

Aserrío y secado de tres cultivares de *Populus x euramericana* (Dode) Guinier creciendo en Valdivia, Chile

Sawing and drying of three cultivars of *Populus x euramericana* (Dode) Guinier growing in Valdivia, Chile

ROBERTO JUACIDA P.¹, ESTEBAN SALDIVAR G.²

¹Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. ²Ingeniero Forestal.

SUMMARY

The log wood of three cultivars of poplar introduced in the Province of Valdivia, Chile, and grown without management, was characterized. Volume and quality yield in saw timber from a portable sawmill were determined, as were the required artificial drying processes. The best results in quality and timber production were achieved with *Populus x euramericana* cv. I-488. Cultivars I-72 and cv. I-161 presented significantly lower volumes and mainly qualities 2 and 3. The percentage of utilization for all cultivars was 61%; 36% was accounted for by edge loss and 3% by sawdust. After drying, *Populus x euramericana* cv. I-488 presented the best results in relation to final moisture, drying time, and defects. The most frequent defects were spring and bow. The presence of knot, false heartwood, reaction wood, and growth tensions were the most negative defects found in these cultivars.

Key words: alamo, *Populus x euramericana*, sawing, drying.

RESUMEN

Se caracterizó la madera en trozos de tres cultivares no manejados de *Populus* introducidos en la provincia de Valdivia, Chile. Se determinó el rendimiento volumétrico y por calidad en un proceso de aserrío con un aserradero portátil y se definieron los procesos de secado artificial apropiados. Los mejores resultados en producción de madera aserrada y calidad se registra con *Populus x euramericana* cv. I-488. Los cultivares I-72 e I-161 presentan volúmenes significativamente menores y principalmente de calidades 2 y 3. El porcentaje de aprovechamiento de los trozos fue de 61%, 36% de pérdidas por tapas y 3% de pérdidas por aserrín. *Populus x euramericana* cv. I-488 presenta los mejores resultados en cuanto a contenido de humedad final, tiempo de secado y alabeos producidos. Los alabeos más frecuentes fueron encorvadura y arqueadura. La presencia de nudos, falso duramen, madera de reacción y las tensiones del crecimiento fueron los defectos más negativos en estos cultivares.

Palabras clave: álamo, *Populus x euramericana*, aserrío, secado.

INTRODUCCION

El álamo es una de las especies exóticas que está siendo plantada en nuestro país con excelentes características de crecimiento, teniendo un gran potencial para ser utilizado en la elaboración de diferentes productos.

En áreas experimentales de la Universidad Austral de Chile se han plantado algunos híbridos de álamo, destacándose los cultivares de *Populus x*

euramericana I-488, I-72 e I-161, los cuales a una edad de 22 años presentan excelentes características de crecimiento, sanidad y buena formación de fustes.

Sin embargo, las características tecnológicas de la madera no son posibles de predecir a partir de la observación del crecimiento de los árboles, y es por ello que se hace necesario realizar estudios a fin de determinar el comportamiento de la especie frente a los procesos de transformación. De este

modo, la determinación de rendimientos en el aserrío y el grado o dificultad con el cual la madera se deja secar, son dos características importantes a conocer.

Siendo estas variedades de álamo bastante promisorias en el sector forestal, se propuso el presente estudio con los siguientes objetivos:

- Definir algunos aspectos de sanidad y características básicas de los trozos.
- Determinar el rendimiento bajo un sistema de corte con sierra de huincha para cada uno de los cultivares.
- Determinar la calidad de la madera aserrada para cada uno de los cultivares de acuerdo a la Norma Nacional de Clasificación (Nch 178 CR75).
- Establecer un programa de secado adecuado para estas maderas, midiendo su efectividad en base al contenido de humedad final y a la evaluación de los defectos producidos.

MATERIAL Y METODOS

a) *Caracterización de los trozos.* La madera utilizada se obtuvo a partir de la selección de dos árboles de cada uno de los cultivares de *Populus x euramericana* I-488, I-72 e I-161, provenientes de una plantación establecida en el año 1976 en el Fundo Huape Tres Esteros, en la provincia de Valdivia, la cual no tenía manejos de podas o raleos.

