

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
ISSN: 1665-0441
México

2006

EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE ASIERRE EN *Quercus sideroxyla* Humb & Bompl. DE EL SALTO, DURANGO

Juan Abel Nájera Luna, Isaac Rodríguez Reta, Jorge Méndez González, José de Jesús
Graciano Luna, Fernando Rosas García y Francisco Javier Hernández

Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.2, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 497-513



EVALUACIÓN DE TRES SISTEMAS DE ASIERRE EN *Quercus sideroxyla* Humb & Bonpl. DE EL SALTO, DURANGO

EVALUATION OF THREE SAWING SYSTEMS IN *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. FROM EL SALTO, DURANGO

Juan Abel Nájera-Luna¹; Isaac Rodríguez-Reta²; Jorge Méndez-González³; José de Jesús Graciano-Luna¹; Fernando Rosas-García¹ y Francisco Javier-Hernández¹

¹Profesor-investigador. Instituto Tecnológico de El Salto (ITES). Mesa del Tecnológico s/n El Salto Pueblo Nuevo, Durango, 34950, México. Correo electrónico: jalnajera@yahoo.com.mx. ²Estudiante del Programa de Maestría en Desarrollo Forestal Sustentable ITES, ³Profesor-Investigador. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 173. Nuevo Ideal, Durango.

RESUMEN

Se evaluaron tres sistemas de aserrío (tangencial, radial y mixto) para lo cual se utilizaron setenta y ocho trozas de encino rojo (*Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl) de la región de El Salto, Dgo., para determinar el rendimiento, la calidad y los tiempos de proceso. Los resultados mostraron que el mejor rendimiento en madera aserrada fue observado en el sistema de aserrío tangencial con 67.98%, mientras que el menor rendimiento se observó en el sistema radial con 46.99%. Los sistemas que mejor se ajustaron a aserrar a 28 mm de grueso fueron el radial y mixto con 28.13 y 28.27 mm respectivamente. El menor tiempo para procesar 1000 pies tabla se observó utilizando el sistema de aserrío tangencial con 44.65 minutos por 74.20 del radial. La velocidad de alimentación promedio del ensayo fue de 28.4 m/min. La desviación estándar del proceso fue de 1.43 mm considerando como media, reflejando una mala calidad de aserrío en grueso por la gran cantidad de tablas que se observaron fuera del grueso establecido de 28 mm.

Palabras clave: Encino, rendimiento, aserrío, calidad, Durango.

SUMMARY

Three sawing systems were evaluated (tangential, radial and mixed) for which were employed 78 saw logs of red oak (*Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl) from El Salto, Durango to determine the saw yield, quality and process times. The results showed that the best saw yield was observed in the tangential system with 67.98%, while the worst was the radial system with 46.99%. The sawing systems that best adjusted to established thickness of 28 mm were the radial and mixed with an average of 28.13 and 28.27 mm respectively. The smallest time to saw 1000 feet board was observed utilizing the tangential system with 44.65 minutes again the radial system with 74.20 minutes. The average cutting speed was of 28.4 m/min. The sawing variation was 1.43 mm considering as middle due to the fact that many boards were out of the 28 mm.

Key words: Oak, saw yield, sawing, quality, Durango.

INTRODUCCIÓN

El proceso de aserrío es considerado una de las actividades más importantes de la industria forestal del país, sin embargo, el grado de avance tecnológico ha sido lento a pesar de lo sencillo que pueda parecer el proceso de transformación de la trocería en madera aserrada, para optimizar la eficiencia de la transformación de las trozas en madera aserrada es necesario estudiar las interrelaciones que existen entre las características físicas de la madera con las características de los productos aserrados generados (Zavala, 1996).

