

Antecedentes tecnológicos de Canelo (*Drimys winteri* Forst.)

Technological facts on Canelo (*Drimys winteri* Forst.)

SANDRA RODRIGUEZ

Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia, Chile.

SUMMARY

Some basic information about properties and use of Canelo wood in Chile, compiled from the existent information on the species, is given. Results of its use in the manufacturing of particleboards and chemical pulp as well as its behaviour on drying and wood preservation are presented. Also the physical, chemical and mechanical properties of the wood are given.

Key words: *Drimys winteri*, wood properties, chemical composition, pulp properties, uses.

RESUMEN

Se entregan algunos antecedentes básicos sobre propiedades y utilización de la madera de Canelo que crece en Chile, los cuales fueron recopilados a partir de la información existente sobre la especie. Se presentan resultados de su utilización en la fabricación de tableros de partículas, obtención de pulpa, comportamiento frente al secado, preservación. Se entregan además las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la madera.

Palabras claves: *Drimys winteri*, propiedades de la madera, composición química, propiedades pulpas, usos.

INTRODUCCION

Chile cuenta con una superficie de 4.35 millones de ha de renovales del tipo siempreverde (CONAF, 1997). La cosecha de madera durante el desarrollo de los renovales se verá restringida al producto de los raleos. Por otra parte, las posibilidades de uso que posee la madera a extraer de estos bosques se ven limitadas por las dimensiones que este material tiene.

Entre las especies predominantes y de mayor interés comercial se encuentra el Canelo (*Drimys winteri* Forst.). En Chile, el Canelo se distribuye desde el río Limarí (30° latitud Sur) hasta el Cabo de Hornos (56° latitud Sur), ocupando los renovales una superficie de 266.303 ha (CONAF, 1997). Se concentra en la Región de Los Lagos y alcanza su mejor desarrollo en la zona de Chiloé (Donoso 1978, 1981).

La especie se desarrolla en diferentes tipos de suelos, pero de preferencia en sectores bajos y hú-

medos. Se adapta bastante bien a las partes altas de los cerros en el bosque húmedo del sur y se le encuentra bajo fuerte insolación cerca de los ríos, en el norte, es decir, en sitios que en la actualidad representan áreas forestalmente improductivas. En general es muy tolerante cuando joven, pues crece fácilmente a plena luz con humedad adecuada (Fernández 1985, Pérez 1983).

Las posibilidades de utilización industrial de esta madera dependen de si se encuentra en estado de renoval o en dimensiones mayores, como también de sus propiedades fisicomecánicas y químicas.

Cuando se encuentra en estado de renoval los usos se deben orientar de preferencia a la obtención de productos tales como tableros de partículas, tableros de fibra, pulpa y a la producción de energía, en los que Canelo ha demostrado tener buenas posibilidades de utilización como lo han demostrado algunos estudios realizados por Urzúa y Poblete (1980) y Rodríguez y Torres (1991).

Otros usos tales como madera aserrada, chapas y contrachapados no quedan excluidos; sin embargo, requieren de dimensiones de trozas mayores, por lo que las rotaciones deberán ser más prolongadas.

Por su escasa durabilidad, normalmente no se emplea en construcciones de obras mayores, durmientes ni postes. Sin embargo, en la construcción de viviendas se le utiliza como tejuelas, así como también en revestimientos interiores y en otro tipo de elementos protegidos de la intemperie.

La madera de Canelo es apta para trabajos de carpintería, siendo apreciada en la fabricación de muebles, ebanistería, envases, cajones, artesanía y lutería (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

A partir de la corteza de Canelo se pueden obtener agentes medicinales contra la fiebre, afecciones del estómago, dolores de muelas, tratamientos de tumores y otros (Pérez 1983, Pacheco *et al.* 1977).

