

Metodología para evaluación del control de calidad en el estufado de madera

Methodology for evaluation of quality control in artificial wood drying

QUINTANAR-OLGUIN, Juan†*

INIFAP - CIRGO. C. E. San Martinito

ID 1^{er} Autor: Juan, Quintanar-Olguin / CVU CONACYT ID: 203741

Recibido 19 de Agosto, 2018; Aceptado 30 Septiembre, 2018

Resumen

Ante La madera, al ser un material de origen biológico, experimenta variaciones de distinta índole en función de su estructura anatómica y de su contenido de humedad. Por tanto, el contenido de humedad de la madera es uno de los parámetros más importantes a considerar para los distintos propósitos en que será utilizada y todo proceso de secado, debe cumplir con el objetivo de extraer la humedad contenida en la madera. En los procesos de secado de maderas, el producto “es la madera” con un contenido de humedad determinado en función de su uso final y la calidad del proceso se mide, por la uniformidad de la humedad lograda. El control de calidad en este proceso, tiene por objeto definir especificaciones a las que el producto deberá ajustarse. Utilizando la metodología de gráficas de control X-R se realizó la evaluación del proceso de secado.

Metodología, Tecnología de secado, Calidad de secado

Abstract

Wood being a material of biological origin, experiences variations of different kinds depending on its anatomical structure and its moisture content. Therefore, the moisture content of the wood is one of the most important parameters to be considered for the different purposes in which it will be used and every drying process must comply with the objective of extracting the moisture contained in the wood. In wood drying processes, the product "is wood" with moisture content determined according to its final use and the quality of the process is measured, by the uniformity of the humidity achieved. The quality control in this process, aims to define specifications to which the product should adjust. Using the X-R control graphics methodology, the evaluation of the drying process was carried out.

Methodology, Drying technology, Drying quality

Citación: QUINTANAR-OLGUIN, Juan. Metodología para evaluación del control de calidad en el estufado de madera. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018, 4-13: 8-13.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: quintanar.juan@inifap.gob.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El secado de la madera forma parte de una serie de procesos que participan en la transformación de la madera, y como todo proceso, es determinante en la calidad del producto final que es la madera con un contenido de humedad determinado en función de su uso final. En general, como consumidores se tiene una idea muy clara de la calidad de madera que se necesita para algún uso, existiendo normas de clasificación, las cuales han tenido una buena aceptación en el comercio de la madera. Sin embargo, para la calidad de secado no existe ninguna norma al respecto.

La calidad del secado de la madera se refiere a las propiedades y los posibles defectos presentes en la madera seca, que se originan como consecuencia del proceso de secado. La calidad del secado puede estar, en algunos casos, influenciada por las características que definen la calidad de la madera (Quintanar *et al.* 2008).

En la actualidad, una de las ideas principales para determinar la calidad del proceso de secado está enfocada a la coincidencia entre el contenido de humedad final programado y el contenido de humedad obtenido en el proceso de secado.

El contenido de humedad de la madera es uno de los parámetros más importantes a considerar en el control de calidad, ya que esto permite cumplir con los requerimientos de uso (Gómez y Ramírez, 2006). La calidad de secado dada por la diferencia existente en el contenido de humedad entre tablas individuales al final del proceso, se mejora con el periodo de acondicionamiento (Kolin, 2003). También se pueden calcular los coeficiente de variación y de dispersión relativa de la distribución del contenido de humedad (Guzenda *et al.*, 2002)

En este contexto, Welling (2007) considera que el contenido de humedad deseado es un valor clave en las especificaciones de un sistema de calidad de secado, el promedio en el contenido de humedad debe estar dentro de un rango alrededor del contenido de humedad objetivo y la variación de humedad se expresa como un porcentaje de piezas dentro de límites dados.

Sin embargo, en el secado de madera de un lote, es imposible alcanzar el contenido de humedad objetivo para todas las piezas. Siempre habrá variación dentro de un lote e incluso dentro de una misma tabla, en relación al contenido de humedad deseado (Eliasson, 2006). Debiendo obtenerse en un proceso de secado, baja variación en el contenido de humedad de un lote de madera, para reducir rechazos adicionales dentro de la producción causada por bajo o alto contenido de humedad.

En los procesos industriales, la principal herramienta estadística para el control de calidad son las gráficas de control (y sus modificaciones particulares), definidas como un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un “estado de control estadístico” (Feigenbaum, 1999). El concepto de control de calidad se refiere a si las características a medir se encuentran dentro de rangos o límites determinados que no impliquen pérdida de calidad. Si la característica a medir cae fuera de dicho rango o límite, el proceso está fuera de control e iniciar la búsqueda y corrección de la causa que originó la desviación (Caballero, 2005).