Los cultivares fueron seccionados en trozos de 3.2 m de largo, y posteriormente fueron caracterizados de acuerdo a la Nch 1222 Of-78, determinándose además la densidad básica de cada uno de ellos de acuerdo a la Nch 176-2. El total de trozos utilizados fue 29, y por cada cultivar fueron los siguientes: 10 trozos para el cultivar I-488 (5 trozos de cada árbol seleccionado), 10 trozos para el cultivar I-161 (5 trozos de cada árbol seleccionado) y 9 trozos para el cultivar I-72 (4 y 5 trozos de cada uno de los árboles seleccionados).

Para la obtención de los volúmenes de los trozos se utilizó la fórmula de Briggs, la cual considera el largo del trozo y el promedio de los diámetros en ambos sentidos del eje.

b) *Aserrío.* Se aserró la totalidad de los trozos obtenidos de cada uno de los cultivares, en un aserradero portátil Wood-Meizer modelo LT 40 HD G24, con un plan de corte sin restricciones y sólo limitándose a obtener la mayor cantidad de

madera aserrada posible, aprovechando al máximo los trozos, privilegiando escuadrías de 2 x 4, 3 x 3, 3 x 4 y 4 x 5, y centrando en una sola estructura central la zona de la médula.

La madera aserrada obtenida fue identificada según cultivar, árbol y trozo del cual provenían, siendo posteriormente despuntada y clasificada en forma visual, de acuerdo a la Nch 178 CR75 de clasificación por aspecto. Este sistema de clasificación se utilizó sólo con el fin de tener un patrón de comparación con *Pinus radiata*.

La madera aserrada fue cubizada, determinándose el volumen de madera aserrada obtenida según calidad para cada uno de los cultivares, el volumen de pérdidas por tapas y el volumen de aserrín generado, considerando para esto último un ancho de corte de 1.5 mm. El rendimiento de madera aserrada se determinó a partir de la relación:

$$\text{Rendimiento de madera aserrada} = \frac{\text{Volumen de madera aserrada obtenida}}{\text{Volumen total}} \times 100 (\%)$$

Finalmente la madera fue encastillada para someterla a un proceso de secado artificial.

c) *Secado artificial.* Se confeccionó un total de cincuenta piezas de secado de cada uno de los cultivares, de una dimensión común de 25 mm x 100 mm x 1.2 m, las cuales fueron ensayadas en un secador piloto Hildebrant, utilizándose además equipos anexos para las diferentes mediciones a realizar.

Todas las piezas de secado fueron numeradas e identificadas según el trozo del cual provenían, tipo de corte de la madera (floreado, cuarteado o intermedio) y por proporción de falso duramen que presentaban las piezas.

Se realizó un control del contenido de humedad inicial de todas las piezas de secado, de acuerdo a la Nch 176-1 Of-84, y se seleccionaron aquellas cinco piezas que presentasen el mayor contenido de humedad, y que además estuviesen libres de defectos, a fin de que actuaran como testigo de las distintas etapas del secado. Todas las piezas fueron medidas en ancho y espesor a una distancia de 35 cm de uno de los extremos (Ramírez 1984), a fin de determinar la contracción. Las piezas de secado fueron selladas en sus extremos con pintura a base de acetato de celulosa (Poblete *et al.* 1994, Rosen y Miceli 1980), siendo posteriormente encastilladas al interior de la cámara para someterlas a un programa de secado.

El programa de secado aplicado contempla la proposición de condiciones sucesivas de temperatura y humedad relativa a medida que transcurre la pérdida de contenido de humedad de la madera. Los rangos de temperatura aplicados variaron entre los 55° C y 80° C para bulbo seco y entre los 50° C a 75° C para bulbo húmedo. A fin de reducir los defectos de alabeos, se utilizó un peso aproximado de 350 kg/m² sobre la carga, peso similar a los recomendados por Alvarez (1992) y Matthei (1994).