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS

Canelo presenta un crecimiento distinto dependiendo de su ubicación geográfica. Hacia el norte Canelo es un arbusto o árbol pequeño, así como en las partes más altas y secas de la cordillera de los Andes, pero hacia el sur de Curicó, en las partes bajas y especialmente en Chiloé, es un árbol de hasta 30 m de altura, por 1 m de diámetro, de tronco muy recto y cilíndrico, con ramas delgadas (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

Canelo aparece descrito en la literatura (Díaz-Vaz *et al.* 1986) como un árbol inconfundible, de hojas grandes aovadas siempre verdes y brillantes por la cara superior y blanco azulosas por la cara inferior, siendo visible únicamente el nervio central. Las flores son blancas, pequeñas y agrupadas, lo que las hace bastante visibles. Tiene hasta 14 pétalos y 2 sépalos cóncavos, verdes y opuestos. Son hermafroditas. Los frutos son bayas ovaladas de color claro con pintas negras o negruzcas, en grupos de hasta 8 sobre un pedúnculo, en disposición estrellada.

La corteza se caracteriza por ser de color claro canela, más o menos lisa, bastante gruesa y muy blanda. Al romperla fluye bastante líquido muy picante, usado antiguamente para combatir el escorbuto (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS DE LA MADERA

Díaz-Vaz *et al.* (1986) describen la madera de Canelo como de un color castaño rosado claro, presentando en su cara longitudinal vetas notorias de color algo más oscuro, constituidas por los radios leñosos. Los mismos autores hacen referencia a que la albura presenta un color un poco más claro que el duramen y que la madera presenta anillos de crecimiento que son fáciles de distinguir. La describen además como una madera que no posee olor ni gusto característico y que puede adquirir un brillo suavemente plateado cuando está recién cepillada. Siendo además de una textura heterogénea.

De acuerdo a la clasificación morfológica, Canelo se considera una especie de transición entre latifoliadas y coníferas (Chesney 1970). Dada su composición química Canelo presenta características propias en algunos casos a latifoliadas, debido a su alto contenido de azúcares, y en otros a coníferas, por su alto contenido de lignina (Rojas *et al.* 1975).

PROPIEDADES MORFOLOGICAS DE LA ESPECIE

A continuación se analizan algunas propiedades básicas de la madera de Canelo, que determinan, junto a otros factores, la calidad de la madera y sus alternativas de utilización.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de las propiedades morfológicas de Canelo entregadas por diversos autores.

El largo de fibras para Canelo varía entre 1.5 y 4.3 mm y su densidad básica varía entre 0.38 y 0.50 g/cm³, con lo cual se esperaría que los rendimientos en material leñoso y las propiedades de resistencia de los papeles fabricados con pulpa de Canelo serán muy similares a los resultados obtenidos con *Pinus radiata* D. Don (Pino radiata).

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Las proporción de lignina, celulosa y hemicelulosas en las fibras afecta las propiedades de los productos, especialmente cuando se trata de la producción de papel. Es así como en los procesos de pulpaje, cuyo objetivo principal es debilitar el

CUADRO 1

Propiedades morfológicas de la madera de Canelo.
Morphologic properties of Canelo wood.

| Autor | Chesney 1970 | Pöyry 1973 | Rojas <i>et al.</i> 1975 | Díaz-Vaz <i>et al.</i> 1986 | Melo <i>et al.</i> 1974 |
|-------------------------------|-----------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Largo de fibras (mm) | 4.30 | 2.88 | 3.23 | 3.00 | 2.90 |
| Espesor de la pared (μ) | 4.60 | 7.10 | - | - | 6.50 |
| Ancho de fibra (μ) | 48.1 | 25.4 | - | 30.0 | - |
| Densidad (g/cm ³) | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.50 | 0.38 |

enlace interfibra, la cantidad de lignina en la lámina media y pared celular es preponderante en las reacciones químicas involucradas.

Componentes principales. Los componentes químicos principales en madera de renovales de Canelo se presentan en el cuadro 2.

El contenido de celulosa obtenido por los diversos autores varía entre 45.0 y 53.1%, lo cual está dentro de los rangos normales para la especie. El contenido de lignina es alrededor de 28% similar al de Pino radiata (Paz y Melo 1987) y el contenido de pentosanos es del orden de 15%, similar al que presentan Ulmo, Tapa y Coigüe (Pöyry 1973).