Una de las herramientas técnicas para evaluar la calidad del secado de la madera, es el uso de las gráficas de control por variables con valores especificados (Håkon and Tronstad, 2004). El control de calidad de la madera seca tiene por objetivo ajustarse a las especificaciones o estándares definidos por el fabricante o por el comprador del producto.

Bajo las consideraciones anteriores, en el presente trabajo se propone una metodología para aplicar el control de calidad en el secado de madera, considerando la distribución y comportamiento del contenido de humedad final respecto al contenido de humedad objetivo, en procesos de estufado.

Metodología

La toma de datos de contenido de humedad, se realizó en 50 tablas seleccionadas totalmente al azar, de una carga de secado realizado en un secador convencional. Utilizando la metodología propuesta por Juacida e Inzunza (1986), se elaboraron las gráficas de control por variables x-R correspondientes al proceso de secado, determinado lo siguiente:

x = Medición individual.

n = Número de observaciones de un grupo (generalmente no mayor a 10).

R = La diferencia entre la mayor y menor lectura de una muestra de n lecturas.

$A2$ = Constante para calcular límites de control de una carta x .

$D3$ = Constante para calcular límites de control superior para una carta R .

$D4$ = Constante para calcular límites de control superior para una carta R .

Además, se determinó el coeficiente de variación del contenido de humedad final como una medida de calidad de secado, se calculó mediante la fórmula propuesta por Guzenda *et al.* (2002):

$$CV = \frac{\sigma}{CH_{prom}} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación, expresado en %.

σ = Desviación Estándar.

CH_{prom} = Promedio del contenido de humedad de todas las lecturas obtenidas.

Otro estimador que se evaluó fue la dispersión relativa (DR), según la fórmula propuesta por Guzenda *et al.* (2002) y definida como:

$$DR = \frac{\Delta CH}{CH_{prom}} \quad (2)$$

Dónde:

DR = Dispersión relativa.

$\Delta CH = CH_{max} - CH_{min}$: Es la diferencia absoluta entre los extremos de los contenidos de humedad de las lecturas realizadas.

CH_{prom} = Promedio del contenido de humedad de todas las lecturas.

Resultados y discusión

La representación de las frecuencias o distribuciones mediante histogramas son una buena herramienta para controlar variables de calidad, en este caso el contenido de humedad final de una carga de madera, ya que en éstos se puede observar la tendencia de un sesgo presente en una serie de datos (Gómez y Ramírez, 2006).

Utilizando los datos de contenido de humedad final, se calculó la amplitud de rango de frecuencias, obteniendo una amplitud del intervalo de 1.13, el cual es aplicado para generar el histograma del estufado realizado.

En la tabla 1 se presentan los resultados de la carga de secado. En esta carga se presentaron ocho rangos de distribución de humedad final, esto es, existió una alta dispersión del contenido de humedad final. Se observa que solo el 46% (23 tablas) de la muestra están en el rango de tolerancia de $4.5 \leq 6 \leq 7$, según lo establecido por Welling (1994). Lo que conduce a clasificar a éste estufado como un mal secado, ya que el 54% de la muestra está fuera del rango establecido, y en un lote solo se permite una desviación menor a 10% para ser clasificado como un buen proceso de secado (Simpson, 2001; Quintanar, 2013). Datos diferentes a los reportadas por Guzenda *et al.* (2002), menores de 8 % en diferentes estufados. Mostrando que la distribución del contenido de humedad en los secados fue relativamente uniforme, lo que podría clasificar al proceso de secado como bueno.

CH (rango)	N. tabla	%
6- 7.13	23	46
7.13- 8.26	9	18
8.26- 9.39	7	14
9.39- 10.52	5	10
10.52- 11.65	3	6
11.65- 12.78	0	0
12.78- 13.91	2	4
13.91- 15.04	1	2

Tabla 1 Número de tablas y frecuencia por intervalo de contenido de humedad final, en el estufado en estudio

El histograma de frecuencias que representa la distribución del contenido de humedad de la madera estufada, muestra la existencia de sesgo hacia la derecha, donde el intervalo de 6 a 7.13 representa el 46% que corresponde a 23 tablas, conforme se hace mayor el contenido de humedad final va decreciendo el número de tablas que presentaron un contenido de humedad final mayor que el contenido de humedad final objetivo.

