mimbre como elemento decorativo-no estructural. En estos productos el mimbre tiene una participación leve (elementos decorativos de productos), o bien forma parte como elemento independiente. Ejemplos de éstos son: la mesa de centro de David Reed de INACAP (figura j; estructura metal con cubiertas-bandeja intercalables de mimbre) y la reposera de Alejandro Remedi del DUOC (figura ñ; sillón de reposo en madera laminada, con revistero y apoya pies en mimbre).

Productos que utilizan el mimbre como elemento de soporte y forma. En estos productos el mimbre es el elemento central. Ejemplos de éstos son: el mueble "monturas" de Tomás Díaz del DUOC (figura m) y la lámpara pedestal de Ariel Farías del DUOC (figura c).

Desde el punto de vista de la tipología de los productos, los resultados demostraron una mayor propensión a la utilización del mimbre en sillas de distintos formatos, y en menor grado a planos estructurales en mesas de centro o comedor.

Todos los productos presentados, cumplieron con el objetivo programado de: conocer el material, explorar nuevas aplicaciones en mezcla con otros materiales y también innovar en formas. Sin embargo se demuestra un cierto apego a sustituir materiales como madera y plástico, por mimbre, en productos utilitarios de uso tradicional (mesas de centro y comedor y sillas de comedor, bar y reposo), es decir, no se evidencia una búsqueda de nuevas proyecciones, de acuerdo a las posibilidades constructivas y de diseño que ofrece el mimbre, dadas sus características de flexibilidad, longitud, color, torsión, y resistencia; es más, en la mayoría de los casos se utilizó el mimbre como elemento decorativo, de soporte o revestimiento.

Por otro lado, los diseños cumplen más con las expectativas de los propios diseñadores: estilo joven, informal, rapidez de uso y servicio, que con el mercado demandante de este tipo de productos. Lo anterior refleja que diseñan más para sí mismos, que para atender las necesidades, recursos, y deseos del mercado. En este sentido es importante

que las Escuelas de Diseño enfaticen en las necesidades de un mercado, que muchas veces, tendrá características distintas de aquellas de los diseñadores. El verdadero aporte de éstos estará en las mejoras de los atributos del producto (forma, funcionalidad, comodidad, y vida útil, entre otros), en la mayor eficiencia de utilización de los recursos, y por ende, en la mayor competitividad y aceptación por parte del mercado.

En cuanto a la constructibilidad de los productos, las principales limitaciones y problemas detectados en la realización de los proyectos fueron, principalmente, la falta de conectores (elementos de unión) que aportaran a la estética del prototipo, a la vez de unir o fijar las partes del mismo. Esto, dada la diversidad de materiales utilizados (mimbre-madera, mimbre-fierro) y las diferentes características de resistencia, flexibilidad y dureza de estos materiales. Tal hecho motivó que se diseñaran los conectores requeridos, utilizando elementos disponibles en el mercado.

Otro de los problemas detectados, y que aún persiste, es la solución para fijar los cabos de los extremos de las "huiras", una vez que ha concluido el tejido. En muchos casos, estos cabos terminan por soltarse deteriorando el producto y afectando su vida útil.

Finalmente, la experiencia refleja que la integración entre diseñadores, empresarios del rubro mueble/fierro y artesanos es un hecho factible que permite sinergias y además valida el que la especialización productiva y la cooperación estratégica entre empresas es la mejor alternativa para las PYMES, porque genera beneficios que por la vía de la integración vertical no serían posible, ya sea por costos, tiempo, conocimientos o experiencia.

CONCLUSIONES

Más allá de los resultados obtenidos en cuanto a tipo y número de prototipos, la experiencia permitió establecer un debate sobre el mimbre y sus aplicaciones, el cual fue enriquecido por las diferentes visiones de los participantes: la visón estética y funcional de los diseñadores, la estructural y de costos de los industriales del rubro muebles y, la visión de los propios artesanos del mimbre que conocen el material y sus formas de uso.

La experiencia abrió un camino para los jóvenes diseñadores y también fortaleció el conocimiento de los industriales y artesanos sobre el rol del diseño en la diferenciación de los productos para su mayor competitividad en los mercados.

La intención de la experiencia fue incorporar en la cultura de los diseñadores, artesanos e industriales el mimbre como material, desarrollar nuevas propuestas y usos del mismo, conseguir una integración entre diseñadores, artesanos e industriales y finalmente llevar al mimbre a otros niveles de expresión, para abrir nuevas posibilidades comerciales.

La familia de productos logrados, es un punto de partida para esto. Se requiere aplicar mayores esfuerzos de diseño y constructibilidad para desarrollar productos industriales comerciales. Después de esto sólo el tiempo y el mercado definirán el éxito y trascendencia de los muebles de mimbre chilenos.

CERTIFICACION DEL MANEJO FORESTAL Y CADENA DE CUSTODIA DE PLANTACIONES DE SAUCE-MIMBRE

Carlos Leal T.[1], Marta Abalos R.[2]

1 Ing. Forestal, Representante del Programa SMARTWOOD para Chile, 2 Ing. Forestal, Director del Proyecto "Desarrollo Integral del Cultivo y la Industrialización del sauce-mimbre", del Instituto Forestal, INFOR, Chile.

RESUMEN

El presente documento entrega los resultados de la certificación forestal del manejo de plantaciones de sauce-mimbre, realizada a cuatro de los principales productores de esta materia prima en el país, quienes concentran el 46% de la superficie total plantada (110 ha) y que se ubican en la comuna de Chimbarongo, VI Región, Chile.

El proceso de certificación se realizó siguiendo los Principios y Criterios del Consejo Mundial de Manejo Forestal/Forest Stewardship Council (FSC), en el marco del Convenio de Colaboración establecido entre el Instituto Forestal (INFOR) y Rainforest Alliance/SMARTWOOD, en el contexto de los proyectos "Desarrollo Integral del Cultivo y la Industrialización del Sauce-mimbre" de INFOR y el proyecto "Manejo, Mercadeo y Certificación de Productos Forestales no Madereros (PFNM)" de Rainforest Alliance/SMARTWOOD.

La realización de esta evaluación permitió a INFOR disponer de información para la formulación de un Protocolo de Manejo para plantaciones de sauce-mimbre, que incorpora y mejora aspectos productivos, sociales y ambientales del manejo tradicional de estas plantaciones, en conformidad a la norma de certificación aplicada. Para SMARTWOOD esta evaluación significó desarrollar una prueba de campo de la Norma Genérica para Evaluación del Manejo de Productos Forestales no Madereros (PFNM).

Para los productores, la certificación FSC y su sello internacional, constituye un Valor Agregado, que facilitará la competitividad y permanencia en los mercados, preferentemente externos.

INTRODUCCION

La certificación forestal es un proceso internacional en rápida evolución, que alcanzará en el corto plazo gran parte de la gestión de bosques en el mundo, incluído Chile. Por este motivo, se requiere actuar proactivamente a través de la difusión del conocimiento acerca del proceso, la aplicabilidad y utilidad del sistema, el impacto sobre el mejoramiento del manejo de los recursos forestales y el acceso a los mercados.

El Forest Stewardship Council/Consejo Mundial de Manejo Forestal, FSC, es el organismo de mayor reconocimiento y aceptación en el ámbito de la certificación de productos forestales a nivel internacional. Su misión es fomentar el manejo ambientalmente apropiado, socialmente benéfico y económicamente viable de los bosques del mundo, a través del cumplimiento de una Norma General, sustentada en Principios y Criterios de manejo forestal, cuya aplicación en terreno es evaluada y monitoreada por organismos certificadores independientes, debidamente acreditados.

La certificación FSC, garantiza a los consumidores el manejo sustentable de los bosques. Los productos certificados provenientes de los bosques y cadena de custodia (flujo de productos del bosque a la industria) pueden ser etiquetados y promovidos con el sello FSC, de amplio reconocimiento, especialmente en Europa y Norteamérica.

SMARTWOOD es un organismo certificador acreditado por el FSC para realizar certificaciones que conlleven al otorgamiento del sello o marca FSC. Fundado en 1989 por Rainforest Alliance, es el certificador más antiguo y de mayor cobertura a nivel internacional, con actividades en más de 20 países, las cuales son desarrolladas por medio de una red de representantes en América, Europa y Asia.

OBJETIVOS

Realizar una certificación FSC, de las plantaciones de sauce-mimbre de cuatro de los principales productores de Chile; validando al mismo tiempo, las Normas Genéricas para PFNM desarrolladas por SMARTWOOD e incorporando los resultados de la evaluación en la formulación de un Protocolo para el Manejo Sustentable de las plantaciones sauce-mimbre chilenas.

MATERIAL Y METODO

La superficie de plantaciones de mimbre evaluadas fue de 109,1 hectáreas localizadas en Chimbarongo (IV Región, Chile), de propiedad de 4 de los mayores productores del país, los que han desarrollado e industrializado el cultivo de la especie sobre la base de una tradición familiar, mostrando un fuerte énfasis en la comercialización hacia mercados de exportación. Los antecedentes de estas plantaciones se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Plantaciones de mimbre evaluadas

Nombre productor	Superficie plantación mimbre (ha)	Localidad	Actividad
Osvaldo Sandoval Zuñiga	43,6	Chimbarongo	Producción y procesamiento del mimbre
Jaime Sandoval Zuñiga	38,0	Chimbarongo	Producción y procesamiento del mimbre
Osvaldo Sandoval Inzunza	16,5	Chimbarongo	Producción de mimbre
Jaime Sandoval Gomez	11,0	Chimbarongo	Producción y procesamiento del mimbre
Total	**109,1**		

El proceso de certificación de las plantaciones de sauce-mimbre fue efectuado entre junio de 1999 y febrero del año siguiente.

El período anterior coincide con un ciclo anual de cultivo del mimbre, que abarca desde el receso vegetativo en invierno, época en que se realiza la cosecha, pasando por el de regeneración en primavera, llegando al término del crecimiento, a fines de verano y principios de otoño.

La metodología de trabajo contempló las siguientes fases:

Junio 99	Formulación y formalización de la propuesta.
Julio 99	Preparación y realización del Scoping o Evaluación Preliminar.
Agosto a Diciembre 99	Evaluación de campo del manejo de las plantaciones de Sauce-mimbre y Cadena de Custodia. Adaptación de la norma para PFNM, de Estructuras Vegetativas. Elaboración de Informe.
Enero a Abril 2000	Revisión y aprobación de informe por SMARTWOOD, USA. Decisión de certificación.

