

# SECADO ARTIFICIAL DE DOS HÍBRIDOS COMERCIALES DE POPULUS CRECIDOS EN CHILE\*

## KILN DRYING OF TWO HYBRID POPLARS FROM MANAGED PLANTATIONS IN CHILE

M. Vásquez<sup>1</sup> ; E. Cuevas<sup>1</sup> ; G. Soto<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se estudió el secado artificial de los híbridos de álamo I-488 e I-63/51 (Programas de secado en Tabla 1 y 2), el cual fue subdividido en dos partes. En el primero, tablas de 25 mm x 100 mm del híbrido I-488, fueron secadas desde verde a 12% de contenido de humedad. La calidad del secado fue evaluada de acuerdo al tipo e intensidad de los defectos generados por éste. La segunda parte del estudio compara el comportamiento del secado de la madera procedente de la última troza aserrable de los árboles de ambos híbridos. Los resultados muestran que madera aserrada secada procedente de ambos híbridos es adecuada para la fabricación de productos compuestos y muebles de bajo costo.

**Palabras Claves:** Secado, programas, álamo

### SUMMARY

A study was conducted on the kiln drying of hybrid poplars I-488 and I-63/51 (drying schedules in Tables I and 2), subdivided in two parts. In the first one, boards 25 by 100 mm of the hybrid I-488, were dried from green to 12% M.C. Drying quality was assessed according to the type and intensity of defects after drying. The second part of the study compares the drying behaviour of lumber from top logs of hybrids poplars I-488 and I-63/51. The results show that dry lumber from both hybrids is suitable for composite and non expensive furniture production.

**Key-words:** Drying, Schedules, Populus sp.

\*Versión corregida por los autores luego de ser presentada originalmente en II Congreso Iberoamericano de Investigación en Productos Forestales, Curitiba, Brasil.

<sup>1</sup>Departamento de Industrias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Talca, CHILE. ✉: mvasquez@utalca.cl

## INTRODUCCIÓN

La madera de álamo es considerada erróneamente una madera de fácil y rápido secado. Por ello generalmente es secada en forma incorrecta por los industriales, lo que crea problemas en su utilización. El álamo es usado frecuentemente en forma debobinada para la obtención de chapas, las cuales logran perder su humedad a través de un secado continuo con la aplicación de temperaturas de 100° C o más en unos pocos minutos, logrando humedad igual o inferior a 8%. Sin embargo en el secado de madera aserrada de álamo existe un mayor desconocimiento. Hay que tener presente que la calidad del secado (Contenido de humedad final, gradiente de humedad, tensiones internas y defectos como grietas superficiales y alabeos, etc.), en forma importante se ve influenciada por las características y la calidad de la madera (densidad, ubicación de nudos, inclinación de fibra, contracción, madera de reacción, madera juvenil, tensiones de crecimiento, etc). Un defecto propio de los álamos es la generación de un falso duramen, corazón negro o madera con alta humedad, junto con la generación de colapso y grietas internas. Este defecto es particularmente embarazoso para las utilidades que se pretenden desarrollar, lo cual da lugar a que el proceso requiera ciertos cuidados, si lo que se pretende es obtener madera seca de calidad exenta de los defectos anteriores. Por lo anterior es de vital importancia hacer una adecuada diferenciación de la calidad de la madera de los diferentes híbridos y evaluar su comportamiento frente al secado. Algunos de los híbridos más utilizados en la industria nacional corresponden al *Populus euromericana* c.v. I-488 e I- 63/51. Para ello se realizaron varios estudios conducentes a:

- Evaluar dos programas de secado para madera aserrada lateral del híbrido I-488.
- Evaluar la conducta frente al secado de dos híbridos I-488 e I-63/51 con madera aserrada provenientes de la última troza del fuste.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio del secado de madera aserrada del híbrido I-488 se utilizaron 6 árboles completos procedentes de la zona de Parral, VII Región, Chile. Los árboles se trozaron a 3,2 m, obteniéndose un total de 28 trozas, con un volumen final de 4,7 m<sup>3</sup>. Estos trozos fueron clasificados en siete clases diamétricas, y se obtuvieron piezas de madera aserrada de la zona lateral de la troza y una basa central encerrando la zona de corazón negro. El proceso de secado se condujo desde la madera verde hasta 12%. El secado se realizó en una cámara experimental de 1 m<sup>3</sup> de capacidad. La madera fue dividida en seis cargas, cada una conformada por 70 tablas de 25 mm x 100 mm x 1 m, obtenidas de la zona lateral, es decir, sin médula y corazón negro. Estas cargas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos programas de secado.