Para evaluar la calidad del secado se trabajó con una pauta que relaciona los requerimientos que debe cumplir la madera seca para diferentes niveles de uso. Esta pauta fue elaborada por Alvarez y Fernández-Golfín (1992), y considera tres niveles de calidad: Secado calidad E (exclusiva), Secado calidad Q (intermedia), Secado calidad S (estándar). Los aspectos a evaluar fueron los siguientes: Contenido de humedad final de la madera (11 ± 1%), Gradientes de contenido de humedad y tensiones de secado, Contracción en ancho y espesor, Grietas internas, superficiales y en testas, Cambios de coloración y Alabeos y colapso.

DISCUSION DE RESULTADOS

a) *Caracterización de los trozos.* Las principales diferencias en los tres cultivares radican principalmente en cuanto al diámetro basal (Db), altura de comienzo de copa (Acc) y el diámetro a esta altura (Dacc).

De los tres cultivares, es el cultivar I-488 quien se destaca al presentar un diámetro basal cercano a los 60 cm, y un diámetro a la altura de comienzo de copa sobre los 40 cm. Por otra parte, el cultivar I-161 presenta la mayor altura de comienzo de copa, siendo de alrededor de 15 m.

CUADRO 1

Diámetro basal, altura de comienzo de copa y diámetro a la altura de comienzo de copa de los tres cultivares. Basal diameter, initial canopy height and diameter to the initial canopy height for the three cultivars.

Cultivar	DB (cm)	ACC (m)	Dacc (cm)
I-488	57.2	11.6	42.6
I-72	46.8	11.5	30.0
I-161	40.4	14.9	24.3

Es característica común en los tres cultivares una coloración blanquecino-amarillenta de la madera, distinguiéndose una zona central de color café grisáceo que corresponde al defecto de falso duramen (Alvarez 1992). Este es un defecto habitual en los híbridos euramericanos y se asocia a la presencia de elevados contenidos de humedad (FAO 1980).

Es habitual también la generación de grietas en la sección transversal de prácticamente todos los trozos, y éstas tendrían su origen en la liberación de tensiones de crecimiento que presentan estos cultivares, o debido a los efectos de fuertes pérdidas de contenido de humedad en los extremos de los trozos.

Debido a que estos cultivares presentan un fuerte fototropismo positivo es común la formación de secciones transversales irregulares, variando de circulares a ovaladas (Díaz-Vaz 1991, Vita 1977), crecimiento excéntrico asociado a la formación de madera de reacción y curvaturas de los trozos, principalmente en trozos superiores y de copa.

La madera de los tres cultivares se caracteriza por ser liviana a muy liviana, con una densidad básica de alrededor de 0.320 g/cm³.

CUADRO 2

Densidad básica de los cultivares de *Populus x euramericana*.
Specific gravity of the *Populus x euramericana* cultivars.

Cultivar	Densidad básica (g/cm ³)
I-488	0.317
I-72	0.328
I-161	0.324

b) *Aserrío. Populus x euramericana cv. I-488.* El volumen medio por árbol de este cultivar fue de 2.05 m³, siendo el volumen de madera aserrada producida de 1.28 m³, lo que representa un 62.4% de aprovechamiento. El volumen de pérdidas por tapas fue de 0.71 m³ (34.5%) y el volumen generado de aserrín fue de 0.06 m³ (3.1%).

La calidad de la madera aserrada fue principalmente de calidad 2 (55%). La madera aserrada calidad 1 y 3 alcanzó una menor proporción y representó un 22% y 23%, respectivamente, del total de la madera aserrada obtenida de este cultivar.

Populus x euramericana cv. I-72. El volumen medio por árbol de este cultivar fue de 1.29 m³, siendo el volumen de madera aserrada producida de 0.79 m³, lo que representa un 61.5% de aprovechamiento. El volumen de pérdidas por tapas fue de 0.04 m³ (35.5%) y el volumen generado de aserrín fue de 0.04 m³ (3%).

La calidad de la madera aserrada fue principalmente de calidades 2 y 3 (49% y 47% respectivamente). La madera aserrada calidad 1 se presentó en una muy baja proporción, y representó el 4% del total de la madera aserrada de este cultivar.