El equipo evaluador estuvo formado por:
Carlos Leal Tello, Ingeniero Forestal, experto en Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y en certificación forestal, bajo procedimientos y metodologías del Forest Stewardship Council, FSC y, representante de SMARTWOOD-Chile.

Patricio Parra Contreras, Ingeniero Agrónomo, consultor, especialista en agroecología, fitotecnia y en certificación orgánica.

Marta Abalos Romero, Ingeniero Forestal, especialista en silvicultura y producción de sauce-mimbre; Director del proyecto "Desarrollo Integral del Cultivo e Industrialización del Sauce-mimbre" del Instituto Forestal, INFOR, Chile.

Abraham Guillen, contraparte técnica de SMARTWOOD USA y Director del proyecto "Manejo, Mercadeo y Certificación de Productos Forestales No Madereros (PFNM)" de Rainforest Alliance/SMARTWOOD.

Scoping o Evaluación Preliminar

El *Scoping* o Evaluación Preliminar es un estudio que antecede al proceso de certificación, proporcionando de manera rápida, específica y de bajo costo información para determinar la viabilidad de llevar a cabo el proceso de certificación completa.

Para el scoping, fue utilizada la Norma Genérica de SMARTWOOD, basada en 8 categorías relativas al manejo y al control del flujo de material certificado (cuadro 2).

Cuadro 2. Categorías de la Norma Genérica SMARTWOOD

1. Compromiso con los Principios del FSC y Requisitos Legales del País
El manejo forestal deberá cumplir con los Principios y Criterios del FSC y con las leyes nacionales, los tratados y acuerdos internacionales de los que el país es signatario y que regulan la actividad forestal.

2. Tenencia de la Tierra y Derechos y Responsabilidades de Uso
El candidato debe poseer y presentar la documentación necesaria, por medio de la cual pueda acreditar la propiedad y/o derecho sobre la tierra y a la vez demostrar un compromiso concreto para dedicarla al uso forestal en el largo plazo.

3. Planificación y Monitoreo de Manejo Forestal
Un plan de manejo apropiado a la escala e intensidad de las operaciones y adecuado a las condiciones del sitio y el recurso deberá estar escrito, aplicado y actualizado. Los objetivos de manejo a largo plazo y los medios dispuestos para el logro de ellos deberán ser planteados explícitamente. Deberá incluir en forma explícita, un sistema de monitoreo de las operaciones de manejo forestal, que permita controlar los resultados o efectos de las intervenciones.

4. Prácticas de Manejo Forestal
Las prácticas de manejo forestal deben prevenir y/o reducir los impactos negativos de las actividades silvícolas y del aprovechamiento sobre el medioambiente (especialmente el suelo y el agua), el bosque/plantación y la biodiversidad asociada. Para ello los responsables deberán entregar orientaciones claras a supervisores, contratistas y operarios acerca de la forma correcta de ejecución de dichas prácticas.

5. Impactos Ambientales y Conservación Biológica
El manejo forestal deberá promover la conservación de la diversidad biológica, los recursos hídricos y los suelos. Se pondrá especial énfasis en la conservación del agua y suelo, para evitar la erosión y contaminación, y la protección de reservas o sitios que puedan constituir corredores biológicos.

6. Relaciones Comunitarias y Laborales
La empresa/productor debe demostrar mantener relaciones positivas con la comunidad local y proveer las mejores condiciones de trabajo de acuerdo a la realidad del país. Esto incluye condiciones de seguridad (ropa, equipo y capacitación), previsión para salud, salarios proporcionales a la complejidad y gasto físico del trabajo y cuya base sea el salario mínimo legal imponible, puestos de trabajo con responsabilidades claras y oportunidad para trabajar en varios puestos dentro de la operación forestal.

7. Beneficios del Bosque y Viabilidad Económica
La operación debe demostrar viabilidad económica, tomando en consideración los costos de mantener adecuadas condiciones de trabajo y de prevenir o reducir los impactos negativos sobre el medioambiente. El manejo forestal deberá promover el uso eficiente de los productos madereros del bosque/plantación, con el objetivo de asegurar la viabilidad económica y una gama de beneficios ambientales y sociales asociados.

8. Cadena de Custodia

Procedimiento de Evaluación Completa

En la Evaluación Completa, la Norma SMARTWOOD fue aplicada en todos sus niveles de detalle, desde lo general que corresponde a las Categorías o Principios indicados en el cuadro 2), a lo particular u operacional, que corresponde a los Criterios, sus Indicadores y correspondientes Verificadores (Anexo 2).

Para efectos del proceso de Evaluación Completa, la aplicación de la Norma se realizó para el conjunto de cuatro productores, debido a la reducida escala de las operaciones evaluadas y a la similitud del manejo de las plantaciones y post-cosecha del mimbre, haciendo distinciones sólo en aquellos casos donde se detectaron diferencias significativas entre productores.

El procedimiento de Evaluación Completa para la certificación contempló las siguientes fases:

Revisión del material bibliográfico relativo al cultivo del sauce-mimbre
Programación de actividades de campo y fijación por SMARTWOOD de procedimientos de aplicación de la Norma.
Difusión del proceso a productores.
Ejecución de la fase de campo.
Análisis de los resultados.
Exposición y discusión resultados con productores.
Elaboración primer borrador (revisión y aprobación del equipo técnico y SMARTWOOD en USA).
Revisión independiente: realizada por un consultor, designado por SMARTWOOD.
Documento oficial para FSC y SMARTWOOD-USA.
Decisión de Certificación: SMARTWOOD, USA, en función de las conclusiones del documento final, decide la certificación, la que es tramitada ante FSC para su reconocimiento a nivel internacional.

El cultivo del sauce-mimbre, para efectos de la evaluación se consideró como una plantación forestal, categoría superior a la condición de PFNM, la que sin embargo fue incluída en aspectos específicos complementarios.

En el contexto anterior, se aplicó la Norma Genérica para Evaluación de Bosques, Anexo Plantaciones Forestales, para todos los aspectos del cultivo. Para aspectos específicos relativos al monitoreo y manejo de las plantaciones de sauce- mimbre, se realizó una adaptación de la sección "Estructuras Vegetativas" de la Norma Genérica para PFNM, generando indicadores y verificadores que deberán ser utilizados, como complemento

de la Norma de Plantaciones Forestales, en futuras evaluaciones de certificación de plantaciones de sauce-mimbre (Anexo 3).

Evaluación de la Cadena de Custodia (CoC)[3]

Se analizaron los sistemas de control de flujos de mimbre procesado que poseen los productores bajo evaluación, mediante la aplicación de la "Norma SMARTWOOD para la Evaluación de Cadena de Custodia" (Anexo 4).

RESULTADOS Y DISCUSION

***Scoping* o evaluación preliminar**

El *scoping*, detectó como áreas debiles las de: Planificación del Manejo Forestal, Impactos Ambientales y Cadena de Custodia, y como fortalezas, las áreas de: Tenencia de la Tierra, Derechos y Responsabilidades de Uso, Relaciones Laborales, Beneficios del Bosque y Viabilidad Económica.

Sobre la base de estos resultados, se entregaron recomendaciones, enfocadas a los aspectos débiles, antes mencionados, los que durante la Evaluación Completa fueron estudiados en profundidad.

La conclusión general del *Scoping*, estableció la existencia de un potencial para la certificación de las plantaciones evaluadas, debido a la comprobación de que el manejo que realizan actualmente los cuatro productores (sus operaciones y prácticas asociadas), cumple suficientemente con los requisitos básicos del Programa de Certificación SMARTWOOD, razón por la cual se recomendó proseguir con el proceso de certificación dando paso a la realización de la Evaluación Completa.

Evaluación completa

El nivel de desempeño general para el manejo de plantaciones mostrado por los cuatro productores evaluados, fue calificado con una nota 3,98 de un máximo de 5 de acuerdo a los requerimientos establecidos en la norma SMARTWOOD con sus 8 categorías y 69 criterios relacionados que se aplicaron. De acuerdo a esta calificación, el manejo se cataloga como satisfactorio y representa el promedio general de todos los criterios por cada categoría, cuyo resumen se presenta en el cuadro 3.

3 Flujo que sigue el mimbre una vez que entra a las plantas de procesamiento

Cuadro 3. Calificaciones según Categorías de la Norma SMARTWOOD

Categorías	Clasificación
1.0. Compromiso con los Principios del FSC y Requisitos Legales del País	4,2
2.0. Tenencia de la Tierra y Derechos y Responsabilidades de Uso	4,8
3.0. Planificación y Monitoreo de Manejo Forestal	3,2
4.0. Prácticas de Manejo Forestal	4,5
5.0. Impactos Ambientales y Conservación Biológica	3,5
6.0. Relaciones Comunitarias y Laborales	4,2
7.0. Beneficios del Bosque y Viabilidad Económica	4,5
8.0. Cadena de Custodia	3,2
Calificación Promedio Final	**3,98**

Cabe destacar que en dos de las ocho categorías, se determinaron condiciones de especial complejidad para la aplicación de la norma, de acuerdo a las particulares características que presenta el cultivo del mimbre en plantaciones. El primer caso lo constituye la categoría Planificación y Monitoreo de Manejo Forestal, en la que, aún cuando no existe un plan de manejo escrito, ello no invalidó la certificación, debido a que los productores demostraron un conocimiento suficientemente acabado sobre la silvicultura y administración de plantaciones de mimbre, que tiene su origen en la experiencia práctica familiar de tres generaciones. Por lo tanto, se les consideró plenamente capacitados para manejar las plantaciones en forma adecuada. La idoneidad de estos productores fue comprobada por sus resultados en terreno.

El segundo caso corresponde a la categoría Cadena de Custodia, donde se constató un grado de complejidad tal en la fase de procesamiento del mimbre (en los cuatro productores), que ameritó la realización de evaluaciones específicas e individuales.

Producto de la evaluación, además de la calificación del nivel de desempeño del manejo, se generó una serie de requerimientos para aquellos criterios donde el nivel observado estuvo por debajo del óptimo.

