



VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO
DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PARADIGMAS NA FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS
EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

22 a 24 de outubro de 2014
Recife - PE



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.226-612-1>

Control estadístico en tiempo real de la calidad dimensional de madera aserrada de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barr. & Golf.

Ouorou G. M. Guera¹, José A. A. da Silva¹, Rinaldo L. C. Ferreira¹, Daniel A. Lazo Alvarez², Francisco T. de A. Moreira¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco (gueraforest2014@yahoo.com; jaaleixo@gmail.com; rinaldo@dfl.ufrpe.br; tiberio.florestal@gmail.com); ²Universidad de Pinar del Rio (daniel@upr.edu.cu)

Resumen: *El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad dimensional de madera aserrada por medio de gráficos de control de media y desviación estándar. En estudio fue llevado a cabo en el aserrío “Combates de las Tenerías” y en ello fue realizado una evaluación en tiempo real del proceso de aserrado de la madera después de la determinación de los límites superiores e inferiores de control para el grosor de las tablas de dimensión 25mm x 100mm x 3,5m. Las tablas evaluadas así como el proceso se encuentran bajo control estadístico. El software qcc del paquete WinQsb es una herramienta viable para el control de calidad dimensional en tiempo real de madera aserrada.*

Palabras-clave: Control Estadístico de Procesos, Calidad de madera aserrada, WinQsb 3.0.

1. Introducción

Para responder a la necesidad de madera aserrada en el occidente de Cuba, el aserrío Combate de las Tenerías, el de mayor productividad en la isla, registra en los últimos años, valores de productividad superiores a 60% (AYESSA, 2011).

Aunque ese aumento de la productividad resuelva los problemas cuantitativos de la demanda del mercado, la calidad de la madera ofertada se encuentra por debajo de las exigencias de ese mercado consumidor. El control de calidad hace referencia a un proceso o un conjunto de actividades y técnicas operacionales que se usan para cumplir los requerimientos de calidad

y según Bertrand y Prabhakar (1990) e Galgano (1993), eso incluye cualquier operación que sirva para mejorar, dirigir o asegurar la calidad.

El presente trabajo tiene como objetivo, determinar los límites de control de calidad para el producto seleccionado para la evaluación en tiempo real, de la calidad dimensional de la madera aserrada del *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en el aserrío “Combate de las tenerías”. Para una sistematización del control de calidad dimensional, se testó el programa *WinQsb 3.0* como herramienta que posibilite un control estadístico e sistemático del proceso para así mejorar la calidad de los productos obtenidos.

2. Material y Métodos

En el aserrío “Combate de Tenerías” donde fue realizado el trabajo, los surtidos producidos son esencialmente las tablas, los tablones o vigas. El grosor, factor de mayor impacto sobre el rendimiento fue medido con un pie de rey (precisión $\pm 0,02$ mm) en las tablas de dimensiones 25mm*100mm*3,5m muestreadas. Las mediciones fueron hechas durante dos días, una pieza por hora real de trabajo (5 horas/día) e 5 mediciones en cada canto en forma equidistante al largo de las mismas, teniendo el cuidado de establecer una secuencia permanente de las mediciones respecto a la dirección de salida de las piezas de la sierra (Brown, 1986; Zavala, 1991), con el objetivo de identificar eventuales problemas en los equipos.

2.1. Cálculo de las dimensiones óptimas de corte de la madera

Se determinaron las dimensiones óptimas de corte a la que debe aserrarse la madera verde para que cumpla con las especificaciones de grosor exigidas por el mercado. Para ello, se consideran tres tipos de tolerancias de volumen: tolerancia debido a la contracción de la madera, debido al cepillado, y al eliminar las asperezas y el mal dimensionado de las piezas:

$$D_o = \frac{DF + TC}{(1 - \%C)} + Z * St$$

En que: D_o – Dimensión óptima de corte de madera verde, mm; DF- Dimensión final, mm; TC- Tolerancia por cepillado en ambos lados del surtido, mm; %C- Tolerancia por contracción de la madera, %; Z- Factor de dimensión mínima aceptable (adimensional), %; St- Variación total de aserrado, mm.

Para la determinación de la dimensión óptima de corte, las especificaciones para la especie *Pinus caribaea* son las siguientes: DF = 25

mm; TC = 0; C = 4.30% (conformemente a los resultados obtenidos por Ibáñez (1975) y las valoraciones de Egas (1998) y Zavala (2003); z =5 %.

2.2. Determinación de los límites de control del aserrado para la construcción de los gráficos de control ($\bar{X} - s$)

La construcción de gráficos se resume en: 1) tomar k muestras de tamaño n ($n \geq 10$), 2) Después del cálculo de la media y la desviación estándar de cada muestra, los límites inferiores y superiores para los gráficos de media (\bar{X}) y desviación estándar (\bar{S}) se calcularon por las siguientes formulas:

$$LSC = \bar{X} + A_3\bar{S} \quad LC = \bar{X} \quad LIC = \bar{X} - A_3\bar{S} \quad LSC = B_4\bar{S} \quad LC = \bar{S} \quad LIC = B_3\bar{S}$$

En que: LC, LCS e LIC son respectivamente, el Límite de Control, el Límite Superior de Control e el Límite Inferior de Control. Las constantes c_4 , A_3 , B_3 y B_4 son tabulados para distintos tamaños de muestra.