En la tabla 2 se muestran los valores de contenido de humedad final de la superficie y centro de las probetas de la carga. En los resultados se observa que en todas las probetas, el contenido de humedad del centro es mayor que el contenido de humedad de las superficies.

La probeta 6 presentó el mayor gradiente de humedad con un valor de 1.58% y la probeta 1 presento el valor más bajo con 0.12%. Así, el promedio de gradiente de humedad en la carga fue de 0.74%, valor que está dentro del rango de gradiente permitido, que debe ser menor o igual a 2% (Quintanar, 2013).

Bajo el concepto de gradiente de humedad, ésta carga puede ser clasificada como de un buen secado, semejante a los resultados presentados por Pérez *et al.* (2007) que al evaluar la homogeneidad de la humedad obtuvieron un nivel medio en calidad de secado, pero alcanzando un nivel de Exclusivo en el gradiente de humedad.

NoPr	Sup (%)	Centro (%)	Sup2 (%)	CH x	Inter R
1	10.0	10.2	10.12	10.11	0.12
2	7.92	8.37	8.12	8.14	0.45
3	9.02	9.07	7.86	8.65	1.21
4	9.16	9.92	9.46	9.51	0.76
5	9.01	8.91	8.64	8.85	0.37
6	8.68	10.26	9.25	9.39	1.58

Tabla 2 Gradientes de humedad para las tablas de la carga

En relación con las cartas de control por variables, en el gráfico 1, se muestra el control de rangos y en la gráfico 2 se muestra el control de medias. En la gráfico 1, se aprecia que el contenido de humedad medio (línea central de la gráfica) es el promedio de los rangos de contenido de humedad de los grupos y corresponde a 0.74%. El límite superior es de 1.90% y el límite inferior es 0 % de humedad.

La posición de la mayoría de la mitad de los grupos (50% de las observaciones) es inferior con respecto a la línea central, indicando que el contenido de humedad de la madera en general tuvo una variación menor a la del promedio calculado, ya que apenas el 33.3% de las observaciones está por encima de la línea central.

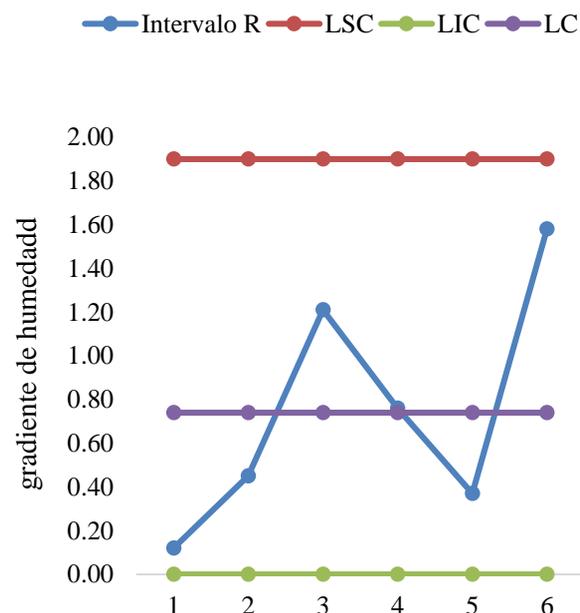


Gráfico 1 Grafica de control de rangos para la carga de secado

En el gráfico 2 se muestra la gráfica de control de medias, donde la línea de control central (promedio de las medias de los grupos) es 9.11%. El límite de control superior es de 9.86% y el límite inferior de control es 8.35%. En esta gráfica se aprecia que dos observaciones están fuera de los límites de control, una fuera del límite superior y otra fuera del límite de control inferior. Además, tres observaciones se encuentran por debajo de la línea central, lo que para el caso de esta gráfica indica que la estufa secó más del 50 % de la madera por debajo del promedio calculado.

Al evaluar el proceso de estufado de la madera en algunas empresas, los problemas más comunes respecto al control de calidad son:

- No existen indicadores o estándares de calidad definidos para sus productos.
- No tienen identificados los puntos críticos de su proceso productivo, a partir de los cuales realizar el control de calidad de su proceso productivo.
- No cuentan con instrumentos de registro o técnicas de verificación de la calidad de las partes y el producto final.
- Poca capacidad del personal para realizar controles de calidad en el proceso de producción y producto terminado.