Los requerimientos correspondieron a precondiciones que deben ser cumplidas antes de la firma del contrato de certificación, condiciones que deben ser cumplidas dentro de los cinco años de duración del contrato de certificación y recomendaciones, cuya ejecución es de carácter voluntario. Esta información se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. Requerimientos para la certificación de la plantación del sauce-mimbre

Categorías	Precondición	Condición	Requerimiento	Total
1.0. Compromiso con los Principios del FSC y Requisitos Legales del País	-	-	2	2
2.0. Tenencia de la Tierra y Derechos y Responsabilidad de Uso	-	-	-	-
3.0. Planificación y Monitoreo del Manejo Forestal	-	14	4	18
4.0. Prácticas de Manejo Forestal	-	2	2	4
5.0. Impactos Ambientales y Conservación Biológica	1	9	3	13
6.0. Relaciones Comunitarias y Laborales	-	2	2	4
7.0. Beneficios del Bosque y Viabilidad Económica	-	-	-	-
8.0. Cadena de Custodia	1	2	-	3
Total	**2**	**29**	**13**	**44**

Los requerimientos de implementación obligatoria (precondiciones y condiciones), se concentran en las categorías que se refieren a los Impactos Ambientales y Conservación de la Biodiversidad (Categoría 5), y Planificación y Monitoreo del Manejo Forestal (Categoría 3).

Los requerimientos referidos a la Categoría 5 dicen relación con el uso de agroquímicos y con el manejo de residuos sólidos y líquidos de la fase del procesamiento industrial. Cabe señalar que una de las precondiciones requeridas fue el reemplazo del Pentaclorofenato de Sodio utilizado como antimanchas en mimbre, prohibido en Chile y el extranjero: requerimiento que deberá ser implementado como un prerequisito para la firma del contrato de certificación.

Respecto a la Categoría 3, de Planificación y Monitoreo del Manejo Forestal, si bien las plantaciones de mimbre no están sujetas a planes de manejo, ésta fue definida como una situación de excepción que deberá abordarse durante el período de duración del contrato de certificación.

El detalle de los requerimientos establecidos se presenta en el Anexo 1, ordenado de acuerdo al plazo establecido para su implementación o cumplimiento.

CONCLUSIONES

Los productores evaluados muestran un nivel de desempeño que les permite acceder a la certificación de sus plantaciones, lo cual se materializará con la firma de contratos de certificación entre SMARTWOOD y cada uno de los productores involucrados. Dichos contratos tendrán una vigencia de 5 años.

La sustentabilidad de las plantaciones de mimbre, se centra en el uso del suelo, los efectos ambientales colaterales del sistema productivo y los impactos sociales, más que en el recurso bajo manejo, puesto que no está en juego la sobrevivencia de la especie ni el riesgo de una sobrexplotación, como podría suceder en el caso de bosques naturales.

El mimbre, a pesar de tener un manejo convencional, no es altamente demandante en insumos agroquímicos, de hecho no se aplican fertilizantes y se realizan generalmente sólo dos aplicaciones de pesticidas en la temporada, constituyéndose en un cultivo de bajo impacto en relación a cualquier cultivo que se realiza actualmente en la zona.

El mimbre se cultiva en suelos agrícolas. En general son suelos bien nivelados y drenados donde el efecto de una corta total del mimbre en cada temporada, no produce efectos como los de una cosecha forestal a "tala rasa" en suelos de pendiente y susceptibles a la erosión.

La cosecha del mimbre produce una importante demanda de mano de obra en un período en la que no hay trabajo en el campo (junio – agosto), razón por la cual recibe una valoración positiva por parte de la comunidad local, siendo además, considerada como una actividad tradicional y parte del patrimonio cultural de la zona de Chimbarongo.

La extracción que se realiza en la cosecha está supeditada al resguardo de la calidad y el vigor de los vástagos para la temporada siguiente. Al cosechar, no se extrae el recurso completamente, sino sólo parte (tallos), que en este caso corresponden a los retoños regenerados en la temporada anterior.

No existen evidencias de impactos negativos del proceso productivo y del procesamiento de la especie. Sin embargo, se identificaron acciones negativas que constituyen fuente de impactos potenciales:

Aplicación de productos químicos que pueden dañar la biología del suelo, napas subterráneas y otras fuentes de agua.
Deriva de agroquímicos en las aplicaciones aéreas y terrestres.
Potencial pérdida de suelo debido al sistema de riego.
Vertido de aguas de estanques de cocción y recipientes de desinfección (fungicidas).

Existen dos requerimientos que fueron establecidos con el carácter de precondición, y que actúan como prerrequisitos para la firma de los contratos, lo que implica que no se podrá realizar tal trámite sin que antes se haya dado cumplimiento por parte de los productores a estos requerimientos, que apuntan a la eliminación del uso de Pentaclorofenos y Pentaclorofenato de Sodio y a la realización de una evaluación de las Cadenas de Custodia de cada productor, (flujo que sigue el mimbre una vez que entra a las plantas de procesamiento).

La mantención de la condición de "certificados" de los productores involucrados estará sujeta al cumplimiento de los requerimientos establecidos con el carácter de Precondición, cuyo número asciende a 31.

Bajo las premisas anteriores, se recomendó el otorgamiento de certificación FSC/ SMARTWOOD.

BIBLIOGRAFIA

Código del Trabajo, 1999. Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Diario Oficial de 24 de enero de 1994.

CONAMA., 1994. Perfil Ambiental de Chile. Santiago, Chile. 2° ed. 569 p.

INFOR., 1998. Mimbre. Wicker. Chile: De la Producción al Consumo. Santiago, Chile. 83 p.

Federación Internacional de Trabajadores de la Construcción y la Madera - IFBWW., 1999. Normas Sociales para Trabajadores Forestales: La Aplicación de Convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en la Certificación Forestal.

GALLARDO, E., 1999. Recopilación de Legislación Forestal y Areas Silvestres Protegidas CONAF.

Instituto Nacional de Normalización (INN)., 1999. Producción, Elaboración, Etiquetado, y Comercialización de Alimentos Producidos Orgánicamente. Santiago, Chile. Norma Chilena Oficial n. NCh 2439 Of 1999. 29 p.

ODEPA; SAG, 1998-2001; Research And Productiviy Council. Manual Seguridad con Plaguicidas para Trabajadores(as) Agrícolas. Mutual de Seguridad (ed.), Proyecto "Transferencia de Tecnología Canadiense para Mejorar el Uso y Manejo de Plaguicidas en la Agricultura Chilena". Chile-Canadá.

ROZAS, M. E., 1995. Plaguicidas en Chile: Guerra Química y sus Víctimas. Publicación del Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales y el Instituto de Ecología Política.

ANEXO 1

REQUERIMIENTOS DEL PROCESO DE EVALUACION COMPLETA DEL MANEJO DE PLANTACIONES DE MIMBRE, SEGUN PLAZO PARA SU PUESTA EN PRACTICA

ANTES DE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

5.12. No se utilizan químicos prohibidos en Europa, Estados Unidos y en el país de la evaluación, o pesticidas clorados hidrocarbonados Tipo 1A o 1B de la Organización Mundial de la Salud.

Precondición

Eliminar el uso de Pentaclorofenol y Pentaclorofenato de Na. La forma y lugar para realizar esta operación deberá seguir los requerimientos especificos que determine el SAG, tanto para las existencias del químico almacenado en bodega, así como aquellos que están siendo usados actualmente en forma de líquido dentro del procesamiento de las varillas de mimbre.

Criterio

8.3. Los productos certificados, están claramente diferenciados de aquellos no certificados, esto por medio de marcas o etiquetas, archivos separados de documentos o por los recibos y certificados que los acompañan. Existe una marca o identificación específica de los productos forestales en todas las fases de procesamiento y distribución hasta el punto de la venta o el transporte, ya sea fuera del bosque (hasta el "portón del bosque") o para una tercera persona.

Precondición

Se deberá realizar una evaluación especifica en función de la complejidad observada de las cadenas de custodia (CoC's) de cada productor, para efectos de precisar en detalle la diversidad de aspectos que deberán ser incorporados en sus sistemas de control interno, en relación al flujo que sigue el mimbre una vez que entra a las plantas de procesamiento.

UN MES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

8.1. Datos de volumen y de la fuente de origen para cargamentos de materia prima que llega a la planta de procesamiento, están disponibles en patios de acopio intermedios y centros de procesamiento y distribución.

Condición

Deberá contarse con un documento de registro (reportes o cuadernos) que indique claramente los volúmenes, el tipo de producto (mimbre fino o grueso), el predio de origen, la fecha de embarque y recepción, y el nombre de los encargados de embarque (plantación) y recepción (planta de procesamiento). Este documento deberá estar disponible en un punto o lugar fijo, en cada predio con plantaciones y en las plantas de procesamiento, con el objetivo de que los auditores puedan acceder fácilmente a su revisión. El documento deberá tener una presentación estándar en términos de su aspecto (tamaño, color, etc.) y deberá usarse exclusivamente para este efecto.

Criterio

8.2. Las facturas/recibos, conocimiento de embarque (bills of lading), certificados de origen (por ej: Formulario A del GATT) y otra documentación aplicable relacionada al embarque o transporte especificando que se trata de material certificado.

El código de registro aprobado por el FSC y asignado a la OMF por SMARTWOOD debe estar incluido en la documentación de ventas y embarques relacionadas a la ventas certificadas.

Condición

Deberá incluirse en toda la documentación pertinente - facturas y guías de despacho - el código de aprobación aprobado por el FSC para cada productor, así como información que indique expresamente que se trata de material certificado.

TRES MESES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

6.10. Las condiciones de seguridad laboral satisfacen o exceden las normas locales (no existe una tasa de accidentes más alta que lo normal).

Condición

1. Los productores (propietarios) deberán elaborar e implementar un plan de seguridad en el trabajo, tanto en la cosecha como en las actividades del procesamiento del mimbre. Esto deberá hacerse sobre la base de las medidas de seguridad comúnmente usadas por los productores, las que se complementarán con lo establecido en los siguientes documentos:

- Manual *"Seguridad con Plaguicidas para Trabajadores(as) Agrícolas"*. Impreso por la Mutual de Seguridad. ODEPA/SAG/RPC/Research And Productiviy Council. 1998-2001. Chile-Canadá. Para aspectos relativos al manejo y control de malezas y plagas.
- Lineamientos generales de la Asociación Chilena de Seguridad para trabajos industriales en la pequeña y mediana industria.

2. Los trabajadores en contacto con pesticidas deberán recibir una capacitación adecuada sobre el uso de estos productos y contar con el traje completo recomendado para estos casos por la Asociación Chilena de Seguridad.