El rendimiento de madera aserrada se define como la proporción de madera en escuadría que resulta al aserrar una unidad de volumen de trozas (Ferreira *et al.*, 2004). La proporción de madera aserrada puede ser afectada por el tipo y tamaño del equipo de aserrío, las especies, las técnicas utilizadas y la destreza y capacitación de los operarios responsables del proceso (De Oliveira *et al.*, 2003; Rocha y Tomaselli, 2001). Las variables más significativas que influyen en el rendimiento del aserrío son el ancho de corte y esquema de corte, las dimensiones de la madera, el diámetro, la longitud, conicidad y calidad de la troza así como la toma de decisiones del personal y las condiciones de mantenimiento del equipo (Melo y Ravón, 1989; Dilworth & Bey, 1984). García *et al.*, (2001), afirman que el rendimiento de madera aserrada es uno de los principales indicadores para medir la eficiencia de cualquier industria. La eficiencia se refiere al grado de aprovechamiento de la materia prima que garantiza el producto que se comercializa.

El control de calidad es vital para la industria maderera, de ahí la necesidad de llevar un control del producto que se elabora (Troncoso, 2001). La calidad de la madera aserrada puede ser evaluada por sus características naturales como las propiedades físicas y por la precisión de sus dimensiones. La variación dimensional de las tablas aserradas, síntoma de baja calidad, dificulta la comercialización y en consecuencia, la baja competitividad de la industria del aserrío (Eleotério *et al.*, 1996). Al mismo tiempo, la variación del aserrío influye significativamente en el rendimiento y calidad de la madera. Grandes variaciones en el espesor de las tablas provoca menor rendimiento porque las variaciones elevadas requieren mayores refuerzos en las piezas aserradas. El análisis de la variación en grosor

por medio de observaciones y mediciones periódicas esta siendo adoptado rápidamente por la industria de aserrío (Gatto, *et al.*, 2004; Zavala, 1993).

En la región de El Salto, Durango se aprovechan volúmenes significativos de encino, los cuales se transforman en productos aserrados. El aserrío del encino se realiza de la misma forma que el pino lo que resulta en productos de calidad apenas aceptable en cuanto a dimensiones se refiere. Con el propósito de determinar el rendimiento del aserrío y la calidad de los productos aserrados de *Quercus sideroxyla* Humb & Bompl (encino rojo), el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los sistemas de asierre tangencial, radial y mixto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

La trocería utilizada en el presente trabajo se colectó en varias áreas de corta del Ejido San Pablo del Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo., el cual se localiza en el macizo montañoso denominado Sierra Madre Occidental, su acceso es por la carretera interoceánica en su tramo Durango-Mazatlán a 125 km de la ciudad de Durango.

El aserrío se realizó en la Unidad de Producción y Enseñanza Forestal (UPEF) de El Salto, Dgo. Para tal efecto, se utilizó una sierra principal marca Bögli® diseñada para trabajar con maderas duras. Su funcionamiento es totalmente automático. El diámetro de los volantes es de 59” a los cuales se les montó una sierra banda calibre 17 de 8” de ancho, paso de diente de 1 ½”, ángulo de ataque de 25°. La velocidad de los volantes se calibró para girar a 360 r.p.m. El equipo lo complementa un carro de asierre de cinco escuadras, una desorilladora múltiple y una sierra de péndulo para dimensionar las tablas.

Selección de los árboles y trozas

Se colectaron veintiséis árboles de *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl perteneciente al grupo de los encinos rojos. Para la selección de los árboles, se consideró que fueran ejemplares con un diámetro mínimo aserrable de 35 cm. A cada árbol se les midieron sus

características dasométricas en pie y corroboradas al ser derribados. Del fuste principal se obtuvieron 3 trozas de 8 pies de largo más un refuerzo de 0.5 pies (Figura 1). En cada troza se ensayó uno de los tres sistemas de aserrío tangencial, radial y mixto.

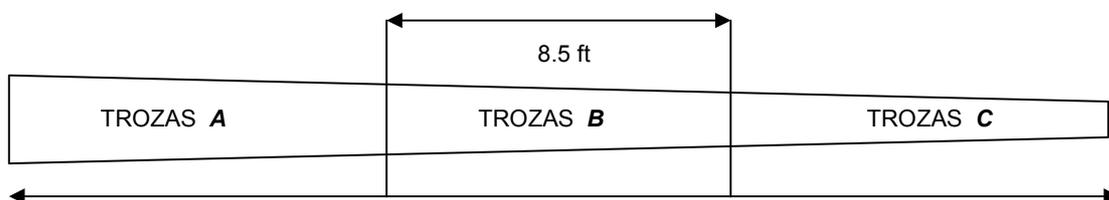


Figura 1. Obtención de las trozas dentro de los árboles seleccionados.

