

# Rendimiento volumétrico e importancia del control de calidad de madera aserrada de *Pinus* spp.

Volumetric timber production and importance of sawn lumber quality control of *Pinus* spp.

ENRIQUE AMBRIZ<sup>1,2</sup>, MA. YOLANDA ANDRADE-TORRES<sup>1</sup> Y HÉCTOR MANUEL SOSA-VILLANUEVA<sup>1</sup>

Recibido: Marzo 8, 2018

Aceptado: Noviembre 24, 2018

## Resumen

La mayoría de los aserraderos del estado de Michoacán clasifican su madera mediante una evaluación visual (número de defectos) lo cual ha provocado una baja calidad en la madera de los aserraderos. Una valoración completa de esta madera se realiza mediante la variación del grosor del corte (St). Por lo tanto, el objetivo fue evaluar la calidad de la madera aserrada y estimar el impacto económico de la calidad de corte en un aserradero en el estado de Michoacán. La St y el rendimiento se determinaron en tablas de 19 mm como grosor nominal. La muestra consistió de 100 tablas en cinco anchos y en cada tabla se midieron ocho puntos del grosor. La St fue de 0.99 mm con un grosor promedio de 25.4 mm y grosor óptimo de 26.2 mm. Treinta y nueve tablas presentaron uno o varios puntos con un grosor menor al mínimo requerido y constituyeron el 43.2% de rechazo; esto representa una pérdida económica de 3.66%. Esta pérdida no se debe a problemas en el carro porta trozas o en la torre, de acuerdo a la variación de corte dentro (Sw) y entre (Sb) las tablas. Los datos mostraron una baja calidad de corte y una pérdida económica que puede ascender hasta un 25% en el aserradero de estudio.

**Palabras clave:** grosor óptimo, control de la madera, variación de corte, aserrío.

## Abstract

Most sawmills in the state of Michoacán classify their wood by visual evaluation (number of defects) which has caused a low quality in wood from the sawmills. A complete evaluation of this wood is carried out by the variation of the lumber cut thickness (St). Therefore, the objective of this work was to evaluate the quality of sawn wood and to estimate the economic impact of the sawn wood quality in a sawmill in the state of Michoacan. The St and the yield were determined in a sawmill in boards with 19 mm as nominal thickness. The sample consisted of 100 boards in five widths and in each board eight points of thickness were measured. The St was 0.99 mm with an average thickness of 25.4 mm and an optimum thickness of 26.2 mm. Thirty nine boards had one or more points with a thickness smaller than the minimum required and accounted for 43.2% of rejection and represent an economic loss of 3.66%. This loss is not due to problems in the carriage or in the saw head according to the within-board (Sw) and between-board variation (Sb). The data shows a low quality of sawn wood and an economic loss that it can rise up to 25% in the sawmill of this study.

**Keywords:** Green target size, lumber size control, lumber thickness variation, sawn wood.

<sup>1</sup>UNIVERSIDAD MICHOCACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Ave. Francisco J. Múgica s/n Ciudad Universitaria, C.P. 58030. Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Dirección electrónica del autor de correspondencia: enriqueambriz1@gmail.com

## Introducción

La producción maderable en el estado de Michoacán se ubica en el tercer sitio a nivel nacional (INEGI, 2017). De los aserraderos registrados en el estado, el principal problema es que la mayoría presentan una baja calidad de corte de la madera aserrada, y por ello presentan pérdidas económicas que no se identifican y son poco competitivos. A través de la evaluación de la variación de corte (St) se puede determinar la calidad de la madera aserrada y se puede estimar la pérdida económica de la baja calidad de la madera.