Populus x euramericana cv. I-161. El volumen medio por árbol de este cultivar fue de 1.08 m³, siendo el volumen de madera aserrada producida de 0.64 m³, lo que representa un 59.4% de aprovechamiento. El volumen de pérdidas por tapas fue de 0.41 m³ (37.5%) y el volumen generado de aserrín fue de 0.03 m³ (3.1%).

La calidad de la madera aserrada fue principalmente de calidades 2 y 3 (45% y 50.5% respectivamente). La madera aserrada calidad 1 sólo alcanzó a un 4.5% del total de la madera aserrada obtenida de este cultivar.

Consideraciones generales. Es importante el aprovechamiento que se logre hacer de tapas y lampazos como piezas de menor dimensión a fin de incrementar el volumen de madera aserrada obtenida.

Las pérdidas por tapas son mayores en aquellos trozos superiores y de copa, debido, principalmente, a los pequeños diámetros que presentan estos trozos, fuertes conicidades y curvaturas, los que impiden un adecuado aprovechamiento de tapas y lampazos a fin de generar piezas de menor dimensión.

El volumen de producción de aserrín tiene una relación directa con el número de piezas a generar; así, mientras mayor fue la cantidad de cortes a realizar, para obtener una mayor cantidad de piezas, mayor fue también el volumen de aserrín generado, por lo tanto, a fin de obtener un mayor aprovechamiento, se hace necesario evitar obtener piezas de pequeñas dimensiones.

El principal defecto presente en la madera es la presencia de nudos (firmes y sueltos), los que podrían evitarse con un adecuado manejo de podas en etapas tempranas del bosque.

c) *Secado artificial.* *Populus x euramericana* cv. I-488. El contenido de humedad inicial de las piezas testigo fue de 110.5%, con un rango al interior de la carga desde 40.8% a 121.7%. El bajo contenido de humedad inicial de la madera se debe a que la madera de este cultivar permaneció secándose al aire bajo techo durante aproximadamente 30 días, antes de ser ingresada a la cámara de secado.

CUADRO 3

Programa de secado para el cultivar I-488.
Drying program for cultivar I-488.

Tiempo (hrs)	CH° % testigo	T °C		H° R %
		B. seco	B. húmedo	
0-5	110.5	55	52	86
5-24	96.4	55	50	75.5
24-48	74.3	60	53	69
48-95.5	34.4	65	55	59.5
95.5-117.5	19.5	70	55	44.5
117.5-126	13.6	75	55	39
126-135.5	9.1	80	55	25.5
135.5-141.5	10.1	80	75	78

El tiempo de secado empleado para este cultivar fue de 141.5 horas, considerando los períodos de calentamiento y acondicionamiento (5 y 6 horas respectivamente), lográndose un contenido de humedad final en las piezas testigo de 10.1%.

La presencia de piezas con alta proporción de falso duramen dificultó y alargó la duración del proceso de secado, por cuanto presentaba un elevado contenido de humedad, y debido a sus características anatómicas, su velocidad de pérdida de agua fue mucho más lenta, lo cual concuerda con lo señalado por Alvarez (1992) para la especie.

El contenido de humedad final de la carga fue de 8.4%, con un rango entre 7.6% y 10.3%, presentándose libre de tensiones y sin gradientes de contenido de humedad al interior de las piezas.

La contracción volumétrica fue de 7.2%, siendo la contracción radial de 3.16% y la tangencial de 4.7% para un contenido de humedad de la madera de 10.1%. Los cambios de coloración se manifestaron en el atenuado de la coloración del falso duramen. En sectores en donde estaban dispuestos los separadores se produjo lo que se reco-

noce como una decoloración química (Rasmussen 1980), la cual es fácil de eliminar con un suave cepillado.

La presencia de grietas se manifestó principalmente en las testas de las piezas. Este defecto se originó mientras las piezas permanecieron secándose al aire, por cuanto no fueron protegidas adecuadamente en los extremos. También existieron defectos de grietas en sectores en donde existían nudos, debido a la diferente contracción que presentan estos elementos leñosos con respecto a la madera que lo rodea (Zamudio 1986).