Componentes secundarios. Los compuestos secundarios tienen gran influencia sobre el procesamiento mecánico y químico de la madera. Poblete *et al.* (1991) describen ampliamente la influencia de los extraíbles sobre los procesos de secado y producción de tableros de partículas, como también su efecto en el encolado y uniones de madera con

cemento. Por otra parte los extraíbles consumen un alto porcentaje de reactivos en los procesos químicos y el alto contenido de resinas en algunas especies impide su utilización en procesos ácidos.

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en los análisis de compuestos secundarios de Canelo. Se incluyen solubles en: etanol-benceno, hidróxido de sodio al 1%, agua caliente y fría; cenizas y pH.

Los solubles en etanol-benceno varían entre 1.31 y 2.95% para Canelo; estos valores son similares a los obtenidos con otras especies como Pino radiata, Ciprés, Mañío, Ulmo (Melo y Paz 1980). La información que proporciona este análisis es con respecto a la cantidad de ceras, grasas, resinas, aceites, colorantes orgánicos, taninos, gomas e inclusive materiales solubles en agua presentes en la madera (Browning 1975). Por lo tanto, se debe tener en cuenta que aun cuando los contenidos totales de los solubles en alcohol-benceno puedan ser similares entre especies, las fracciones de los compuestos involucrados pueden variar de una especie a otra.

CUADRO 2

Componentes químicos principales de la madera de Canelo.
Todos los valores en % base madera libre de extraíbles.
Main chemical components of Canelo wood.
All values expressed in % base wood free of extractables.

| Autor | Celulosa | Lignina | Pentosanos | Holocelulosa |
|----------------------------|----------|---------|------------|--------------|
| Urzúa <i>et al.</i> (1982) | 53.0 | 28.2 | 15.8 | - |
| Luengo (1976) | 47.4 | 28.8 | 14.4 | - |
| Rojas <i>et al.</i> (1975) | 45.0 | 27.9 | 16.7 | 70.0 |

CUADRO 3

Componentes secundarios y valor de pH.
 Todos los valores, excepto pH, en % base madera seca.
 Accessory components and pH.
 All values, except pH, expressed in % base dry wood.

| Autor | Solubles en: | | | | Cenizas | pH |
|----------------------------|----------------|---------|-----------------------|-----------------------|---------|-----|
| | Etanol-benceno | Soda 1% | H ₂ O cal. | H ₂ O fría | | |
| Albin (1975) | — | — | — | — | — | 5.8 |
| Urzúa <i>et al.</i> (1982) | 2.95 | 12.1 | 2.35 | 1.42 | 0.41 | - |
| Luengo (1976) | 1.31 | 16.0 | 3.40 | — | - | - |
| Rodríguez y Torres (1991) | - | 17.7 | 3.30 | 2.00 | 0.88 | |
| Pöyry (1973) | 1.31 | - | 3.60 | - | 0.43 | - |

La proporción de solubles en soda para Canelo fluctúa entre 12.1 y 17.7%. La acción del hidróxido de sodio sobre la madera no es específica; las sustancias que se solubilizan son gomas de madera, compuestos de hemicelulosas, productos de degradación, lignina y algo de resinas. Los valores obtenidos para Canelo son similares a los reportados por Melö y Paz (1980) para Coigüe, Tepa y Pino insignne.

Los solubles en agua fría varían entre 1.4 y 2.0%. Con agua fría se extraen sales orgánicas, azúcares, pectinas tales como galactanos, porciones de taninos y pigmentos. Con agua caliente se hidrolizan los polisacáridos y se incrementa la solubilidad de los extraíbles en agua fría. Los solubles en agua caliente para Canelo varían entre 2.4 y 3.6%.

La presencia de estos compuestos varía dependiendo del tipo de muestra, efecto del sitio y posición en el árbol. Los accesorios son importantes ya que, entre otros, determinan la compatibilidad de la especie con productos químicos tales como adhesivos, licores de cocción, barnices, etc.