La St es útil para identificar problemas en el aserradero (Brown, 2000). Una variación significativa dentro de las tablas (Sw) indica problemas en el carro porta trozas o en la torre, y entre tablas (Sb) indica problemas ajenos a estos dos principales elementos (Brown, 2000). Una St cercana a cero es cuando el grosor final y el grosor promedio de corte son similares. En este caso, la mayoría de las tablas cumplen con el grosor nominal y se califica como alta calidad en el corte. Cuando la St se aleja de cero sucede todo lo contrario (Álvarez-Lazo *et al.*, 2004). Las variaciones de corte reportadas están entre 1.05 y 2.90 para especies de pino en tablas de 19 mm y 13 mm de grosor nominal (Álvarez-Lazo *et al.*, 2007; Nájera-Luna *et al.*, 2011; Ortiz-Barrios *et al.*, 2016). La calidad en el asierre es baja considerando que un asierre excelente es de 0.38 de St para coníferas (Brown, 1986).

La calidad del asierre se determina una vez que la St se conoce. La St y la calidad del asierre son inversamente proporcionales; por tanto, se requieren acciones correctivas cuando la St es igual o mayor a 1. La disminución de la St se ha logrado con acciones como alineación de las escuadras del carro portatrozas, limpieza y ajuste de las guías de la sierra, limpieza de ruedas y rieles y disminución de la velocidad de alimentación (Nájera-Luna *et al.*, 2012). El solo ajuste en la St ha significado un incremento del 2.76% de volumen recuperado, y, en consecuencia, los ingresos aumentan en los aserraderos (Zavala-Zavala, 1994). El objetivo fue determinar la calidad de corte en un aserradero comercial y calcular el impacto económico debido a la variación de corte.

## Materiales y métodos

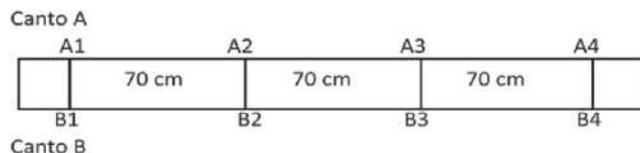
El estudio se realizó en el aserradero Silvícola San José S. A. de C. V., en el año 2014. Este se ubica en San José Lagunillas, municipio de Queréndaro, Michoacán.

El asierre de las 50 trozas de *Pinus spp.* se realizó con una sierra cinta de 15.24 cm (6") de ancho, calibre 17 (1.47 mm), paso de diente de 3.81 (1 ½"), profundidad de garganta de 1.27 cm (1/2") y suaje de 0.31 cm (1/8"). El diámetro de los volantes fue de 99.1 cm (39") con una pista de 12.1 cm (4 ¾"). El carro porta trozas tenía un ajuste de espesor mínimo de 3 mm (1/8").

Las cincuenta trozas se eligieron al azar y se aserraron con los métodos de asierre vivo y asierre por volteos. El rango de diámetro en la base de troza fue 59 cm (23 - 82 cm) y en punta fue de 50 cm (20 - 70 cm). La longitud de las trozas estuvo entre 255 y 264 cm. Los anchos de tabla fueron de 10.16 cm (4"), 15.24 cm (6"), 20.32 cm (8"), 25.40 cm (10") y 30.48 cm (12") con 20 tablas por cada ancho. El asierre de trozas se realizó con dos sierras y cincuenta tablas se seleccionaron al azar en cada caso. El coeficiente de asierrió se determinó en porcentaje mediante el cociente entre el volumen total de tablas aserradas y el volumen total de las cincuenta trozas seleccionadas.

En cada tabla, se cuantificaron ocho puntos del grosor, esto es, cuatro puntos por canto en sentido longitudinal de la tabla (Figura 1). El grosor se midió con un vernier (Truper, México). La primer y última medición del grosor se realizaron en el canto A y el B a 20 cm de su extremo respectivo en sentido longitudinal de la tabla. Los dos puntos restantes se midieron a 70 centímetros entre sí. La variación de corte se realizó con relación al total de tablas (ocho mediciones por tabla). La variación de corte se calculó también por cantos con las mediciones A1, A2, A3 y A4 en relación con las mediciones B1, B2, B3 y B4 y por extremos con las mediciones A1, A2, B1 y B2 en relación con las mediciones A3, A4, B3 y B4 (Figura 1).