El índice de alabeos I_a fue de 0.53, siendo los defectos de encorvadura (35.5%) y arqueadura (20%) los que con mayor frecuencia e intensidad se presentaron en estos cultivares, teniendo su origen principalmente en la presencia de madera de reacción y tensiones de crecimiento.

Para todos los aspectos evaluados, la calidad del secado se enmarca dentro de lo que corresponde a una calidad de secado exclusiva E, a excepción de los defectos de alabeos, que se enmarcan dentro de lo que corresponde a un secado de calidad intermedia Q.

Populus x euramericana cv. I-72. El contenido de humedad inicial de las piezas testigo fue de 213.6%, con un rango al interior de la carga desde 65.9% a 236.7%. Para esta situación el alto contenido de humedad inicial de la madera se debe a que la madera de este cultivar permaneció secándose al aire bajo techo durante sólo 5 días, antes de ser ingresada a la cámara de secado.

CUADRO 4

Programa de secado para el cultivar I-72.
Drying program for cultivar I-72.

Tiempo (hrs)	CH° % testigo	T °C		H° R %
		B. seco	B. húmedo	
0-5	213.6	55	52	86
5-95	172.5	55	50	75.5
95-189	91.4	60	53	69
189-266	32.6	65	55	59.5
266-289	19.9	70	55	44.5
289-309	14.6	75	55	39
309-330	7.3	80	55	25.5
330-336	8.98	80	75	78

El tiempo de secado empleado para este cultivar fue de 336 horas, considerando los períodos de calentamiento y acondicionamiento (5 y 6 horas respectivamente), lográndose un contenido de 8.98% de humedad final en las piezas testigo.

Al igual que en la situación anterior, fue la presencia de piezas con alta proporción de falso duramen las que dificultaron y alargaron la duración del proceso de secado, por cuanto presentaban una pérdida del contenido de humedad mucho más lenta que el resto de la carga.

El contenido de humedad final de la carga fue de 8.5%, con un rango entre 7.4% y 12.2%, presentándose libre de tensiones y sin gradientes de contenido de humedad al interior de las piezas.

La contracción volumétrica fue de 7.8%, siendo la contracción radial de 3.42% y la tangencial de 6.07%, para un contenido de humedad de la madera de 8.98%. Los cambios de coloración se manifestaron en el atenuado de la coloración del falso duramen y en sectores en donde estaban dispuestos los separadores se produjo una decoloración química (Rasmussen 1980).

El defecto de colapso afectó a un 4% de las piezas, presentándose en sectores aledaños a la médula, asociándose además a la aparición de grietas internas (Tuset y Durán 1978). La presencia de grietas en las testas de las piezas fue mínima en cuanto a frecuencia e intensidad. Las grietas superficiales se presentaron en sectores en donde existían nudos (Zamudio 1986).

El índice de alabeos I_a fue de 0.92, estando un 87% de la carga afectada en algún grado de alabeos, siendo la encorvadura (44.4%) y arqueadura (24.4%) las que con mayor frecuencia e intensidad se presentaron en este cultivar. El defecto de encorvadura se presentó principalmente en piezas de corte cuarteado, y en piezas con presencia de madera de reacción y tensiones de crecimiento. La arqueadura se presentó principalmente en piezas de corte floreado-cuarteado, debido a la diferente contracción anisotrópica de la madera en una pieza que combina dos tipos de corte distinto.

Para todos los aspectos evaluados, la calidad del secado se enmarca dentro de lo que corresponde a una calidad de secado exclusiva E, a excepción de los defectos de alabeos, que se enmarcan dentro de lo que corresponde a un secado de calidad intermedia Q.

Populus x euramericana cv. I-161. El contenido de humedad inicial de las piezas testigo fue de

169.1%, con un rango al interior de la carga entre 50.1% y 173.3%. El bajo contenido de humedad inicial de la madera se debe a que la madera de este cultivar permaneció secándose al aire bajo techo durante aproximadamente 12 días, antes de ser ingresada a la cámara de secado.

CUADRO 5

Programa de secado para el cultivar I-161.

Drying program for cultivar I-161.