Composición química de la corteza. Los contenidos de lignina y extraíbles en corteza de Canelo se muestran en el cuadro 4.

Del análisis químico de la corteza se destacan los altos contenidos de lignina y extraíbles presentes.

Los valores de solubilidad en etanol-tolueno y agua caliente indican que la corteza es rica en componentes secundarios, por lo cual podría resultar altamente aprovechable para su uso en la obtención de ciertas sustancias químicas de interés comercial, teniendo presente que Canelo posee alrededor de un 15% en peso de corteza (Rodríguez y Torres 1994).

Entre los principales componentes aislados a partir de la corteza y hojas de Canelo se cuentan el criptomeridiol, taxifolina, astilbina, flavonas y flavonoles (Pacheco *et al.* 1977).

CUADRO 4

Análisis químico de corteza de Canelo. Todos los valores en % base corteza seca.
 Chemical analysis of Canelo bark. All values expressed in % base to dry bark.

| | % |
|--------------------|------|
| Lignina + suberina | 58.0 |
| Solubles en: | |
| Etanol-tolueno | 44.5 |
| Agua caliente | 13.1 |
| NaOH 1% | 41.0 |
| Cenizas | 3.4 |

PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA MADERA DE CANELO

Las propiedades mecánicas son las que indican la capacidad que tiene la madera para resistir diversas solicitaciones. De acuerdo a los valores de las distintas propiedades se pueden determinar los posibles usos de la madera.

La clasificación de las maderas que crecen en Chile, según propiedades mecánicas, se realiza siguiendo las recomendaciones dadas por Sallenave (1955). En dicha clasificación se proponen las siguientes propiedades físicas: Densidad aparente, a un contenido de humedad de un 12%; contracción o variación de las dimensiones con la humedad y dureza. Entre las características mecánicas que permiten definir o calificar la manera de comportarse de una madera, se eligen: flexión estática, flexión dinámica, compresión paralela y clavaje.

En el cuadro 5 se muestran los resultados de la clasificación realizada para Canelo por Pérez (1983).

CUADRO 5

Clasificación de la madera de Canelo de acuerdo a sus propiedades mecánicas. Canelo (Chiloé).
Classification of Canelo wood according to its mechanical properties. Canelo (Chiloé).

| | |
|--|-----------------|
| Clasificada con criterio Sallenave según | |
| Densidad | Liviana |
| Dureza normal | Blanda |
| Resistencia a flexión estática | Pequeña |
| Resistencia a flexión dinámica | Poco-resistente |
| Resistencia a compresión paralela | Mediana |
| Resistencia al clavaje | Pequeña |
| Cota de dureza* | Normal |

* Cota de dureza : resistencia de dureza normal/densidad aparente (H = 12%).

La densidad es una propiedad que resulta fundamental para determinar las posibilidades de uso de cualquier madera. Este criterio de evaluación supera a otros, además por la facilidad y rapidez con que es determinada.

De la clasificación realizada por Pérez (1983) se desprende que Canelo, con una densidad apa-

rente de 0.51 g/cm³, es una madera de peso liviano. Presenta una contracción volumétrica de 15%, y sufre colapso de poca intensidad. Comparada con otras latifoliadas que crecen en Chile, Canelo resulta ser más liviana que el Raulí, Tapa, Lengua, Laurel, Olivillo, Lingue y Coigüe (de Chiloé). A partir de los resultados presentados en el cuadro 5, Canelo es clasificada como una madera blanda. Entre las latifoliadas más blandas que Canelo se encuentran el álamo y avellano (Pérez 1983).

La dureza es una característica físico-mecánica que tiene una gran importancia dentro de la técnica de madera, por estar estrechamente relacionada con el trabajo de ésta, tanto manual como mecánico, existiendo una relación directa entre la dureza y la dificultad de su trabajo. Al mismo tiempo existe una relación de carácter general entre dureza y densidad: las maderas más duras son, en general, las más pesadas.