**Figura 1.** Mediciones de grosor realizadas en 100 tablas de *Pinus* spp.. La muestra fue de 20 tablas de 10.16 cm (4 pulgadas), 15.24 cm (6 pulgadas), 20.32 cm (8 pulgadas), 25.40 cm (10 pulgadas) y 30.48 cm (12 pulgadas).



La variación de corte se calculó de acuerdo con fórmulas propuestas por Sosa-Villanueva (1990) y Zavala-Zavala (1981). El grosor final de referencia fue de 25.4 milímetros para grosores de 19.0 mm (3/4") cuyo refuerzo es del orden de 6.35 mm (1/4"). El grosor crítico se determinó con relación al grosor nominal, el refuerzo por cepillado y el refuerzo por encogimiento. Las tablas con una o varias mediciones menores al grosor crítico se eliminaron y se reportaron como rechazo. El porcentaje en volumen de las tablas rechazadas se calculó con relación al grosor promedio y a la longitud promedio de las trozas. El cálculo de la pérdida económica se hizo con base en los datos del Sistema de Precios de Productos Forestales Maderables (SIPRE) (CONAFOR, 2016). El valor por m<sup>3</sup> (423.8 pt) de madera aserrada libre a bordo de aserradero se obtuvo del promedio de las calidades 2 y mejor, tercera y cuarta y fue de \$5,016.38 M.N., así como de \$3,754.87 M.N por m<sup>3</sup> en calidad *millrun*. El análisis de datos se realizó mediante un análisis de varianza de una vía y la diferencia entre medias se determinó mediante una prueba de Tukey (p = 0.05).

## Resultados y discusión

En total 813 tablas se obtuvieron de las 50 trozas aserradas. El coeficiente de aserrío fue de 62.8% y el volumen de la madera aserrada fue de 10.85 m<sup>3</sup>. El grosor promedio y las variaciones de corte se presentan en el Cuadro 1. El grosor promedio general fue de 25.4 mm y la variación de corte (St) fue de 0.99 mm. Esta variación de corte fue similar a la reportada en el estado de Oaxaca (1.05 mm) para tablas de 19.0 mm (3/4") (Ortiz-Barrios *et al.*, 2016), y menor para la reportada entre 1.30 a 1.73 mm en el estado de Durango para tablas de 13.0 mm (7/8") (Nájera-Luna *et al.*, 2011). La St de 0.99 indica que el 95% de las tablas presentaron un grosor entre 23.4 y 27.4 mm.

Por otra parte, la St fue de entre 0.75 a 1.08 mm en los cinco anchos de tablas. El menor valor de St fue para las tablas de 10.16 cm de ancho (4 pulgadas). No se presentó una diferencia significativa en la St en relación con el ancho de tabla. La St fue de entre 1.42 a 1.46 en relación con los cantos de las tablas (A y B) y en relación con los extremos de las mismas (C y D) (Cuadro 2). No se presentó diferencia significativa entre cantos y extremos de las tablas. Además, la Sw (entre 0.56 y 0.75) fue menor a la Sb (0.30 y 0.88), lo cual indica que la variación de corte no se debe a problemas en el carro portatrozas o a la torre, de acuerdo con Brown (2000).

Las mediciones menores al grosor crítico (24.5 mm) fueron 121 (Figura 2). Las tablas con una o varias de esas mediciones por debajo del grosor crítico

**Cuadro 1.** Grosor promedio y variaciones de corte en las tablas de *Pinus* spp.

Ancho de tabla	Tablas	Promedio (mm)	Sw (mm)	Sb (mm)	St (mm)	Do (mm)
10.16 cm	20	25.4	0.56	0.30	0.75 a	25.8
15.24 cm	20	25.7	0.59	0.85	1.08 a	26.3
20.32 cm	20	25.3	0.75	0.64	1.06 a	26.3
25.40 cm	20	25.3	0.65	0.70	1.04 a	26.3
30.48 cm	20	25.2	0.62	0.74	1.04 a	26.2
General		25.4	0.63	0.80	0.99	26.2

Sw = Variación de corte dentro de las tablas, Sb = Variación de corte entre las tablas, St = Variación de corte (mm) y Do = Grosor óptimo de corte. Letras iguales no existe diferencia significativa.