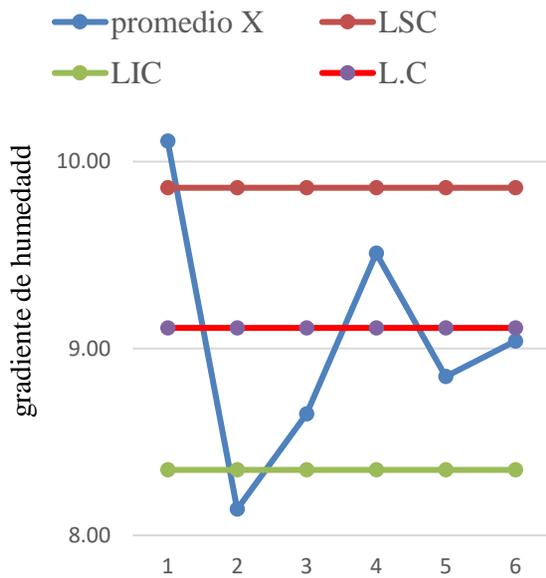


Gráfico 2 Grafica de control de medias para la carga del secado

Estos problemas acarrearán serias consecuencias para la empresa, entre las que se pueden mencionar:

- Incumplimiento de las especificaciones técnicas acordadas con los clientes, generando insatisfacción y pérdida de confianza.
- Incremento de los costos de producción por reproceso de piezas y, en ocasiones, del producto final, con el consecuente gasto de materia prima, insumos, materiales, tiempo de máquinas, equipos, herramientas, mano de obra, así como la pérdida de la materia prima, insumos y materiales ya empleados.
- Dificultades en la organización del trabajo por el uso inadecuado del espacio y conocimiento parcial de las habilidades y potencialidades del personal.
- Piezas intermedias con defectos por descalibración de máquinas.
- Interrupción del proceso de producción por fallas de máquinas y equipos, aumentando los tiempos de producción que llevan al incumplimiento de los plazos pactados.
- Deterioro prematuro de los productos terminados por deficiencias en el proceso y el no uso de material adecuado.

- Baja productividad, ya que aumentan los tiempos y costos en la elaboración de los productos.

Referencias

Caballero M., S. O. (2005). Diseño Económico Estadístico de Diagramas de Control X-S. Tesis Maestría. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla. 69 p.

Eliasson F. (2006). Quality Hand Book Joinery Kiln Drying. Master's Thesis. Lulea University of Technology. División of Wood Science and Technology. Skelleftea, Sweden. 69 p.

Feigenbaum V., A. (1999). Control total de la calidad. Editorial CECSA. Tercera edición. México, D.F. 922 p.

Gómez I., E y M. Ramírez M. (2006). Análisis y estudio del contenido de humedad final de la madera Revista Ingeniería Industrial. 5(1): 23-30.

Guzenda R., J Majka, W Olek and J. Dudzinski. (2002). Moisture content of timber after drying-estimation of drying quality electronic journal of Polish Agricultural Universities, Wood Technology, Volume 5, Issue 2. <http://www.ejpau.media.pl>

Håkon T. and S. Tronstad. (2004). Quality control in kiln drying. In: Proceedings: COST E15 Conference, Athens, Grecia. 11p.

Juacida P., R y L. Inzunza D. L. (1986). Pautas de control de calidad para madera aserrada artificialmente. Publicación Docente No. 21 Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. 27 p.

Kolin, B. (2003). Kiln drying schedules for steamed Beechwood timber – some experiences. In: Proceedings 8th International IUFRO wood drying conference. Brosov, Romania. 314-318 p.

Pérez P., R; A. Ananías y G. Hernández. (2007). Estudio experimental del secado de renovales de canelo *Drimys winteri*. Maderas. Ciencia y Tecnología 9(1):59-70.

Quintanar, O.J. 2013. El control de calidad de la madera estufada. Desplegable para productores Núm. 53. INIFAP-CIRGOC-C. E. San Martinito. Puebla, Pue. 2 p.

QUINTANAR-OLGUIN, Juan. Metodología para evaluación del control de calidad en el estufado de madera. Revista de Investigación y Desarrollo. 2018.

Quintanar O., J.; M. E. Fuentes L. y R. Flores V. 2009. Manual para el secado en estufa de madera de encinos de Oaxaca. Folleto técnico Núm. 50. INIFAP-CIRGOC-C. E. San Martinito. Puebla, Pue. 70 p.

Simpson I., (2001). New Drying Quality Standard Published. Wood processing Newsletter. Issue. No. 30. 22.

Welling J. 2007. Use of EN drying quality standards. In: Proceedings Joint COST E53 Workshop/EDG Seminar. Riga, Latvia.

Welling J. 1994. EDG-Recommendation. Assessment of drying quality of timber. Pilot edition (for testing). 28 p.