En total se obtuvieron 78 trozas de los 26 árboles seleccionados. A cada troza se le asignó en forma aleatoria un sistema de asierre de acuerdo a lo recomendado por Berengut *et al.*, (1973). La distribución de las trozas quedó como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño del ensayo de aserrío en *Quercus sideroxyla*.

Sistema de asierre					
Mixto	Radial	Tangencial	Mixto	Radial	Tangencial
Árbol/Troza					
1 A	1 C	1 B	14 C	14 B	14 A
2 C	2 A	2 B	15 B	15 A	15 C
3 A	3 B	3 C	16 C	16 B	16 A
4 A	4 C	4 B	17 B	17 C	17 A
5 C	5 A	5 B	18 B	18 A	18 C
6 B	6 A	6 C	19 A	19 C	19 B
7 B	7 C	7 A	20 B	20 C	20 A
8 A	8 B	8 C	21 B	21 A	21 C
9 C	9 B	9 A	22 B	22 C	22 A
10 A	10 C	10 B	23 B	23 C	23 A
11 B	11 A	11 C	24 C	24 B	24 A
12 A	12 B	12 C	25 B	25 A	25 C
13 B	13 A	13 C	26 C	26 B	26 A

A cada troza se le midieron los diámetros mayor y menor con y sin corteza así como la longitud real para obtener el volumen de la troza utilizando la fórmula de Smalian (Hush *et al.*, 1982) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diámetro y volumen promedio sin corteza por sistema de aserrío.

Tratamiento	Trozadas (n)	Diámetro sin corteza (cm)	Desv. Std. (cm)	Volumen sin corteza (m ³ r)	Desv. Std. (m ³ r)
Aserrío tangencial	26	50.12	14.17	0.5469	0.3187
Aserrío mixto	26	48.74	13.94	0.5150	0.2951
Aserrío radial	26	48.16	11.86	0.4981	0.2392

Sistemas de aserrío evaluados

Se evaluaron tres sistemas de aserrío: Tangencial, Radial y Mixto (Figuras 2, 3 y 4). Las trozas fueron aserradas en tablas con espesor nominal de 28 mm para obtener tablas secas y cepilladas de 19.05 mm

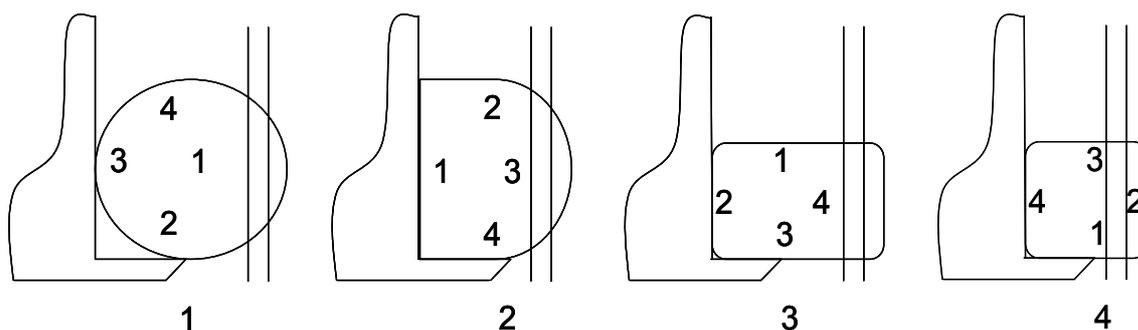


Figura 2. Sistema de aserrío Tangencial.