Los programas de secado utilizados fueron los siguientes:

Tabla 1: Programa de secado # 1 propuesto por Joly, More-Chevalier (1980)

Etapa	CH madera (%)	TBS ( C )	TBH ( C )	HR (%)	CHE (%)
Calentamiento		70	68	91	15
Secado	Verde	65	59	76	12
	50	65	58	72	11
	40	65	57	71	10
	30	75	66	67	9
	27	75	64	61	8
	24	75	62	55	7
	21	80	65	50	6
	18	80	61	42	5
	15	80	56	31	4
	12	80	50	23	3
Acondicionamiento		75	73	90	16

Donde: CH mad (%) = Contenido de humedad de la madera en porcentaje, TBS ( C ) = Temperatura de bulbo seco en grados Celsius, TBH ( C ) = Temperatura de bulbo húmedo en grados Celsius, HR (%) = Humedad relativa en porcentaje, CHE (%) = Humedad de equilibrio de la madera en porcentaje.

Tabla 2: Programa de secado # 2 propuesto por CTBA (1990)

Étapas	CH mad (%)	TBS ( C )	TBH ( C )	HR (%)	CHE (%)
Calentamiento		85	83	91	16
Secado	Verde	80	77	87	15
	35	80	76	85	14
	30	80	75	80	12
	25	80	73	75	10
	20	80	68	58	7
	15	80	60	40	5
	12	80	50	23	3
Acondicionamiento		75	73	90	16

En ambos programas, el tiempo asignado para las etapas de calentamiento y acondicionamiento fueron de 6 y 8 horas, respectivamente.

La calidad del secado fue evaluada según procedimiento señalado por Fuentes en 1994, a través de un índice de calidad total considerando los siguientes defectos de secado: grietas superficiales, grietas en los extremos y alabeos, cuya expresión se señala a continuación

$$X = \sum_{i=1}^6 \left[ \sum_{j=1}^4 (N_{ij} \cdot x \cdot FD_{ij}) / N_{\text{Total}} \right] \quad (1)$$

Donde:

$N_{ij}$  = Número de piezas clasificadas en el grado de calidad  $j$  bajo el defecto  $i$

$FD_{ij}$  = Factor de desclasificación por grado de calidad  $j$  bajo el defecto  $i$

$N_{\text{Total}}$  = Número total de piezas muestreadas

Al estar los límites del índice de calidad total (ICT) entre los valores 1,01 y 2,00 se establece que la calidad del secado es BUENA.

Para considerar otros parámetros que permiten evaluar la calidad del secado, tales como homogeneidad en el contenido de humedad final de la madera y tensiones de secado, se aplicó la pauta elaborada por Welling en 1994, que establece tres grados de calidad: A (superior), B (intermedio) y C (estándar).

Para el estudio comparativo entre los híbridos I-488 e I-63/51 de la madera proveniente de la porción superior del árbol, se seleccionaron un total de 42 trozos, distribuidos como sigue: 20 trozos del híbrido I-488 y 22 trozos del híbrido I-63/51.

Se realizaron tres ensayos a escala experimental en un secador de 1 m<sup>3</sup>, de un total de 98 tablas de 26 mm x 100 mm x 0,9 m desde verde hasta 10% de contenido de humedad final.