SEIS MESES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

3.2. El plan de manejo forestal es integral, específico al área y detallado, incluyendo los siguientes elementos: I. Una declaración clara de los objetivos de manejo. II. Descripción de los recursos forestales siendo manejados (incluyendo recursos forestales maderables y no maderables), limitaciones ambientales, y usos de la tierra. III. Descripción de y fundamento para el sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración, basado en inventarios y la ecología forestal local. IV. Descripción de y fundamento para los sistemas de aprovechamiento seleccionados. V. Mapas que describen el área total bajo manejo forestal, incluyendo áreas de aprovechamiento, áreas de conservación estricta y/o otras áreas de protección (por ej., zonas de amortiguamiento), áreas de investigación, infraestructura caminera (incluyendo caminos de arrastre y vías primarias), rodeos o patios de acopio, edificios y otra infraestructura. VI. Un plan de protección forestal contra plagas, invasiones, incendios no controlados. VII. Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo y protección de cuencas, conservación biológica (especies amenazadas o especies y ecosistemas en peligro de extinción) y manipuleo de químicos si hubiera. VIII. Un plan para la utilización de los productos forestales y su mercadeo. IX. Descripción de la comunidad local y procesos formales e informales que la OMF usará para interactuar o consultar con interesados afectados y vecinos adyacentes

durante y después de la planificación. X. Un plan y diseño para monitoreo e informes periódicos, que muestran cómo las prescripciones del manejo serán cambiadas en base a nueva información ecológica, silvicultural o de mercado.

Condición

Los productores deberán presentar planes de manejo que incluyan los siguientes elementos, los cuales serán considerados como condiciones en sí mismos:

1. Una declaración clara de los objetivos de manejo;
2. Descripción de los recursos forestales bajo manejo (incluyendo recursos madereros y no madereros), limitaciones ambientales y usos de la tierra;
3. Descripción y fundamentos del sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración, basadas en inventarios y en la ecologia forestal local;
4. Descripción y fundamento de los sistemas de cosecha seleccionados; este requerimiento se complementará con el **indicador N° 3 para Manejo,** contenido en el documento del ejercicio armonización de la "Norma Genérica para la Evaluación del Manejo de PFNM en Bosques Naturales" (julio de 1999). desarrollado para el capítulo de Estructuras Vegetativas:

Indicador 3: Determinación de época y técnicas de cosecha: La época y las técnicas de cosecha de los vástagos se han determinado de una manera que explícitamente tiende a reducir los impactos negativos sobre el vigor y la producción a largo plazo.
Verificador 3.1: Existe documentación científica y experiencia práctica que indica la época y las técnicas adecuadas de cosecha para la primera y subsecuentes cosechas.
Verificador 3.2: Existe la documentación que indica la fecha en que se realiza la cosecha (ej. Planillas de pago, control de inventarios, otros).

Criterio

5.12. No se utilizan químicos prohibidos en Europa, Estados Unidos y en el país de la evaluación, o pesticidas clorados hidrocarbonados Tipo 1A o 1B de la Organización Mundial de la Salud.

Condición

Reemplazar los siguientes productos: Gusathion y Tordon.

DOCE MESES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

3.2. El plan de manejo forestal es integral, específico al área y detallado, incluyendo los siguientes elementos. I. Una declaración clara de los objetivos de manejo. II. Descripción de los recursos forestales siendo manejados (incluyendo recursos forestales maderables y no maderables), limitaciones ambientales, y usos de la tierra. III. Descripción de y fundamento para el sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración, basado en inventarios y la ecología forestal local. IV. Descripción de y fundamento para los sistemas de aprovechamiento seleccionados. V. Mapas que describen el área total bajo manejo forestal, incluyendo áreas de aprovechamiento, áreas de conservación estricta y/o otras áreas de protección (por ej., zonas de amortiguamiento), áreas de investigación, infraestructura caminera (incluyendo caminos de arrastre y vías primarias), rodeos o patios de acopio, edificios y otra infraestructura. VI. Un plan de protección forestal contra plagas, invasiones, incendios no controlados, etc. VII. Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo y protección de cuencas, conservación biológica (especies amenazadas o especies y ecosistemas en peligro

de extinción) y manipuleo de químicos, si hubiera. VIII. Un plan para la utilización de los productos forestales y su mercadeo. IX. Descripción de la comunidad local y procesos formales e informales que la OMF usará para interactuar o consultar con interesados afectados y vecinos adyacentes durante y después de la planificación. **X. Un plan y diseño para monitoreo e informes periódicos, que muestran cómo las prescripciones del manejo serán cambiadas en base a nueva información ecológica, silvicultural o de mercado.**

Condición

5. Mapas que describan el área total bajo manejo forestal, incluyendo áreas de aprovechamiento, áreas de conservación estricta y/u otras áreas de protección (por ej: zonas de amortiguamiento), áreas de investigación, infraestructura caminera (incluyendo vias de arrastre, rodeos o patios de acopio, edificios y otra infraestructura).
6. Un plan de protección forestal contra plagas y enfermedades, ocupaciones ilegales, incendios, etc.

Criterio

3.6. Se incluyen en el plan de manejo, mapas y descripciones de las áreas de plantación actuales y futuras, con una descripción de las especies y la configuración de la plantación (por ej: plantaciones puras o mixtas).

Condición

Los productores (propietarios) deberán elaborar planos de las plantaciones de mimbre, donde se muestre en detalle la configuración espacial de éstas dentro del predio y la composición de especies o variedades, asi como de las áreas destinadas al establecimiento futuro de plantaciones (plan de manejo).

Criterio

5.13. Los químicos usados en operaciones en el bosque/plantación y plantas de procesamiento, son cuidadosamente manipulados, almacenados y desechados.

Condición

Los productores (propietarios) y sus subalternos inmediatos (capataces), deberán capacitarse en el uso de químicos que se aplicarán tanto en la etapa de producción (manejo de plantaciones) como en la etapa de procesamiento del mimbre. De la misma forma, tendrán la responsabilidad de capacitar y supervisar a los trabajadores encargados de ejecutar en terreno las aplicaciones de los distintos productos químicos en uso. Esta actividad deberá desarrollarse en coordinación con el SAG, bajo la aplicación de los lineamientos técnicos del Manual "*Seguridad con Plaguicidas para Trabajadores (as) Agrícolas*". Impreso por la Mutual de Seguridad. ODEPA/SAG/RPC/Research and Productivity Council. 1998-2001, Chile-Canadá para aspectos relativos al manejo y control de malezas y plagas.

Criterio

5.14. Cuando se utilizan químicos, el personal y contratistas reciben capacitación en los procedimientos de manipuleo, aplicación y almacenaje.

Condición

Los productores (propietarios) deberán aplicar las instrucciones del reglamento de la Dirección General de Aeronáutica Civil de Chile, en relación a las aplicaciones aéreas de productos químicos. En este documento se establecen los requisitos de los pilotos, de la señalización de las áreas a tratar, de los equipos de protección del piloto y los "banderilleros", del lavado de los equipos, del aviso de advertencia a las personas que contratan estos servicios y aquellas que están dentro del ámbito de influencia de las aplicaciones aéreas.

Criterio

5.15. Se desechan apropiadamente los desperdicios de las plantas de procesamiento (aserradero, fábrica).

Condición

1. Determinar la concentración de compuestos químicos en el agua de cocción (RILES) con énfasis en los taninos, para lo cual deberán coordinarse con INFOR, quien actualmente está realizando un análisis químico de este residuo líquido del procesamiento del mimbre.
2. Determinar la magnitud e importancia del impacto sobre la red de drenaje (canales) del vertido de las aguas de cocción, para lo cual deberán coordinarse con INFOR.
3. Proponer y aplicar formas alternativas para reciclar y/o desechar los RILES con el objetivo de mitigar el impacto ambiental y sobre las personas. Desarrollar en conjunto con INFOR.
4. Para tratamiento de residuos sólidos como es la corteza del mimbre (RISES), coordinar con INFOR quien realiza estudios para buscar usos alternativos con el objetivo de eliminar la práctica de quema de este residuo, con la consiguiente mitigación de la contaminación atmosférica que produce.

DIECIOCHO MESES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

3.2. El plan de manejo forestal es integral, específico al área y detallado, incluyendo los siguientes elementos. I. Una declaración clara de los objetivos de manejo. II. Descripción de los recursos forestales siendo manejados (incluyendo recursos forestales maderables y no maderables), limitaciones ambientales, y usos de la tierra. III. Descripción de y fundamento para el sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración, basado en inventarios y la ecología forestal local. IV. Descripción de y fundamento para los sistemas de aprovechamiento seleccionados. V. Mapas que describen el área total bajo manejo forestal, incluyendo áreas de aprovechamiento, áreas de conservación estricta y/o otras áreas de protección (por ej., zonas de amortiguamiento), áreas de investigación, infraestructura caminera (incluyendo caminos de arrastre y vías primarias), rodeos o patios de acopio, edificios y otra infraestructura. VI. Un plan de protección forestal contra plagas, invasiones, incendios no controlados, etc. VII. Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo y protección de cuencas, conservación biológica (especies amenazadas o especies y ecosistemas en peligro de extinción) y manipuleo de químicos, si hubiera. VIII. Un plan para la utilización de los productos forestales y su mercadeo. IX. Descripción de la comunidad local y procesos formales e informales que la OMF usará para interactuar o consultar con interesados afectados y vecinos adyacentes durante y después de la planificación. X. Un plan y diseño para monitoreo e informes periódicos, que muestran cómo las prescripciones del manejo serán cambiadas en base a nueva información ecológica, silvicultural o de mercado.

Condición

7. Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo, protección de cuencas, conservación biológica (especies amenazadas y/o ecosistemas en peligro de extinción) o uso de químicos en el caso que corresponda.

VEINTICUATRO MESES DESDE LA FIRMA DEL CONTRATO DE CERTIFICACION

Criterio

3.1. Se encuentra escrito y disponible un plan de manejo multiaño u otros documentos similares que traten sobre la planificación del manejo.

Condición

Cada uno de los productores evaluados deberá elaborar planes de manejo apropiados a la escala e intensidad de las intervenciones y particulares condiciones del cultivo del mimbre en plantaciones en la localidad de Chimbarongo. La estructura y contenido de los planes deberá ajustarse a lo que establece el criterio 3.2. en esta materia.