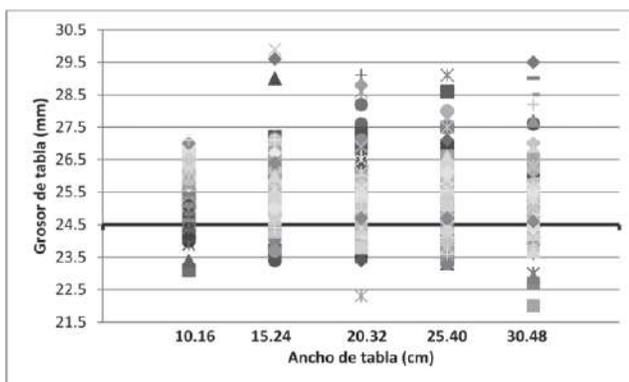
fueron 39. Estas tablas eliminadas representaron el 43.2% del volumen total. Young *et al.* (2002) estimaron un ahorro significativo anual por cada unidad porcentual de madera recuperada. Entonces, para la recuperación de este rechazo, el grosor promedio de corte se debería ajustar a 26.2 mm y con ello el 95% de las tablas tendrían mediciones entre 24.2 mm y 28.2 mm, esto es un ajuste de 0.80 mm (1/8"). Pero, este ajuste representa 0.8 mm (1/32") en el grosor y el carro portatrazas tiene como mínimo ajuste de 3.0 mm (1/8"), lo cual es inviable. Otra alternativa de recuperación del rechazo es la venta de la madera aserrada en calidad *millrun*. Sin embargo, esta acción representa una pérdida del 25% que es \$1,261.51 M.N. por m<sup>3</sup> de madera aserrada.

**Cuadro 2.** Grosor promedio y variación de corte por cantos y por extremos de las tablas de *Pinus* spp.

	Promedio (mm)	Sw (mm)	Sb (mm)	St (mm)
Canto A	25.4	0.58	0.85	1.42 a
Canto B	25.4	0.59	0.88	1.46 a
Extremo C	25.4	0.60	0.85	1.44 a
Extremo D	25.4	0.63	0.84	1.45 a
Promedio	25.4			1.44
Grosor final	25.4			

Sw = Variación de corte dentro de las tablas, Sb = Variación de corte entre las tablas, St = Variación total (mm) y Do = Grosor óptimo de corte. Letras iguales no existe diferencia significativa.

**Figura 2.** Mediciones (800) de las tablas de *Pinus* spp. por ancho. Grosor crítico (línea continua remarcada). 10.16 cm = 4", 15.24 cm = 6", 20.32 cm = 8", 25.40 cm = 10" y 30.48 cm = 12".



Una tercera alternativa de recuperación del rechazo es el análisis de otras variables en el aserradero. Con acciones de limpieza, ajuste del carro portatrazas y de la guía, así como de la reducción de la velocidad de avance se ha logrado disminuir la St hasta un valor de 0.71 mm (Nájera-Luna *et al.*, 2012), ya que han demostrado tener una relación inversa a la variación de corte.

La evaluación de maquinaria se realizó en el aserradero de este estudio previamente (Andrade-Torres, 2016), y mostró que la polea impulsora en la sierra cinta es menor a la requerida, y la velocidad periférica de la sierra cinta es menor a la recomendada para asierre de especies de pino. Otras acciones pueden ser la evaluación de potencia, velocidad periférica y de la fatiga de la sierra. Por tanto, estas actividades se deben analizar para reducir el rechazo obtenido con una variación de asierre de 0.99 mm.