La primera carga se conformó con igual proporción de ambos híbridos (36 tablas de cada uno), incluyendo tablas con maldula y a distintos contenidos de humedad inicial. Los dos ensayos siguientes se realizaron evaluando el comportamiento de cada híbrido por separado, sin considerar tablas que contenían maldula y bajo contenido de humedad inicial.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Al utilizar el programa de secado # 1, el tiempo de secado para la carga de madera aserrada lateral del híbrido I-488, desde un contenido de humedad inicial de 184 (desviación estándar de 16,2) a un contenido de humedad final de 11,8 (desviación estándar de 0,85) fue de 85 horas. Para la carga de repetición, desde un contenido de humedad inicial de 156% (desviación estándar de 10,0) a un contenido de humedad final de 12,4 % (desviación estándar de 0,76) fue de 84 horas. En el caso del programa de secado # 2, el tiempo de secado para madera de similares características a la anterior, desde un contenido de humedad inicial de 162 % (desviación estándar de 8,2) a un contenido de humedad final de 11,5% (desviación estándar de 16,7) fue de 82 horas. Para la carga de repetición, desde un contenido de humedad inicial de 144,6% (desviación estándar de 16,7) a un contenido de humedad final de 13,2% (desviación estándar de 1,88) fue de 81 horas.

El índice de calidad total (ICT) utilizando el programa de secado #1, arrojó un valor de 1,149 y 1,827 para la primera carga y su repetición, respectivamente. Al estar entre los límites 1,01 y

2,00, se establece que la calidad del secado es buena, aunque en la carga de repetición se observaron mayores defectos como arqueadura y torcedura y grietas en los extremos. Para el programa de secado #2, el índice fue de 1,283 y 1,762 para la primera carga y su repetición, respectivamente. Al igual que en el programa anterior, ambos índices señalan una calidad del secado buena, sin embargo defectos como arqueadura y torceduras fueron mas dispersos y de mayor intensidad y las grietas en los extremos se presentaron mas intensas y en mayor cantidad.

Con la aplicación de los programas de secado # 1 y 2, se obtuvo la categoría de calidad de secado Tipo B para la homogeneidad del contenido de humedad final y Tipo A para las tensiones de secado. La repetición de ambos programas generó mejores resultados, obteniéndose la categoría Tipo A en ambos parámetros. Según esta clasificación no existen grandes diferencias en las condiciones finales de la madera al aplicar cualquiera de los dos programas de secado.

En la evaluación de la conducta frente al secado de la madera aserrada procedente de la última troza del fuste de los I-488 e I-63/51, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la primera carga que combinaba los híbridos I-488 e I-63/51 se emplearon 52 horas, dividiéndose en 6 horas de calentamiento, 42 horas de secado y 4 horas de acondicionamiento. El contenido de humedad inicial promedio fue de 61,5% y 51,1% para el híbrido I-488 e I-63/51, respectivamente. El contenido de humedad final promedio fue de 11,0% para I-488 y de 10,4% para I-63/51. La presencia de médula en algunas de las piezas arrojó un porcentaje de bolsas de humedad de 13,9 para I-488 y de 11,1% para I-63/51. Las grietas superficiales en el híbrido I-488 se presentaron en un 33,3 % de la carga cuyas profundidades superaban los 5 mm, la cual las clasifica como graves. En el híbrido I-63/51 se presentó sólo un 13,9% de la carga con grietas clasificadas como graves. Un 27,8% de las grietas en los extremos en el I-488 fueron clasificadas como leve a moderado, mientras que un 25% de las tablas presentaron grietas en los extremos clasificadas como leves a moderadas en el híbrido I-63/51. Al analizar las deformaciones originadas por el proceso de secado, no se evidencian diferencias entre los dos híbridos en estudio, presentando porcentajes superiores al 92% de las tablas en las categorías A y B, es decir con acanaladura menor a 1,9 mm y arqueadura, encorvadura y torcedura inferior a 5,9 mm.

En la carga # 2 que estaba conformada solamente por madera aserrada proveniente del híbrido I-63/51, se emplearon en total 48 horas, dividiéndose en 6 horas de calentamiento, 38 horas de secado y 4 horas de acondicionamiento. El contenido de humedad inicial promedio fue de 37,1% y el contenido de humedad final fue de 10,0%. Los problemas de bolsas de humedad persisten en esta carga y un 6,5% de la carga presentó este defecto, correspondiente a madera de la zona cercana a la médula. Las grietas superficiales se presentaron en un 24,2% de la carga, siendo clasificadas como grave y un 8,1% de la carga presentó grietas en los extremos también clasificadas como graves. Con respecto a los alabeos, el 97% de las tablas se clasificó en las categorías A y B.