Criterio

3.2. El plan de manejo forestal es integral, especifico al área y detallado, incluyendo los siguientes elementos. I. Una declaración clara de los objetivos de manejo. II. Descripción de los recursos forestales siendo manejados (incluyendo recursos forestales maderables y no maderables), limitaciones ambientales, y usos de la tierra. III. Descripción de y fundamento para el sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración, basado en inventarios y la ecología forestal local. IV. Descripción de y fundamento para los sistemas de aprovechamiento seleccionados. V. Mapas que describen el área total bajo manejo forestal, incluyendo áreas de aprovechamiento, áreas de conservación estricta y/o otras áreas de protección (por ej., zonas de amortiguamiento), áreas de investigación, infraestructura caminera (incluyendo caminos de arrastre y vías primarias), rodeos o patios de acopio, edificios y otra infraestructura. VI. Un plan de protección forestal contra plagas, invasiones, incendios no controlados, etc. VII. Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo y protección de cuencas, conservación biológica (especies amenazadas o especies y ecosistemas en peligro de extinción) y manipuleo de químicos, si hubiera. VIII. Un plan para la utilización de los productos forestales y su mercadeo. IX. Descripción de la comunidad local y procesos formales e informales que la OMF usará para interactuar o consultar con interesados afectados y vecinos adyacentes durante y después de la planificación. X. Un plan y diseño para monitoreo e informes periódicos, que muestran cómo las prescripciones del manejo serán cambiadas en base a nueva información ecológica, silvicultural o de mercado.

Condición

8. Un plan para la utilización de los productos forestales y su comercialización;
9. Descripción de la comunidad local y procedimientos que la empresa/productor usará para interactuar con los interesados y vecinos, durante y después de la planificación del manejo de las plantaciones;
10. Un plan de monitoreo e informes periódios, que muestren la forma de retroalimentar y adaptar las prescripciones de manejo en base a nueva información ecológica, silvicultural o de mercado.

Criterio

3.8. El plan de manejo (y/o plan anual operativo) es revisado periódicamente y adaptado en función de cambios en las condiciones silviculturales, ambientales, sociales y económicas.

Condición

Los productores deberán desarrollar un sistema para monitorear cambios en los factores silviculturales, ambientales, sociales y económicas, que inciden en el manejo, con el objeto de retroalimentar la planificación general. El cumplimiento de este requerimiento estará ligado al cumplimiento de la elaboración de un plan de manejo completo.

Criterio

3.9. Las tasas de crecimiento, las existencias y regeneración, están siendo monitoreadas por un sistema adecuado de inventario continuo.

Condición

Los productores deberán desarrollar e implementar un sistema de monitoreo que les permita tomar y documentar datos sobre el estado de la regeneración y del crecimiento de los vástagos de mimbre. El desarrollo del sistema deberá basarse en los lineamientos contenidos en el Indicador 1 sobre "Tasas de Crecimiento y Regeneración" del documento resultado del ejercicio de armonización de la Norma Genérica para la Evaluación del Manejo de PFNM en Bosques Naturales (julio 1999), desarrollado para el capítulo de Estructuras Vegetativas, el cual contempla un conjunto de indicadores y verificadores específicos para el tema de monitoreo de la especie cultivada.

Criterio

4.3. Se están monitoreando las tasas de crecimiento, cosecha futura y regeneración a través de un sistema continuo de inventario forestal.

Condición

Los productores deberán formalizar su actual sistema de monitoreo visual de acuerdo a los lineamientos del documento resultado de ejercicio de armonización de la "Norma Genérica para la Evaluación del Manejo de PFNM en Bosques Naturales" (Julio de 1999), desarrollado para el capítulo de Estructuras Vegetativas, el cual contempla un conjunto de indicadores y verificadores específicos para el tema de monitoreo de la especie cultivada. Esta actividad formará parte de la elaboración del plan de manejo requerido en el punto "3.0. Planificación y Monitoreo del Manejo Forestal".

Criterio

4.17. En la planificación del manejo forestal, se enfatiza el manejo integrado de plagas, que contemple el control biológico y que posea un enfoque eminentemente preventivo.

Condición

Se deberá incorporar en forma explícita en la elaboración del plan de manejo forestal, el manejo de plagas, que deberá enfocarse al desarrollo de un sistema que, en función de las posibilidades de los productores, complemente el manejo tradicional de plagas, que es el que se realiza actualmente, con el concepto de manejo integrado de plagas.

Criterio

5.11. Se realiza un esfuerzo constante para reducir o eliminar el uso de químicos en el bosque/plantación y en el procesamiento de productos madereros.

Condición

Los productores deberán realizar un estudio para determinar la variedad y cantidad óptimas de productos químicos a aplicar para el cultivo del mimbre en plantaciones en Chimbarongo, de acuerdo a las condiciones ambientales del sitio y a las características de las malezas u otra competencia vegetal así como de los insectos, hongos y enfermedades que actualmente afectan a las plantaciones de mimbre. El equipo evaluador considera

fundamental la participación de INFOR a través del equipo técnico del proyecto mimbre, quienes han desarrollado nuevos conocimientos sobre el tema y poseen las capacidades para realizar, en conjunto con los productores, el estudio que se está requiriendo como condición para la certificación de las plantaciones evaluadas. Los resultados deberán ser incorporados en el plan de manejo, en el capítulo referente al control de competencia, plagas y enfermedades

Criterio

5.25. Se controla la erosión del suelo por medio de un plan de medidas que al menos incluye: a) La prohibición de arar con tractor en pendientes mayores a 5%, b) Las actividades de preparación del suelo así como la plantación se hacen en curvas de nivel y c) Las especificaciones sobre zonas de amortiguamiento son seguidas rigurosamente.

Condición

Los productores deberán realizar los estudios y/o pruebas necesarias para evaluar el efecto de la práctica actual de riego respecto del problema de erosión del suelo. Se recomienda la participación de INFOR (equipo técnico del proyecto Mimbre) como organismo técnico para la realización de estas actividades.

RECOMENDACIONES

Criterio

1.2. La empresa/productor debe cumplir con las leyes ambientales, laborales y forestales vigentes en el país.

Recomendación

En concordancia con las leyes vigentes, regularizar la relación de trabajo bajo alguna figura contractual para el caso de los trabajadores temporeros que laboran en la cosecha del mimbre.

Criterio

1.4. La empresa/productor tiene conocimiento de convenciones internacionales y proporciona las pautas para que las operaciones de campo cumplan los propósitos de tales convenciones.

Recomendación

Los productores deben procurar tomar conocimiento de los acuerdos internacionales que forman parte del marco regulatorio nacional y que tiene relación con alguno o la totalidad de los aspectos que constituyen su actividad como manejadores de un recurso natural. Para este efecto se sugiere considerar, al menos, las siguientes convenciones o acuerdos:

(a) Convenio sobre la Diversidad Biológica
(b) Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: artículos 4, 3.3 y 3.4. Protocolo de Kioto.
(c) Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación
(d) Agenda 21: Artículos 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 26 y 32.
(e) Principios Forestales (Declaración de Rio)
(f) Proceso de Montreal
(g) ILO 87&98 (International Labor Organization).

Para ejecutar esta recomendación se sugiere contactar a la Unidad de Medioambiente de CONAF en Santiago, a cargo del señor Andrés Meza, FONO: 56-2-3900 315, E-mail: ameza@conaf.cl.

Criterio

3.3. Se dan pautas claras al personal de campo y contratistas por medio de políticas, manuales y actividades de capacitación, con el objeto de lograr una comprensión e implementación adecuadas del plan de manejo. Estas medidas deben enfocarse a las operaciones silviculturales, conservación biológica, especificaciones técnicas para caminos secundarios y pistas de arrastre (ubicación, ancho y densidad), diseño de caminos principales, uso y manipulación de químicos, etc.

Recomendación

Se deberán elaborar guías generales, referidas al conjunto de prácticas que constituyen el cultivo del mimbre en plantaciones, así como a su programación dentro del ciclo anual del cultivo. Específicamente se deberá explicitar las pautas o criterios que actualmente se utilizan para orientar la ejecución de prácticas:

(a) Riego

(b) Desmalezado o control de la competencia

(c) Fertilización

(d) Control de hongos e insectos

Para las prácticas relativas al uso de químicos, se deberán aplicar los lineamientos ya establecidos y documentados en el Manual "*Seguridad con Plaguicidas para Trabajadores (as) Agrícolas*".

Criterio

3.7. Se han establecido tasas de plantación y aprovechamiento anuales (ej: corta anual permisible o CAP), por área o volumen, respectivamente, basado en la literatura científica y/o experiencia local práctica.

Recomendación

Incorporar el flujo de información científica que INFOR está desarrollando una vez que esté disponible.

Criterio

3.8. Las proyecciones de crecimiento y rendimiento en los documentos de planificación y/o comercialización son razonables y basadas en una combinación de literatura científica y experiencia local práctica o documentada.

Recomendación

Incorporar el flujo de información científica que INFOR está desarrollando una vez que esté disponible.

Criterio

3.10. El monitoreo de plantaciones incluye evaluaciones periódicas de impactos ecológicos y sociales en el sitio y fuera del mismo.

Recomendación

Se deberá incorporar a las inspecciones periódicas de tipo general, observaciones específicas sobre aspectos relativos a impactos ambientales, expresamente para las siguientes actividades:

- Quema de residuos sólidos que en este caso son la corteza de las varas de mimbre procesadas

- Vertido de residuos líquidos producto de la cocción de mimbre y relativos a impactos sociales, para actividades de aplicación de químicos, tanto para los trabajadores que realizan las aplicaciones, como para los vecinos de los predios donde ocurren las aplicaciones. Las observaciones deberán ser

documentadas en planillas o formularios de terreno.
En el contexto de la evaluación de impactos ambientales, aplicado a la planta misma, se deberá evaluar su sanidad en función de lo que establece el Indicador 2 de la norma de SMARTWOOD para PFNM, en el tema de Monitoreo, adaptado para el mimbre en plantaciones:
Indicador 2: Se realizan apreciaciones visuales entre muestreos para monitorear sanidad de los retoños y la cepa.
Verificador 2.1.: Existe y está disponible una libreta/formulario de registro para verificar sanidad.

Criterio

4.1. Se está respetando, en el bosque/plantación, la corta anual permisible (CAP) u otros cálculos para el aprovechamiento.

Recomendación

Incorporar el flujo de información cientifica que INFOR está desarrollando actualmente, una vez que esté disponible, con el objeto de validar y calibrar las actuales tasas de extracción.

Criterio

4.2. Se están implementando las prescripciones silviculturales (pre, durante y pos aprovechamiento).

Recomendación

Se recomienda incorporar al proceso de toma de decisiones por parte de los productores, los resultados del proyecto de INFOR en cuanto a nuevos avances en el tema de las prescripciones silviculturales en general y al "Protocolo de Manejo del Mimbre" en particular. Al respecto, la atención debería enfocarse en nuevos conocimientos generados sobre los efectos especificos de: a) Distintos espaciamientos en la plantación y b) De fertilización (productividad y calidad de la materia prima para la industria del wiker).

Criterio

5.1. Se realizan evaluaciones de campo de los recursos biológicos y productos no madereros en las áreas bajo manejo forestal.