Canelo se clasifica como una madera de resistencias mecánicas medianas. Su resistencia a la flexión estática es de 700 kg/cm² (70 N/mm²), a la compresión de 300 kg/cm² (30 N/mm²) y al cizalle de 100 kg/cm² (10 N/mm²). Al igual que para las propiedades físicas, en la clasificación u ordenamiento de las maderas según su comportamiento mecánico hay que tener en cuenta la naturaleza particular de ella, su anisotropía y otras características debido a su constitución orgánica. Los valores correspondientes a las características de flexión estática, flexión dinámica, compresión paralela y clavaje varían de un árbol a otro, dentro de la misma especie o clase de madera y dentro de un mismo árbol, según la zona en que se tome la muestra que se quiere ensayar, si bien dichas variaciones lo son siempre en el mismo sentido que la densidad (Pérez 1983).

Canelo presenta una resistencia pequeña al clavaje. El clavaje es una de las características mecánicas que mide la cohesión transversal de las fibras de la madera. Como material fibroso la madera se presenta, en el sentido de la fibra, como una materia rígida, elástica y resistente y es en este sentido en el que normalmente se le hace trabajar. No obstante, la adherencia de las fibras de la madera interviene en algunos casos y, fundamentalmente, en las construcciones hechas con este material. La mayor parte de las uniones dependen de la adherencia de las fibras, de su resistencia al clavaje o de la resistencia al cizalle. Por otra parte, la adherencia de las fibras está ligada con la mayor o menor facilidad al trabajo mecánico de una

madera con la elaboración de ella. Es importante entonces clasificar las diferentes especies madereras a través de esta característica de resistencia (Pérez 1983).

PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE TABLEROS DE PARTICULAS

Los resultados que se entregan en este punto corresponden a las propiedades de tableros de partículas fabricados con ureaformaldehído (UF) como adhesivo.

Las propiedades físicas más importantes en el caso de tableros para interiores, encolados con UF, son la densidad del tablero y el hinchamiento a 2 y 24 horas. Los valores para 2 horas, extraídos del trabajo de Urzúa y Poblete (1980), se presentan en el cuadro 6, como también las propiedades mecánicas flexión y tracción de los tableros.

CUADRO 6

Propiedades físicas y mecánicas de tableros de partícula (Canelo, Ñadis-Llanquihue). Espesor de los tableros 10 mm.

Physical and mechanical properties of particleboards. Thickness of boards 10 mm.

| | Máximo | Mínimo | Media |
|-------------------------------|--------|--------|------------------------|
| Densidad (kg/m ³) | 787.5 | 355.1 | 571.1 (F) 576.0 (T) |
| Hinchamiento (2 horas) | 34.4 | 3.30 | 17.1 |
| Flexión (N/mm ²) | 1.477 | 0.053 | 0.710 |
| Tracción (N/mm ²) | 22.4 | 5.4 | 8.2 |

F : Densidad media para las probetas de flexión.

T : Densidad media para las probetas de tracción.

Los valores presentados en el cuadro 6 corresponden a los valores máximos, mínimos y media de una serie de determinaciones realizadas por los autores.

A partir de los resultados obtenidos por Urzúa y Poblete (1980) se desprende que Canelo es altamente aceptable para ser utilizado como materia

prima en la fabricación de tableros de partículas. No existen antecedentes sobre la fabricación de tableros de Canelo para exteriores, encolados con resinas melamínicas o fenolformaldehído. Tampoco se cuenta con estudios que precisen la influencia de aditivos o de colas no tradicionales, como taninos.

SECADO, DURABILIDAD NATURAL Y PRESERVACION DE MADERA DE CANELO

En el secado natural Canelo alcanza, luego de a lo menos 1 año, en piezas de 1 pulgada de espesor, una humedad de equilibrio entre 25% y 35%. En el secado artificial la temperatura promedio recomendable no debe ser superior a 65°C. La madera una vez seca, es dimensionalmente estable (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

Canelo presenta una durabilidad natural de entre 5 a 15 años en usos exteriores. Como elemento interior, sin contacto con suelo orgánico, esta duración es mayor. Frente al ataque específico de hongos se clasifica moderadamente resistente (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

Existen antecedentes que revelan la presencia de algunas sustancias extraíbles en madera y corteza de Canelo, las cuales otorgan a la madera ciertas características de durabilidad natural frente al ataque de insectos como termitas y otros. Aún cuando esto no se ha estudiado este hecho es avalado por la creencia de quienes han usado la madera de Canelo en la construcción de viviendas especialmente en el sur de Chile.