Los gráficos control fueron elaborados utilizando el software qcc del paquete WinQsb 3.0

3. Resultados y Discusión

3.1 Cálculo de las dimensiones óptimas de corte de la madera

Las características del aserrado de la madera y la dimensión óptima de corte para obtener un grosor final deseado de 25 mm se encuentran en la Tabla 1.

TABLA 1 - Características de corte de las tablas de 25 mm de grosor

Parámetros (cm)	Valor
Dimensión óptima (D_0)	30,0332
Dimensión final (D_f)	25,0000
Variación dentro de las piezas (S_w)	2,0269
Variación entre piezas (S_b)	1,7058
Variación total del proceso (S_t)	2,6492
Dimensión crítica (D_c)	25,6621
Límite Superior de Control (LSC)	28,40
Límite Inferior de Control (LIC)	25,36
Valor medio de corte	26,88

En el aserrío “Combate de las Tenerías”, la madera verde tiene que ser cortada con un grosor de 30 mm para obtener una dimensión final de 25 mm. Controlar ese problema permitirá tomar decisiones dirigidas a la reducción de la dimensión óptima de la madera verde y por ende para el incremento de la eficiencia de conversión de la madera. La variación dentro de la pieza fue mayor que la variación entre piezas; eso permite diagnosticar que el proceso

de aserrado presenta un problema de la alineación adecuada de las escuadras del carro y una correcta proyección de los esquemas de corte.

3.2. Resultados de la aplicación del software QCC para el control de calidad de madera aserrada

Considerando los resultados obtenidos, el proceso de aserrado se encuentra bajo control (Figura 1). Como se puede observar en los gráficos de control X (Figura 1A) y S (Figura 1B), ningún de los puntos se encuentra fuera de los límites de control establecidos; lo que indica que el proceso de aserrado de madera del surtido 25mm*100mm*3,5m se encuentra bajo control. Este resultado que coincide con los obtenidos por Álvarez (2005), y por otra parte difiere de los obtenidos por Zavala (1981) e Ayessa et al. (2011) para la misma especie. Esa diferencia con esos autores se puede atribuir a la diferencia entre los parámetros de evaluación considerados ya que la mayoría de los autores precitados, utilizaron los gráficos de media y rango mientras que en la presente investigación, se implementan gráficos de media y desviación estándar por ser la desviación estándar un mejor estimador de variaciones que el rango.

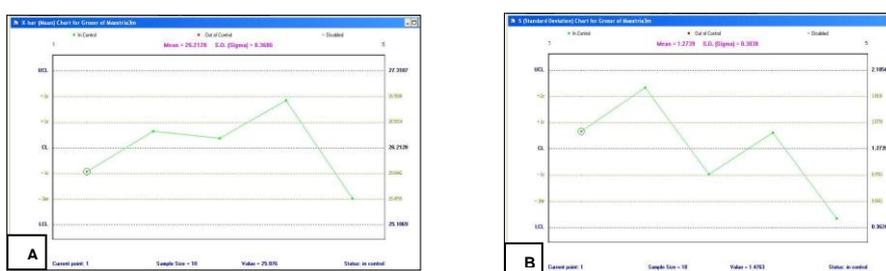


FIGURA 1 - Gráficos de media (a) e de la Desviación estándar (b) del grosor de las piezas

4. Conclusiones

La madera verde tiene que ser cortada con un grosor de 30 mm para obtener la dimensión final deseada (25mm).

La madera aserrada de dimensiones 25mm*100mm*3,5m se encuentra bajo control estadístico pero el problema de alineación adecuada de las escuadras del carro tiene que ser solucionado para no perder esa calidad.

El software QCC del paquete WinQsb 3.0 es una herramienta viable para el control estadístico de la madera aserrada.

5. Referencias

BERTRAND, L.; PRABHAKAR, M. **Control de calidad**. teoría y aplicaciones. Madrid: Díaz De Santos, 1990. 549p.

- BROWN, T. D. **Lumber size control**. Corvallis: Oregon State University, 1986. 16p. (Special Publication, 14).
- GALGANO, A. **Calidad total**: La clave estratégica para la competitividad de la empresa. Madrid: Díaz De Santos, 1993. 112p.
- ÁLVAREZ, D. **Tecnología de la madera**. Pinar del Rio: Universidad de Pinar del Rio, 2005. 188p.
- AYESSA, L. Influencia de diferentes variables dendrometrías y calidad de arboles en pie sobre los rendimientos de madera aserrada de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. 2011. 156f. Tesis (Doctorado en Ciencias Forestales) - Universidad de Pinar del Rio, 2011.
- ZAVALA, D. **Analysis of the sawmilling practices in the State of Durango, Mexico**. 91f. Thesis (Master of Science) – The University of British Columbia, 1981.
- ZAVALA, D. **Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada**. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 1991. 49p. (Serie de apoyo académico, 44).
- ZAVALA, D. Efecto del sistema de aserrío tradicional en las características de la madera de encinos. **Madera y Bosques**, v.9, n.2, p.29-39, 2003. Disponible en: <<http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/9.2/pdf/Zavala%202003.PDF>>. Acceso en: 21 jul. 2014.