Recomendación

Incorporar el monitoreo de la fauna asociada a las plantaciones de mimbre, como un elemento a considerar en las inspecciones visuales semanales, esto con el objeto de determinar su variedad, cantidad y relación con la plantación y con el tipo de manejo que se realiza.

Criterio

5.6. La zona de conservación es de preferencia un bloque continuo, aunque puede corresponder a una serie de pequeños bloques unidos por corredores de un ancho correspondiente a la altura promedio del dosel de un bosque maduro de la región.

Recomendación

Estas áreas deben ser incorporadas en los planos prediales y los planes de manejo, y se debe considerar mantener el nivel de los cuidados que se realizan en ellas o mejorarlos.

Criterio

5.7. Las zonas de conservación están claramente demarcadas en mapas y en el campo, y las operaciones forestales controlan cuidadosamente estas áreas.

Recomendación

Se deberá hacer un catastro en cada predio de las áreas que presten funciones de aportar diversidad biológica, como son bordes de cursos de aguas, canales de regadío, caminos y cercos, donde se ha desarrollado en forma natural algún tipo de vegetación. Estas áreas se incorporarán como tales, a la cartografía predial que se está exigiendo en los planes de manejo; de la misma forma, se deberá plantear claramente por escrito, los cuidados y resguardos que se tomarán para la mantención y/o mejora de ellas.

Criterio

6.8. Se compensa a las comunidades locales por daños directos, de los cuales la empresa/productor es responsable, sobre cultivos, cacería o vida silvestre, árboles y vegetación, suelos, otros recursos naturales, además, daños a funciones ambientales esenciales (calidad del agua), a la infraestructura local u otras externalidades que impliquen pérdida de ingresos.

Recomendación

Se deberá plantear por escrito las fórmulas para la resolución de conflictos que tengan origen en daños a terceros, causados por las actividades de manejo, esto específicamente deberá hacer mención al tema de las compensaciones.

Criterio

6.11. Se da a los trabajadores la libertad de organizarse y negociar con sus patrones de acuerdo a las Convenciones 87 y 98 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Recomendación

En concordancia con las leyes vigentes, regularizar la relación de trabajo bajo alguna figura contractual, para el caso de los trabajadores temporeros que laboran en la cosecha del mimbre.

ANEXO 2

NORMAS GENERICAS DEL PROGRAMA SMARTWOOD PARA LA EVALUACION DEL MANEJO FORESTAL[1]

El propósito del Programa SMARTWOOD es reconocer a los productores que manejan bien el bosque, a través de una verificación confiable e independiente de las prácticas forestales (certificación).

Las presentes normas proporcionan la base general para la certificación SMARTWOOD del manejo forestal, ya sea en bosques naturales o plantaciones forestales. Estas normas se basan en los Principios y Criterios del FSC y para mejorar su comprensión las normas SMARTWOOD se dividen en:

Categorías **centrales** que son consideradas en todas las evaluaciones de certificación *SmartWood*.
Categorías **adicionales** que son implementadas cuando son relevantes para una operación candidata.

El cuadro 1 señala estás categorías centrales y adicionales

Cuadro 1. Categorías de la Normas SMARTWOOD

Categorías Centrales	Categorías Adicionales
1.0 Compromiso con los Principios del FSC y Requerimientos Legales	· Pueblos indígenas · Plantaciones forestales
2.0 Tenencia de la tierra y derechos y responsabilidades de uso	· Mantenimiento de bosques naturales y conversión · Productos forestales no maderables certificables
3.0 Planificación y monitoreo de manejo forestal	
4.0 Prácticas del manejo forestal	
5.0 Impactos ambientales y conservación biológica	
6.0 Relaciones comunitarias y laborales	
7.0 Beneficios del bosque y viabilidad económica	
8.0 Cadena de custodia (CoC)	

En las normas SMARTWOOD, en cada categoría central y adicional se presenta una breve descripción general, seguida por una serie de criterios.

Los criterios[2] son concisos, basados en ciencia y experiencia práctica y constituyen una excelente forma de comunicar el Manejo Forestal Sustentable (MFS). Las operaciones certificadas pueden no ser científica o definitivamente "sostenibles" en todos los aspectos, pero demuestran un compromiso claro con el MFS en sus políticas y prácticas, y en particular con tres conceptos amplios que SMARTWOOD considera como aspectos fundamentales del manejo forestal sostenible:

Todas las operaciones forestales deben mantener funciones ambientales, incluyendo estabilidad de cuencas, conservación de recursos biológicos y protección de hábitat de vida silvestre. La planificación e implementación debe incorporar conceptos de producción sostenible para todos los productos forestales aprovechados o utilizados, basados en un entendimiento de, y documentación relacionada a, ecología forestal local.
Todas las actividades deben tener a largo plazo un impacto positivo en el bienestar social y económico de las comunidades locales.

1 Versión revisada, Abril 1998
2 Los criterios SMARTWOOD son, o pueden incorporar, una combinación de criterios, indicadores, umbrales de la certificación, etc.

Los criterios de evaluación SMARTWOOD fueron desarrollados en consulta con las organizaciones miembro de la Red SMARTWOOD, así como con forestales, ecólogos , sociólogos y antropólogos. Estos criterios están de acuerdo con el propósito de manejo forestal y conservación biológica emitidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) y los Principios y Criterios para Manejo Forestal del Consejo para el Manejo Forestal (FSC). Se recogen las contribuciones por estas y otras organizaciones, incluyendo el Centro para Silvicultura Tropical (CIFOR), el Movimiento Mundial por el Bosque Tropical, la Organización Internacional para el Trabajo, y los grupos de trabajo de estándares regionales del FSC.

El cuadro 2 señala los criterios definidos en la Normas SMARTWOOD.

Cuadro 2. Criterios de las Normas SMARTWOOD según categorías.

Tema Central	Descripción	Criterios
1. Compromiso con los Principios del FSC y Requisitos Legales	Todas las operaciones deben demostrar un compromiso en sus políticas y prácticas con los Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal. La certificación SmartWood debe también estar de acuerdo con las leyes nacionales, provinciales o estatales y locales. Se debe considerar convenciones o tratados internacionales aplicables, como el CITES, (Convención para el Comercio de Especies Amenazadas).	1. La operación de manejo forestal (OMF) claramente demuestra un apoyo a largo plazo a los Principios y Criterios del FSC. 2. La OMF cumple las leyes nacionales, estatales/provinciales y ambientales, laborales y forestales locales. 3. La OMF está al día en el pago de impuestos locales, derechos o arrendamientos forestales, cuotas, derechos, etc. 4. La OMF tiene conocimiento de convenciones internacionales y proporciona las pautas para que las operaciones de campo cumplan los propósitos de tales convenciones. 5. Los administradores del bosque están dispuestos a disponer un resumen público de certificación de la OMF.
2. Tenencia de la Tierra y Derechos y Responsabilidades de Uso	El propósito de esta sección es asegurar que la operación forestal candidata ejecute las acciones de control para proteger y mantener la cobertura forestal a largo plazo, resolver conflictos con vecinos u otros usuarios del bosque; proteger el bosque de amenazas de conversión a otros usos, o de un mal uso (caceria ilegal, pirateo de madera, etc).	1. La tenencia de la tierra es clara y legalmente segura. 2. La tierra está dedicada por los propietarios a un manejo forestal a largo plazo. 3. Los conflictos por recursos con vecinos adyacentes u otros usuarios están siendo resueltos o abordados de una manera sistemática y legal. 4. Existe un sistema de monitoreo para mantener la seguridad en todas las áreas forestales. 5. Se controla la inmigración, los asentamientos, la caceria y la extracción de madera a lo largo de caminos forestales o de extracción.
3. Planificación y Monitoreo del Manejo Forestal	El plan de manejo forestal debe ser un proceso y no-solo un documento. El plan escrito mejora la comprensión de la propuesta de manejo por todo el personal y otros observadores, y también facilita la consistencia ante cambios de personal, cambio de propietario, etc. Excepto en casos	1. Se encuentra escrito y disponible un plan de manejo multiaño, que trate sobre la planificación del manejo. 2. El plan de manejo forestal es amplio, especifico al área y detallado, incluyendo: · Objetivos de manejo. · Descripción de los recursos forestales maderables y no maderables, limitaciones ambientales, y usos de la tierra · Descripción y fundamento del sistema silvicultural y medidas para la protección o promoción de la regeneración. · Descripción y fundamento del sistema de aprovechamiento. · Mapas del área bajo manejo forestal (de aprovechamiento, de conservación y protección), áreas de investigación,

	especiales, la ausencia de un plan de manejo forestal escrito significará que una operación no puede ser certificada. Exceptuando algunos casos. En el sistema SMARTWOOD, el desempeño en el campo importa más que la documentación y/o existencia de sistemas de manejo.	infraestructura caminera, edificios y otros. - Plan de protección forestal contra plagas, incendios no controlados, etc. - Descripción de las medidas de protección ambiental, incluyendo conservación del suelo y protección de cuencas, conservación biológica y manipuleo de químicos. - Plan para la utilización de los productos forestales y su comercialización. - Descripción de la comunidad local y procesos formales e informales para interactuar o consultar con afectados y vecinos. - Plan y diseño para monitoreo e informes periódicos - Se encuentra bien documentado el fundamento para las prescripciones silviculturales. - La corta anual permisible (CAP), por área o volumen, se ha basado en estimaciones conservadoras y bien documentadas de crecimiento y rendimiento, asegurando que la tasa de aprovechamiento no exceda niveles de sostenibilidad. - Los productos forestales no maderables han sido inventariados y su manejo ha sido incorporado en la planificación. **3.** Se ha producido mapas y planes de trabajo a una escala adecuada y útil para la supervisión de las actividades de manejo y para facilitar el monitoreo en el sitio. **4.** Se ha preparado mapas topográficos antes del aprovechamiento o la construcción de caminos. **5.** El plan de manejo, planes operativos o de aprovechamiento se encuentran disponible para el personal y son utilizados en el campo. **6.** Se dan pautas claras al personal de campo y contratistas a través de manuales, políticas y capacitación para que puedan comprender e implementar el plan de manejo forestal. **7.** Se implementa un sistema de monitoreo y documentación de las actividades de manejo desde las perspectivas silviculturales, ambientales, costos del manejo forestal y relaciones comunitarias y laborales, de una forma precisa que facilite auditorías y certificaciones eficientes y efectivas por parte de terceros. **8.** El plan de manejo (y/o plan anual operativo) es revisado periódicamente o ajustado basándose en cambios en las condiciones silviculturales, ambientales, sociales y económicas.
4. Prácticas de Manejo Forestal	Las prácticas de manejo deben demostrar atención consistente y balanceada a condiciones y prioridades ambientales, silviculturales y socioeconómicas. Estos compromisos deben ser visibles en todas las operaciones, extendiéndose desde protección de zonas de amortiguamiento de cursos de agua y árboles de nidificación, hasta la reducción del daño al bosque residual y aumento de la cantidad de desechos maderables durante el aprovechamiento, o el	**1.** Se respeta la CAP u otros cálculos para el aprovechamiento. **2.** Se están siguiendo las prescripciones silviculturales (pre, durante y pos aprovechamiento). **3.** Se están monitoreando las tasas de crecimiento, cosecha futura y regeneración a través de un sistema continuo de inventario forestal. **4.** Se realiza evaluaciones de pos aprovechamiento para evaluar el impacto del aprovechamiento en los árboles de futura cosecha y en el bosque, preferentemente dentro de 12 meses después del aprovechamiento. **Construcción de Caminos** **5.** Los estándares de construcción, mantenimiento y clausura están siendo seguidos. **6.** Las inclinaciones y pendientes de los caminos son conservadoras. **7.** No se colocan rellenos de los caminos en los cursos de agua. **8.** Las superficies de los caminos están bien drenadas, las