La durabilidad natural que presentan algunas maderas frente al ataque de hongos y/o insectos se debe a la presencia de compuestos tóxicos que se encuentran en cantidades relativamente pequeñas en la madera. Entre los principales polifenoles tóxicos para hongos e insectos y que son por tanto considerados como preservadores naturales de la madera, se encuentran el ácido shiquímico, el ácido cinámico y el ácido cafeico (Junta del Acuerdo de Cartagena, PRID-MADERA 1988).

La naturaleza y la cantidad de los extraíbles del tejido leñoso son muy variables entre las especies durables. Algunas veces, la durabilidad es debida a la toxicidad para los hongos de los compuestos que se solubilizan en alcohol-benceno, otras, en cambio, se deben a los solubles en agua caliente cafeico (Junta del Acuerdo de Cartagena, PRID-MADERA 1988). Se requerirán estudios específi-

cos para determinar la efectividad de estas sustancias químicas presentes en la madera de Canelo, las cuales se encargarían de darle protección natural.

En la preservación esta especie presenta una moderada absorción en tratamientos de inmersión. Mediante procesos a presión es posible alcanzar absorciones cercanas a los 450 l/m³ en albura y 310 l/m³ en duramen. La penetración de preservantes es regular. La madera de Canelo es apreciada por su textura, siendo fácil de trabajar, de encolar, barnizar y pintar, lo que la hace adecuada para la fabricación de tejuelas y su uso en carpintería (Díaz-Vaz *et al.* 1986).

APTITUDES PULPABLES DE CANELO

Existen diversos estudios sobre pulpaje, los cuales permiten adelantar para el Canelo grandes expectativas como materia prima en la creciente industria nacional de pulpa y papel. En el cuadro 7 se presentan las condiciones de pulpaje utilizadas en varios estudios de obtención de pulpa kraft a partir de Canelo.

Los rendimientos obtenidos son los normales para un proceso de pulpaje kraft y el contenido residual de lignina, dado por el índice kappa, es bajo comparado con los obtenidos a partir de madera de Pino radiata en condiciones similares. Las condiciones aplicadas por Sepúlveda (1972), las

cuales son apropiadas para una latifoliada, permiten obtener una pulpa con índice kappa 20 (cuadro 8).

En el cuadro 9 se entregan las propiedades fisicomecánicas de las pulpas kraft de Canelo obtenidas en las condiciones dadas por los autores mencionados en los cuadros 7 y 8.

Las pulpas obtenidas a partir de Canelo poseen buenas características de resistencia y estas califican al Canelo como una especie apta para ser usada en la fabricación de papeles. Se destaca su alta resistencia al rasgado.

Los antecedentes mostrados hasta aquí concuerdan en que Canelo posee buenas características para ser usado en la producción de pulpa kraft. Sin embargo, se sabe que Canelo tiene una fracción de componentes insaponificables que podrían causar problemas en el procesamiento químico de la madera. Este problema no es detectado a escala de laboratorio debido a que la mayoría de los problemas de "pitch", causados por este tipo de sustancias químicas, son detectados durante la evaporación del licor negro o durante la fabricación del papel. Aun cuando se requieren mayores estudios para concluir acerca de este tema Canelo no se descarta como posible materia prima para la industria de pulpa y papel. Se requieren, además, investigaciones en el área de blanqueo de pulpas con el objeto de estudiar las posibilidades de uso de las pulpas de Canelo.