Tiempo (hrs)	CH° % testigo	T °C		H° R %
		B. seco	B. húmedo	
0-5	169.09	55	52	86
5-70	104.5	55	50	75.5
70-117	68.4	60	53	69
117-165	30.4	65	55	59.5
165-189	17.3	70	55	44.5
189-197	15.2	75	55	39
197-205.5	11.4	80	55	25.5
205.5-211.5	12	80	75	78

El tiempo de secado empleado para este cultivar fue de 211.5 horas, considerando los períodos de calentamiento y acondicionamiento (5 y 6 horas respectivamente), lográndose un contenido de humedad final en las piezas testigo de 12%. Al igual que en la situación anterior, fue la presencia de piezas con alta proporción de falso duramen las que dificultaron y alargaron la duración del proceso de secado, por cuanto presentaban una pérdida de contenido de humedad mucho más lenta que el resto de la carga.

El contenido de humedad final de la carga fue de 9.93%, con un rango entre 7.6% y 27.7%, en donde sólo tres piezas escaparon al rango deseado como objetivo, presentando además problemas de tensiones y gradientes de contenido de humedad. El resto de la carga se presentó libre de tensiones y sin gradientes de contenido de humedad.

La contracción volumétrica fue de 7.18%, siendo la contracción radial de 3.16% y la tangencial de 4.7%), para un contenido de humedad de 9.93%.

Los cambios de coloración se manifestaron en el atenuado de la coloración del falso duramen y en sectores en donde estaban dispuestos los separadores.

El defecto de colapso afectó a un 6% de las piezas, presentándose asociado a la aparición de grietas internas (Tuset y Durán 1978). La presencia de grietas en las testas de las piezas fue mínima en cuanto a frecuencia e intensidad. Las grietas superficiales se presentaron exclusivamente en sectores en donde existían nudos (Zamudio 1986).

El índice de alabeos I₁ fue de 0.93, estando un 73.3% de la carga afectada en algún grado por alabeos, siendo la encorvadura (40%) y torcedura (17.8%) las que con mayor frecuencia e intensidad se presentaron en este cultivar. El defecto de encorvadura se presentó principalmente en piezas de corte cuarteado, piezas provenientes de trozos superiores y de copa, debido a la presencia de madera de reacción y tensiones de crecimiento, y en aquellos casos puntuales en donde existían nudos de borde. La torcedura se presentó principalmente en piezas que presentaban madera de reacción, tensiones de crecimiento, y en piezas con abundantes nudos centrales y de borde.

Para todos los aspectos evaluados, la calidad del secado se enmarca dentro de lo que corresponde a una calidad de secado exclusiva E, a excepción de los defectos de alabeos, que se enmarcan dentro de lo que corresponde a un secado de calidad intermedia Q.

CONCLUSIONES

Los tres cultivares de *Populus x euramericana* estudiados se caracterizan por presentar una baja densidad, una coloración de la madera blanquecino-amarillenta, presencia de falso duramen, grietas en los extremos de los trozos, curvaturas y secciones transversales irregulares. La principal diferencia entre estos cultivares son el diámetro y la altura de comienzo de copa.

Populus x euramericana cv. I-488 resulta ser el mejor de los tres cultivares en cuanto a producción de madera aserrada y calidad. Los porcentajes de aprovechamiento con aserradero portátil Wood-Meizer, para un plan de cortes sin restricción, son de 61% de aprovechamiento para madera aserrada, 36% de pérdidas por tapas y 3% de pérdidas por aserrín, los cuales son rendimientos muy similares a los obtenidos en otros estudios realizados con aserraderos portátiles. Producto del no manejo de estos ejemplares, la presencia de nudos es el principal defecto descalificador de la madera aserrada.

Durante la etapa de aserrío es necesario aislar una zona central que va desde la médula hasta los tres primeros anillos, debido a la mala calidad de la madera producida en esta zona. Del mismo modo, se hace necesario tener en consideración que los trozos de copa originan madera aserrada con muchos defectos, de mala calidad y deficiente comportamiento durante el secado.