	manipuleo de químicos y otros materiales.	alcantarillas son lo suficientemente grandes como para evitar el estancamiento del agua y se han instalado zanjas y alcantarillas. **Aprovechamiento** **9.** Se están utilizando técnicas de caída (tala) dirigida. **10.** Se marcan los árboles aprovechables. **11.** Se marcan los árboles de futura cosecha y árboles semilleros o estos están siendo protegidos durante el aprovechamiento. **12.** No se está aprovechando en áreas de alto riesgo (suelos altamente erosionables o húmedos) o en zonas de amortiguamiento para ríos y arroyos. **13.** No se está aprovechando en terrenos con pendientes muy inclinadas (más de 35 grados medidos a lo largo de 50-100 metros). **Arrastre** **14.** El extremo delantero de las tronzas está levantado durante el arrastre mecánico. **15.** Las pendientes de pistas de arrastre no exceden los 25 grados, a no ser que exista un sistema de extracción por cable (aéreo). **16.** Se están siguiendo las especificaciones en cuanto a ancho, ubicación y densidad de pistas de arrastre.
5. Impactos Ambientales y Conservación Biológica	La protección ambiental y la conservación biológica en el manejo forestal certificado incluye una combinación de medidas proactivas y de protección. Las medidas proactivas pueden incluir esfuerzos para aumentar el nivel de diversidad biológica a nivel de paisaje de las tierras siendo manejadas, o actividades de restauración de ecosistemas. Las medidas de protección se enfocan en asegurar que todo el personal y contratistas conocen las áreas sensibles o frágiles y toman acciones para evitar problemas.	**1.** Se realizan evaluaciones de campo de los recursos biológicos y productos no maderables en las áreas bajo manejo forestal. **2.** El personal está iniciando o implementando acciones para promover la conservación del ecosistema a nivel de paisaje. **3.** No se aprovechan especies maderables listadas en listas locales y/o internacionales de especies amenazadas o en peligro (CITES, listas nacionales). **4.** Especies o ecosistemas amenazados, raros o en peligro son explícitamente tomados en consideración durante las operaciones forestales. **5.** Las áreas biológicamente claves, se protegen en su estado natural. **6.** La zona de conservación es de preferencia un bloque contiguo, aunque puede ser una serie de pequeños bloques unidos por corredores del ancho de la altura promedio del dosel de un bosque maduro de la región. **7.** Las zonas de conservación están claramente demarcadas en mapas y en el campo, y las operaciones forestales controlan cuidadosamente estas áreas. **8.** No se fomenta o se controla el uso de especies exóticas, y se monitorean los impactos ambientales. **9.** Se documenta, minimiza, monitorea y controla estrictamente el uso de agentes de control biológico. **10.** Se prohíbe el uso de organismos genéticamente modificados. **Químicos** **11.** Se realiza un esfuerzo constante para reducir o eliminar el uso de químicos en el bosque y en el procesamiento de productos maderables. **12.** No se utilizan químicos prohibidos en Europa, Estados Unidos y en el país de la evaluación, o pesticidas clorados hidrocarbonados Tipo 1A o 1B de la Organización Mundial de la Salud. **13.** Los químicos son cuidadosamente almacenados, utilizados y desechados en las operaciones del bosque y en las facilidades de procesamiento.

		14. Cuando se utilizan químicos, el personal y contratistas reciben capacitación en los procedimientos de manipuleo, aplicación y almacenaje. **Procesamiento de Productos Forestales** **15.** Se desechan apropiadamente los desperdicios de las plantas de procesamiento (aserradero, fabrica).
6. Relaciones Comunitarias y Laborales	Se espera que las operaciones certificadas sean reconocidas como buenos vecinos por las comunidades locales. En operaciones pequeñas, ser un buen vecino implica el uso responsable de maquinaria de aprovechamiento en caminos locales, protección de sitios culturales o arqueológicos y relaciones positivas con vecinos. Para operaciones publicas o privadas más grandes, se consideran las necesidades recreativas locales, prácticas de contratación que enfaticen la capacitación y participación de comunidades locales y contribuciones o apoyo a servicios locales, tales como salud o educación.	**Relaciones Comunitarias** **1.** Se da preferencia a las comunidades y residentes locales en el aprovechamiento y otras actividades de manejo forestal en términos de posesión legal, manejo, capacitación, fuente de trabajo y otros beneficios y oportunidades. **2.** Las organizaciones locales o individuos afectados por las actividades forestales tienen la oportunidad de participar en la planificación del manejo forestal. **3.** Los derechos legales, tradicionales o consuetudinarios de las comunidades locales para poseer, manejar o utilizar los recursos forestales (maderables y no maderables) han sido formalmente reconocidos, documentados en acuerdos escritos y son respetados. **4.** Se ofrece a las comunidades locales acceso controlado a productos forestales maderables y no maderables. **5.** Las tierras comunitarias son protegidas en áreas de concesiones. **6.** Se identifican y protegen sitios arqueológicos o religiosos de significado especial para las comunidades locales. **7.** El aprovechamiento a gran escala es descrito a las comunidades afectadas en reuniones publicas, por correo u otro tipo de comunicación, por adelantado, y comienzan ya sea luego que los conflictos han sido resueltos o después de que se han realizado todos los esfuerzos por resolver los problemas. **8.** Se compensan a las comunidades locales por daños directos en términos de cultivos, caceria, vida silvestre, árboles, tierra, otros recursos manejados, daño a funciones ambientales esenciales (calidad del agua), daño a la infraestructura local, o perdida de ingresos. **Relaciones Laborales** **9.** Salarios y otros beneficios (salud, jubilación, compensaciones laborales, alimentación, vivienda) para el personal a tiempo completo y contratistas son justos y consistentes, no menores, a los estándares locales prevalecientes. **10.** Las condiciones de seguridad laboral satisfacen o exceden las normas locales (no existe una tasa de accidentes más alta que lo normal). **11.** Se da a los trabajadores la libertad de organizarse y negociar con sus patrones de acuerdo a las Convenciones 87 y 98 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
7. Beneficios del Bosque y Viabilidad Económica	El énfasis en esta sección está en cómo maximizar el valor de las operaciones forestales en términos de la económica local y como asegurar la viabilidad a largo plazo de las operaciones forestales.	**1.** El valor en pie o en rollo pagados a los titulares del manejo por el uso o productos derivados de la propiedad forestal, son iguales o mayor a lo normal (promedio), y son percibidos por los propietarios como un incentivo positivo para promover el manejo forestal a largo plazo. **2.** Los ingresos recibidos son suficientes para cubrir los costos de las actividades de manejo forestal tales como la planificación del manejo, mantenimiento de caminos, tratamientos silviculturales, salud del bosque a largo plazo, monitoreo del crecimiento y rendimiento e inversiones para la conservación.

		Optimización del Potencial Forestal **3.** Las operaciones forestales promueven la utilización de especies vegetales abundantes, poco conocidas o no comúnmente utilizadas para usos comerciales y de subsistencia. **4.** Las operaciones forestales y centros de procesamiento minimizan los desperdicios asociados con el aprovechamiento o procesamiento. **5.** Las operaciones forestales buscan "el mayor y mejor uso" para árboles individuales y especies maderables.
8. Cadena de Custodia (CoC)	Esta sección se enfoca a cómo la operación hace un seguimiento del inventario y manipuleo de productos hasta su venta o transporte a otras partes fuera del bosque, es decir, su cadena de custodia interna. Las Normas SMARTWOOD proporcionan suficiente detalle para que las OMF reciban un certificado combinado de manejo forestal y cadena de custodia, excepto bajo las siguientes circunstancias: · La OMF realiza un procesamiento en el lugar, que combina el uso tanto de material certificado como no certificado; · La OMF tiene capacidad de procesamiento y producción multisitios, multisectores y/o geográficamente distantes; · Existen problemas de CoC internos y multi-productos extremadamente complicados; o · Se considera que los riesgos de CoC requieren de un tratamiento más profundo.	**1.** Datos de volumen y fuente para cargamentos de materia prima conforme llega a la planta de procesamiento están disponibles (inventariadas y medidas) en patios de acopio y centros de procesamiento y distribución. **2.** Facturas/recibos, conocimiento de embarque (bills of lading), certificados de origen (por ej., Formulario A del GATT) y otra documentación aplicable al embarque o transporte especifica el estado de madera certificada. El código de registros aprobado por el FSC y asignado a la OMF por SMARTWOOD debe estar incluido en la documentación de ventas y embarques relacionado a las ventas certificadas. **3.** Los productos forestales certificados están claramente distinguidos de los productos no certificados a través de marcas o etiquetas, archivo separado de documentos o por los recibos y certificados que los acompañan. Existe un marcado o identificación específica de los productos forestales en todas las fases de procesamiento y distribución hasta el punto de la venta o el transporte ya sea fuera del bosque (hasta el "portón del bosque") para una tercera persona. **4.** Toda la representación publica de los productos forestales certificados es consistente con las políticas de SMARTWOOD y el FSC.

ANEXO 3

NORMA GENERICA PARA LA EVALUACION DEL MANEJO DE PFNM EN BOSQUES NATURALES CAPITULO ESTRUCTURAS VEGETATIVAS : Aplicación a plantaciones de Sauce-Mimbre en Chile

La Norma SMARTWOOD sobre Productos Forestales No Madereros[1] fue revisada para determinar su pertinencia y aplicabilidad a las plantaciones de sauce-mimbre, realizando adaptaciones, a cada indicador y sus verificadores.