CUADRO 7

Condiciones de pulpaje kraft para Canelo.
Kraft pulping conditions for Canelo pulpwod.

| Autor | Sulfidez % b.m.s. | Alcali % b.m.s. | Tiempo a temp. máx. min | Tiempo hasta temp. máx. min | Temperatura máxima °C | Razón L/M |
|----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------|
| Sepúlveda (1972) | 25 | 17 | 75 | 60 | 160 | 6/1 |
| Melo <i>et al.</i> (1974) | 28 | 19 | 45 | 90 | 172 | 4/1 |
| Urzúa <i>et al.</i> (1982) | 20 | 17 | 45 | 90 | 172 | 6.3/1 |
| Paz y Melo (1987) | 25 | 19 | 90 | 60 | 165 | 6/1 |
| Luengo (1976) | s.a. | 22 | 50 | s.a. | 165 | s.a. |

% b.m.s.: porcentaje en base a madera seca,
s.a.: sin antecedentes.

CUADRO 8

Respuestas al proceso de pulpaje kraft con Canelo.
Kraft pulping results with Canelo pulpwood.

| Autor | Rendimiento clasificado % b.m.s. | Rechazo % b.m.s. | Rendimiento total % b.m.s. | índice Kappa |
|----------------------------|--|---------------------|----------------------------------|-----------------|
| Sepúlveda (1972) | 45.1 | 2.10 | 47.2 | 20.3 |
| Melo <i>et al.</i> (1974) | 45.1 | 0.40 | 45.5 | 12.7 |
| Urzúa <i>et al.</i> (1982) | 43.5 | 0.88 | 44.3 | 15.2 |
| Paz y Melo (1987) | 45.1 | 0.60 | 45.7 | 14.0 |
| Luengo (1976) | 48.2 | 0.34 | 48.5 | 10.0 |

% b.m.s.: porcentaje en base a madera seca,
s.a.: sin antecedentes.

CUADRO 9

Propiedades de las pulpas kraft de Canelo.
Physical-mechanical properties of Canelo kraft pulps.

| Autor | Drenaje °SR | Longitud ruptura Km | Factor de rasgado | Factor de explosión |
|---------------------------|----------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Sepúlveda (1972) | 11 | 3.70 | 96.3 | 24.3 |
| | 16 | 5.90 | 105.0 | 39.0 |
| | 23 | 6.80 | 89.6 | 49.4 |
| | 45 | 7.60 | 86.2 | 66.3 |
| Melo <i>et al.</i> (1974) | 13 | 3.42 | 113.0 | 14.8 |
| | 23 | 7.97 | 97.6 | 55.4 |
| | 37 | 8.49 | 86.4 | 52.8 |
| | 56 | 8.92 | 94.9 | 56.3 |
| Paz y Melo (1987) | 13 | 4.20 | 146.0 | 24.0 |
| | 22 | 10.10 | 86.0 | 66.0 |
| | 33 | 11.00 | 79.0 | 76.0 |
| Luengo (1976) | 19 | 12.80 | 132.0 | 92.0 |
| | 30 | 13.80 | 118.0 | 106.0 |
| | 45 | 15.20 | 112.0 | 108.0 |