En la carga # 3 que estaba conformada 100% por tablas del híbrido I-488, se emplearon en total 48 horas, dividiéndose en 6 horas de calentamiento, 38 horas de secado y 4 horas de acondicionamiento. El contenido de humedad inicial promedio fue de 52,5% y el contenido de humedad final promedio fue de 9,9%. El problema de bolsas de humedad se presenta en 8,1% de la carga. Las grietas superficiales se presentaron en un 12,9% de la carga siendo clasificadas como graves, un 9,7% de la carga presenta grietas en los extremos clasificadas en los grados de leve a moderado y un 1,6% de la carga presenta grietas en los extremos clasificadas como graves. Con respecto a los alabeos un 95% de las tablas se clasificó en las categorías A y B.

## CONCLUSIONES

Como conclusión general del primer estudio se pudo establecer que el comportamiento que sufre la **madera lateral** del híbrido I-488 frente al secado, se puede considerar de calidad aceptable, aunque las deformaciones están presentes en la totalidad de las **cargas**, estas no llegan a comprometer la calidad de la **madera**, no existiendo diferencias significativas en el contenido de humedad dentro de la pieza con la aplicación de ambos programas y **tampoco** tensiones de secado. La aplicación del programa de secado # 2 generó una mayor cantidad de piezas afectadas con grietas en los extremos debido a las condiciones más severas utilizadas durante las primeras etapas de secado. Sin embargo el tiempo total de secado fue menor en tres horas con la aplicación de programa # 2. Frente a similares resultados de secado con la aplicación de ambos programas, se recomienda la utilización de programa de secado # 1 debido al menor costo energético requerido durante las primeras etapas de secado.

Del segundo estudio se puede concluir que los programas realizados fueron relativamente cortos de 48 a 52 horas total de secado, debido al bajo contenido de humedad inicial presente en la **madera** ensayada. La **madera** del híbrido I-63/51 presenta un comportamiento levemente superior al híbrido I-488, presentando menor cantidad de grietas y deformaciones más leves. En ambos híbridos se observa la presencia de bolsas de humedad, que supera el 15% de la carga. Sin embargo, el híbrido I-488 presenta buenas características frente al secado, con bajos niveles de deformación, siendo similares a los encontrados en **madera lateral** proveniente de trozas aserrables. De ambos estudios se puede concluir que el secado de **madera aserrada** de los híbridos I-488 e I-63/51 es técnicamente realizable, independientemente de la zona desde donde se extrae la **madera**, y que esta puede ser empleada para productos que requieran calidad en terminación, como son paneles de **madera** enlistonada o partes y piezas de muebles, entre otros.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestros sinceros agradecimientos al Proyecto FONDEF D98I1086 "Establecimiento de las bases para un mejoramiento del género *Populus* en Chile mediante la introducción de nuevos clones y genotipos selectos de álamo en el país", por el material experimental proporcionado para el primer estudio. A la Compañía Agrícola y Forestal El Álamo, y al director del CERTIM por permitir publicar los resultados de la asistencia técnica desarrollada durante el 2001.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTILLO, J. P. Secado de **Madera** aserrada de **populus euroamericana cv. 1-488.2001**. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca. Talca. Chile. 96 p.

FUENTES, M. 1994. Secado de la **madera** aserrada de *Pinus radiata*, impregnada con sales **hidrosolubles CCA**. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 46p.

JOLY, P ; MORE-CHEVALIER, F. 1980. Theorie, pratique & tconomie du stchage des Bois.H.Vial, france

SOTO, G. ; CASTILLO, J.P. 2001. **Comportamiento** frente al secado de **madera** aserrada de dos **híbridos** de **alamo I-63/51** e **I-488**, proveniente de la ultima troza del **fuste** y su **compa-**  
**ración** con la **conducta** de **madera** obtenida de **trozas** debobinables del **híbrido I-488**. Trabajo de Asistencia Técnica del Centro Regional de Industria de la Madera (CERTIM). Departamento de Industrias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca. Talca. Chile. 15 p.

WELLING, J. 1994. Drying quality assessment and specification. In: 4<sup>th</sup> IUFRO IINTERNATIONAL CONFERENCE ON WOOD DRYING. Proceedings. Rotorua, New Zealand. 297-304p.