Los programas de secado propuestos para los tres cultivares secan en buena forma la madera aserrada, y los defectos que se generan durante el proceso tienen como origen principal la cantidad de nudos existentes, la presencia de madera de reacción y las tensiones de crecimiento, como producto del no manejo absoluto de estos árboles. Por ello se estima que la madera de estos cultivares presentaría mínimos problemas de secado si la fuente de generación de defectos fuese eliminada mediante manejo. A pesar de ello, es probable que si el programa de secado de los cultivares I-161 e I-72 hubiese comenzado con temperaturas más bajas durante una primera etapa de secado, o bien si se hubiese aplicado una etapa de secado al aire más prolongada que la utilizada, hasta que la madera hubiese alcanzado un contenido de humedad cercano al 100%, se podrían haber reducido en cierto grado los defectos de deformaciones producidos durante el transcurso del secado, aun cuando este tipo de defectos no deben atribuirse al programa de secado como tal, sino más bien son atribuibles a las características de la madera.

La aplicación de una primera etapa de secado al aire puede ser una interesante alternativa a evaluar y tener en consideración para especies de este género, por cuanto podrían reducirse considerablemente los períodos de secado en cámara, con los consiguientes ahorros de tiempo y energía que este método involucra. Por otra parte, la presencia de piezas con un elevado contenido de humedad, y además alta proporción de falso duramen, dificultan y alargan los períodos de secado; por lo tanto, es recomendable separar las piezas de secado según contenido de humedad a fin de optimizar el proceso de secado.

Los valores de contracción obtenidos para todos los cultivares son algo inferiores a los señalados por Díaz-Vaz (1991) para especies de este

género. La posible variación podría deberse a un contenido de humedad de referencia diferente.

Por el reducido número de muestras utilizadas y por tratarse de madera más madura de lo habitual, los resultados obtenidos en este estudio no debieran ser considerados como los más representativos para especies de este género, por cuanto se trata de ejemplares que no estaban en condiciones óptimas de crecimiento y manejo silvicultural. Sin embargo, los resultados pudieran ser utilizados como valores referenciales de las características, comportamiento y potenciales rendimientos, ya que éstos son los peores resultados posibles de encontrar, por cuanto estos árboles no tuvieron manejo en absoluto.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, H. 1992. *Secado de la madera aserrada*. En: 19ª Sesión de la Comisión Internacional del Alamo (C.I.A.), p. 319-345.
- ALVAREZ, H., J. FERNANDEZ-GOLFIN. 1992. *Fundamentos teóricos del secado de madera*. Colec. Monografías INIA, núm. 82. Madrid, España: 193 p.
- DIAZ-VAZ, J. 1991. "Alamo", *Lignum* 5: 24.
- FAO. 1980. *Los álamos y sauces*. Colección FAO: Monte N° 10, Roma, 349 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, s/f. Nch 178 CR75. *Madera aserrada de Pino Insigne (Pinus radiata D. Don) clasificación por aspecto*. Santiago (Chile), 19 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1979. NCh 1222 OF-78. *Trozos. Clasificación. Terminología y métodos de medición de los defectos*. Santiago (Chile), 16 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1984. NCh 176-3 OF-84. *Madera. Determinación de la contracción radial y tangencial*. Santiago (Chile), 9 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1984. NCh 176-1 OF-84. *Madera. Determinación de humedad*. Santiago (Chile), 7 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1986. NCh 176-2. *Madera. Determinación de densidad*. Santiago (Chile), 11 p.
- MATTHEI, P. 1994. *Programa de secado artificial para madera de Sequoia crecida en Chile*. Tesis Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia (Chile), 82 p.
- POBLETE, H., J. DIAZ-VAZ, R. JUACIDA. 1994. *Proyecto de innovación tecnológica. Aprovechamiento industrial de la madera proveniente del manejo de renovales*. Informe de Convenio N° 215. Serie Técnica, UACH, 215 p.
- RAMIREZ, J. 1984. *Comportamiento de Pino Oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco) frente al secado artificial*. Tesis Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile, Valdivia (Chile), 87 p.
- RASMUSSEN, E. 1980. *Dry Kiln Operator's Manual*. Agric. Handb. 188. USDA. Washington (EE.UU.), 197 p.