BIBLIOGRAFIA

- ALBIN, R. 1975. "Determinación del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia", *Bosque* 1 (1): 3-5.
- BROWNING, B. L. (ed.). 1975. *The Chemistry of wood*. New York. Robert E. Krieger Publishing, 689 p.
- CONAF. 1997. Evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. CONAF, CONAMA, BIRD, Pontificia Universidad Católica de Temuco, Pontificia Universidad Católica de Santiago, Universidad Austral de Chile.
- COX, F., R. PETERS. 1975. Inventario Forestal de la Cordillera de la Costa de la provincia de Valdivia. Publicación mimeografiada de circulación restringida, Valdivia, Chile, 114 p.
- CHEN, C. 1970. "Effects of extractive removal on adhesion and wettability of some tropical woods", *Forest Prod. J.* 20 (1): 36-41.
- CHESNEY, L. 1970. Aptitud papelera de Canelo (*Drimys winteri* Forst). Tesis Ingeniero Forestal. Santiago. Universidad de Chile. Escuela de Ingeniería Forestal, 58 p.
- DIAZ-VAZ, J. E., F. DEVLIEGER, H. POBLETE, R. JUACIDA. 1986. *Maderas comerciales de Chile*. Colección Naturaleza de Chile. CONAF. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile, V. 4, 70 p.
- DONOSO, C. 1978. *Dendrología*. Árboles y arbustos chilenos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Silvicultura, Manual N° 2, Santiago de Chile, 142 p.
- DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38, 70 p.
- FERNANDEZ, J. 1985. Propagación germinativa y vegetativa de *Drimys winteri*. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Austral de Chile, 94 p.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA (PRID-MADEIRA). 1988. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas. Cap. 2 Durabilidad Natural de la Madera. Carvajal, S. A., Colombia, p. 2-5.
- LUENGO, S. 1976. "Canelo" (*Drimys winteri* Forst.) como materia prima para la fabricación de pulpa y papel. Informe de práctica para optar al título de Técnico Universitario en Procesos Papeleros. Universidad Técnica del Estado, Concepción, Chile, 75 p.
- MELO, R., C. MURCIA, G. RIVERA, J. PAZ, V. CARRASCO, M. TORRES. 1974. Pulpa kraft de mezcla de maderas nativas del Sur de Chile. Parte I: Estudio Técnico. Lab. Prod. For., Universidad de Concepción, Chile, 11 p.
- MELO, R., J. PAZ. 1980. Texto Básico sobre Celulosa y Papel. Compendio. V. 1. Físico-química de la madera. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- PACHECO, P., M. T. CHIANG, C. MARTICORENA, M. SILVA 1977. Química de las plantas chilenas usadas en medicina popular I. Instituto Central de Biología, Departamento de Botánica. Laboratorio de Química de Productos Naturales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, p. 215-216.
- PAZ, J., R. MELO 1987. "Nuevas especies en la producción de pulpa", *Celulosa y Papel* 3 (1): 13-15.
- PEREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. CONAF/FAO. Documento de Trabajo N° 47.
- POBLETE, H., S. RODRIGUEZ, M. ZARATE 1991. Extraíbles de la madera, sus características y efecto sobre la utilización de esta materia prima. Publicación Docente N° 34. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, serie Docente, Valdivia, Chile, 51 p.
- PÖYRY, J. 1973. Evaluation of selected Chilean native wood species for paper manufacture. Report N° 2-003.
- RODRIGUEZ, S., M. TORRES. 1991. Composición química y pulpaje kraft de madera de Canelo crecido en la zona de Valdivia. Actas VII Reunión sobre Investigación y Desarrollo de Productos Forestales. Valdivia, Chile, p. 403-409.
- RODRIGUEZ, S., M. TORRES 1994. "Análisis de componentes principales y secundarios en la corteza de diversas especies nativas y exóticas de la provincia de Llanquihue, X Región, Chile", *Bosque* 15 (2): 45-48.
- ROJAS, M., L. PISTONO, E. BLUHM. 1975. Densidad, largo de fibras y composición química de la madera de Canelo. Informe técnico N° 53. Instituto Forestal. División Industrias. Santiago de Chile, 61 p.
- SALLENAVE, P. 1971. Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux. Deuxième supplement. Noguet-sur-Mame (France), Centre Technique Forestier Tropical, 1971, 123 p.
- SEPULVEDA, J. 1972. Pulpaje Kraft de Maderas Nativas de la Isla de Chiloé. Memoria de prueba para optar al título de Ingeniero Civil Químico. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 101 p.
- URZUA, D., H. POBLETE. 1980. Factibilidad técnica de la producción de tableros de partículas utilizando especies que crecen en los terrenos de ñadi. Informe de convenio N° 29. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 140 p.
- URZUA, D., J. AGUILAR, J. E. DIAZ-VAZ, G. GUERRERO, C. PEREDO, C. VERGARA. 1982. Utilización silvo-agropecuaria de las maderas de ñadi. Aspectos tecnológicos de las maderas de ñadi. Informe de Convenio N° 54. SERPLAC X REGION-UACH. Facultad de Ciencias Forestales, 156 p.