La norma para PFNM posee una estructura general similar a la de Bosques y Plantaciones, cuya diferencia es la adición de capítulos especiales de acuerdo a una clasificación de los PFNM[1] en clases. Esta clasificación amplia de PFNM en clases, se basa en la identificación de las partes de la planta que son considerada como producto, y por lo tanto sujetas a manejo y aprovechamiento. Estas clases son:

Exudados.
Estructuras vegetativas: botones apicales, corteza, raíces, hojas, etc.
Propágulos vegetativos: frutos, semillas.

Debido a que el mimbre tiene por característica el rebrotar abundantemente una vez que es cortado, dentro de la clasificación de PFNM fue catalogada la porción que es extraída, como estructura vegetativa.

La Norma de PFNM en el capítulo estructuras vegetativas fue revisada y adaptada para su aplicación en plantaciones de sauce-mimbre, de manera de establecer los resguardos necesarios para asegurar la regeneración y productividad de la especie frente a los impactos del aprovechamiento. En ese contexto, a continuación se presentan indicadores y verificadores generados relativos al monitoreo y manejo de las plantaciones.

Categoría	Indicador	Verificador
I. MONITOREO	**1. Tasas de Crecimiento y Regeneración** La regeneración y las tasas de crecimiento son regularmente monitoreadas a través de un sistema de muestreo bien diseñado y documentado.	**1.1** Se cuantifica la regeneración y se monitorea su crecimiento en 3 muestreos realizados durante la temporada. Los informes de cada muestreo están disponibles en dependencias del productor. **1.2** Sobre la base de los inventarios periódicos se realizan ajustes en: **Prácticas culturales:** · Control de plagas y enfermedades. · Control de malezas. · Régimen de riego. · Fertilización. **Prácticas de manejo:** · Control de la densidad de plantación (espaciamiento o aclareos). · Sustitución de especie. · Rejuvenecimiento de la cepa. · Poda de raíces.

1 Los PFNM son recursos/productos biológicos no madereros que pueden ser aprovechados de bosques para fines de subsistencia y/o comercialización. Los PFNM pueden provenir de bosques primarios y naturales, bosques secundarios y plantaciones forestales o sistemas agroforestales. Los PFNM describen un amplio rango de productos, incluyendo plantas medicinales, fibras, resinas, látex, aceites, chicle, frutas,
2 Los cambios en las prácticas, basados en información de los muestreos, están documentados en anexos en los planes de manejo.

Categoría	Indicador	Verificador
I. MONITOREO (Continuación)	2. Se realizan apreciaciones visuales entre muestreos para monitorear la sanidad de los vástagos y la cepa.	**2.1** Existe y está disponible, una libreta/formulario de registro para verificar sanidad.
II. MANEJO	**1. Selección de Especies para Cultivo.** Se cultivan y aprovechan especies de tallos múltiples que tienen la capacidad de retoñar.	**1.1.** Existe documentación científica que indica que la especie bajo cultivo tiene la capacidad de retoñar. **1.2.** Los muestreos incluyen información de la retoñación.
	2. Conocimiento sobre la Especie y su Cultivo. La intensidad, frecuencia y estacionalidad de la utilización de los vástagos, son definidas sobre la base de una combinación de estudios científicos y/o la experiencia local tradicional.	**2.1.** Existe y es accesiblela información científica al respecto. **2.2.** Existe la tradición local de cultivo y aprovechamiento de la(s) especie(s) utilizadas(s).
	3. Determinación de Epoca y Técnicas de Cosecha. La época y las técnicas de cosecha de los vástagos se han determinado de una manera que explícitamente tiende a reducir los impactos negativos sobre el vigor y la producción a largo plazo.	**3.1.** Existe documentación científica y experiencia práctica que indica la época y las técnicas (adecuadas) de cosecha para el primer y subsecuentes aprovechamientos. **3.2.** Existe la documentación que indica la fecha en que se realiza la cosecha (ej. planillas de pago, control de inventarios, otros).
	4. Planificación del Manejo. Se ha planificado las actividades de manejo de las especies desde su establecimiento hasta su aprovechamiento, con el objeto de minimizar los impactos sobre la capacidad regenerativa.	**4.1.** Existe un plan escrito y disponible que especifica objetivos, actividades y programas de ejecución de las actividades. **4.2.** El programa de ejecución de actividades es congruente con la documentación científica relativa a la estacionalidad de las distintas actividades. **4.3.** Existe documentación escrita que permite verificar la época de ejecución de cada actividad de manejo. **4.4.** Existen instrucciones escritas y disponibles que indican la forma de ejecución de las actividades de manejo contempladas dentro de la programación.
	5. Magnitud de la Cosecha. Tanto la cantidad como la frecuencia de la cosecha se practican según el conocimiento tradicional y científico, minimizando los impactos negativos sobre la regeneración y el vigor de las especies bajo cultivo.	**5.1.** Se encuentran disponibles datos por medio de mediciones u observación visual, sobre la relación entre la biomasa extraida, la regeneración y el vigor de la planta. **5.2.** Los volúmenes extraidos son documentados. **5.3.** Se encuentran documentados registros de la frecuencia de la cosecha. **5.4.** La información sobre la frecuencia de cosecha está basada en la revisión de fuentes oficiales del ámbito científico y técnico.

ANEXO 4

NORMAS DEL PROGRAMA SMARTWOOD PARA EVALUACION DE LA CADENA DE CUSTODIA[1]

La Cadena de Custodia se refiere al proceso completo a través del cual la madera se transforma a un producto acabado presentado al consumidor en mercados mayoristas o minoristas; es decir desde el bosque, a las instalaciones de procesado y al mercado.

A continuación se presentan las Normas SMARTWOOD que se aplican en las evaluaciones de cadena de custodia para lograr la certificación de productos forestales a nivel de operaciones comerciales mayoristas y minoristas.

1. Las Responsabilidades en el Sistema de Control	**1.1.** La compañía debe designar a una persona especifica que sea la responsable de hacer cumplir en general los trabajos de la cadena de custodia, asimismo debe designar personas responsables en cada nivel del proceso de producción o en cada instalación.
2. Manejo de la Materia Prima Certificada	**2.1.** Al llegar a la planta de procesamiento, las cargas con materia prima deben de tener accesible la información sobre el volumen y la fuente (es decir, en la carga se deben indicar el inventario y las medidas). **2. 2.** La madera certificada siempre debe de almacenarse en un lugar diferente al de las materias no certificadas. **2. 3.** Todo el producto certificado que llegue se debe de identificar como tal mediante empaques determinados y mediante la documentación relativa (por ejemplo, facturas del flete, etc.)
3. Procesamiento y Almacenaje de los Productos Certificados	**3.1.** A lo largo de todo el procesamiento, los materiales certificados deben ser almacenadas y procesadas en forma separada de los no certificados. Esto puede significar hacer corridas de procesamiento o tandas separadas o utilizar instalaciones diferentes para los productos certificados. **3.2.**Debe de existir un sistema visible que distinga claramente los materiales certificados de los que no lo estén mediante el uso de etiquetas, marcas, etc. Cada corrida o tanda debe ser identificada con etiquetas o marcas conspicuas (por ejemplo un sistema de código cromático único o etiquetas) que sean obvias para todos los observadores, los trabajadores en la producción y los auditores independientes. **3. 3.** Los registros de producción en cada uno de los pasos del proceso productivo deben de incluir identificadores que indiquen si se trata de material certificado. **3.4.** Se deben de calcular factores de conversión aproximados que relacionen el volumen de materia prima utilizada con el volumen del producto final.
4. Envío y Transporte de Productos Certificados	**4.1.** Las facturas, notas de carga, formas de inspección de aduanas, certificados de origen (como por ejemplo la Forma A del GATT) y toda la documentación relacionada al flete o transporte deben de especificar que se trata de productos certificados. También se deben incluir los códigos de cadena de custodia del FSC en la documentación de ventas y transporte. En las oficinas designadas del productor se deben archivar estas documentaciones. Los auditores de SMARTWOOD podrán pedir copias de estos documentos para hacer revisiones cruzadas en otros puntos de la cadena de custodia.

1 Versión revisada en Febrero de 1998

5. Manejo Administrativo de Productos Certificados	**5.1.** La compañía debe mantener registros adecuados de todas las entradas, procesamientos y salidas de productos certificados. **5.2.** Punto Central de Documentación: La compañía debe identificar un punto central de documentación en el que SMARTWOOD pueda inspeccionar u obtener apropiadamente copias de toda la documentación relevante, que incluye: información pública, comercialización o publicidad en la que específicamente se mencione la certificación SMARTWOOD o los productos forestales certificados, facturas, registros de ventas de productos certificados y otra documentación que SMARTWOOD necesite para hacer el seguimiento de todos los aspectos de la cadena de custodia, antecedentes sobre las fuentes de la madera que no esté certificada por SMARTWOOD sino por cualquier otra organización de certificación independiente; y reportes periódicos, contratos u otra correspondencia entre SMARTWOOD y el productor. **5.3.** Los registros deberán mantenerse por lo menos cinco años.
6. Capacitación del Personal	**6.1.** El personal de tiempo completo y medio tiempo debe de recibir capacitación en el manejo y representación pública de los productos forestales certificados. **6.2.** Deben existir instrucciones escritas para el personal sobre la cadena de custodia de productos certificados. Para asegurar precisión, los auditores de SMARTWOOD deberán revisar los materiales administrativos o de capacitación (por ejemplo, manuales, protocolos de la compañía o políticas, etc.) en los que se den instrucciones al personal en relación al manejo o las ventas de productos forestales certificados.
7. Comercialización, Publicidad e Información Pública	**7.1.** Toda representación pública de productos certificados debe ser consistente con las políticas de SMARTWOOD y del FSC. **7.2.** Toda la información pública deberá ser revisada por el personal del Programa SMARTWOOD para asegurar su consistencia con las normas del mismo. Esto incluye catálogos, folletos, correspondencias, cartas, anuncios a inversionistas, etc. **7.3.** El contenido y las representaciones hechas en la comercialización, la publicidad o cualquier otra información pública debe ser consistente con el tipo de certificación pedida o dada al productor. **7.4.** La compañía debe mantener un archivo con toda la información sobre la comercialización, la publicidad o la información pública relacionada con los productos forestales certificados.

DIA
Diseño de Avanzada
e-mail: diarings@entelchile.net