## Conclusiones

El aserradero de estudio presenta una baja calidad de asierre con una pérdida económica de un 25%. La variación de corte (St) no se debe a problemas en el carro portatrazas o en la torre. Se recomienda realizar un estudio sobre el efecto del ajuste de guía, limpieza de rieles, velocidad periférica y fatiga de sierras en la St.

## Agradecimientos

Agradecimiento a la Empresa Forestal Corporativo «MAS» por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

## Literatura citada

- ÁLVAREZ-LAZO, D., E. Andrade-Fernando, G. Quintín-Cuador, A. Domínguez-Goizueta e I. Zoukareni. 2007. Control de calidad en los aserraderos. *Avances* 1:1-10.
- ANDRADE-TORRES, M.Y. 2016. Diagnóstico de la industria de aserradero de la Empresa Forestal Corporativo «MAS». Documento Recepcional Técnico. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 50 pp.
- BROWN, T.D. 1986. Lumber size control. Forest Research Laboratory. Oregon State University. Publicación especial 14. USA. 18 pp.
- BROWN, T.D. 2000. Lumber size control: Measurements methods. Performance Excellence in the Wood Products Industry. Oregon State University. Publicación especial. USA. 12 pp.

- COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2016. Sistema Nacional de Información Forestal. Precios de Productos Forestales Maderables. Tercer reporte Julio-Septiembre 2016. Gerencia de Fomento a la Producción Forestal Sustentable. Zapopan, Jalisco, México. 5 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). 2017. Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. 638 pp.
- NÁJERA-LUNA, J.A., O.A. Aguirre-Calderón, E.J. Treviño-Garza, J. Jiménez-Pérez, E. Jurado-Ybarra, J.J. Corral-Rivas y B. Vargas-Larreta. 2011. Rendimiento volumétrico y calidad dimensional de la madera aserrada en aserraderos del Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2:77-91.
- NÁJERA-LUNA, J.A., J.T. Montañez-Rivera, J. Méndez-González, F.J. Hernández, B. Vargas-Larreta, F. Cruz-Cobos y C.G. Aguirre-Calderón. 2012. Evaluación de acciones correctivas tendiente a mejorar la calidad de la madera aserrada de *Pinus* spp. en Durango, Méx. *Investigación y Ciencia* 54:22-29.
- ORTIZ-BARRIOS, R., S. Daniel-Martínez, D.E. Vázquez-Rabanales y W. Santiago-Juárez. 2016. Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus* en la región Sierra Sur, Oaxaca, México. *Colombia Forestal* 19:79-93.
- SOSA-VILLANUEVA, H.M. 1990. Descripción de métodos de control total de calidad para incrementar el beneficio en el aserradero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 118 pp.
- YOUNG, T.M., B.H Bond, and J. Wiedenbeck. 2002. Reducing lumber tickness variation using real-time statistical process control. *In: Memoria en extenso, 30<sup>th</sup> Hardwood Symposium Proceedings*. 30 Mayo al 1 de Junio de 2002. The University of Tennessee. Tennessee, USA.
- ZÁVALA-ZÁVALA, D. 1981. Analysis of sawmilling practices in the state of Durango, México. Tesis. University of British Columbia. Vancouver, B.C. Canada. 91pp.
- ZÁVALA-ZÁVALA, D. 1994. Control de calidad en la industria de aserrío y su repercusión económica. Boletín Técnico No. 115. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. D.F., México. 48 pp. 

---

Este artículo es citado así:

Ambriz, E., M. Y. Andrade-Torres, H. M. Sosa-Villanueva. 2018. Rendimiento volumétrico e importancia del control de calidad de madera aserrada de *Pinus* spp. *TECNOCENCIA Chihuahua* 12(1):37-41.