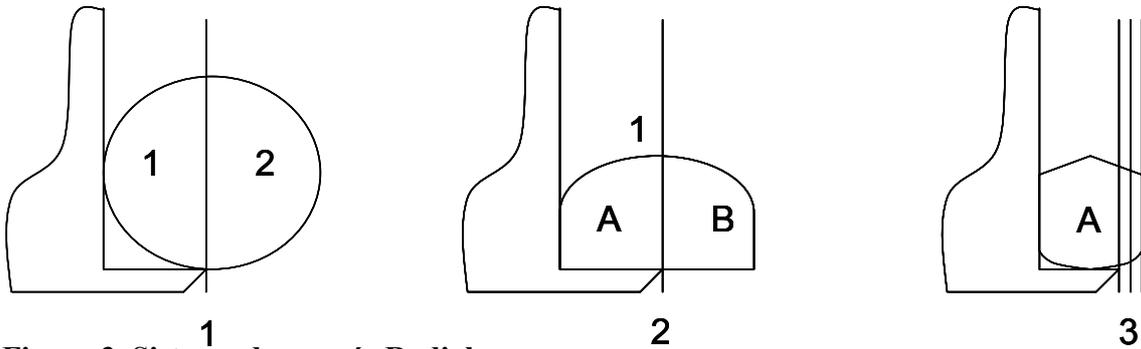


Figura 3. Sistema de aserrío Radial.

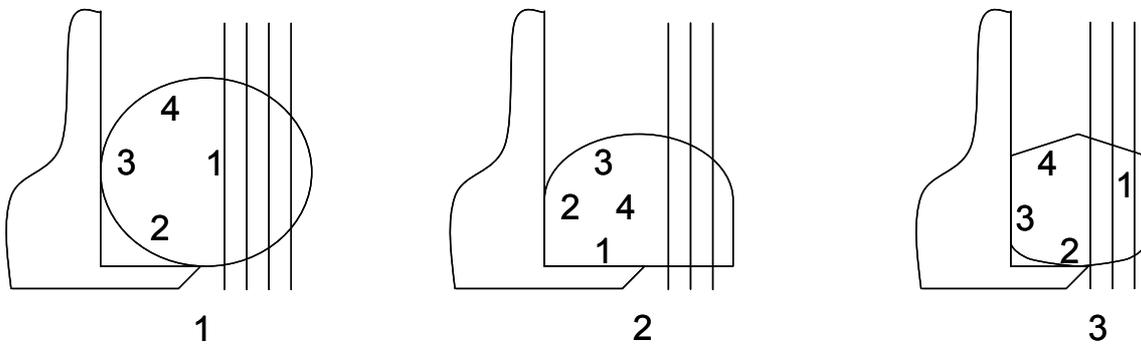


Figura 4. Sistema de aserrío Mixto (60% tangencial y 40% radial).

Determinación del rendimiento en madera aserrada

El rendimiento de madera aserrada se determinó mediante la siguiente relación:

$$R = 100 X (\text{Volumen de madera aserrada} / \text{Volumen de madera en rollo}).$$

Donde: R = Rendimiento de madera aserrada en %.

Volumen de madera aserrada (m^3).

Volumen de madera en rollo (m^3r).

Calidad del aserrío

Para evaluar la calidad del aserrío, en términos de la variación del espesor de las tablas, se utilizó el método de medición de Puntos Múltiples sugerido por Brown (2000). En este caso se tomaron 10 mediciones por tabla, tres en cada canto y ancho. La primera medición se

tomó a 12 pulgadas de cada extremo de las tablas, evitando tomar puntos coincidentes con nudos, rajaduras u otros defectos que no fueran originados por efecto del corte. La otra medición se tomó al centro de cada tabla. Con esta información se determinó la desviación estándar dentro de la tabla (S_w), que es un indicador de la forma como esta cortando la sierra y la desviación estándar entre tablas (S_b), que es un indicador para conocer que tan bien están los engranajes de las escuadras y la alineación de las guías del carro. La variación del corte en el aserrío se determinó a través de la desviación estándar total del proceso (S_t) de acuerdo con Zavala, (1991).

Tiempos de aserrío

Se contabilizó el tiempo del proceso considerando los tiempos de carga de la troza al carro escuadra, los avances y retrocesos del carro, los volteos de la troza, los tiempos muertos justificados y no justificados en el proceso cuya suma fue considerada como el tiempo total de asierre. Con esta información se determinó el tiempo promedio para aserrar 1000 pies tablas y la velocidad de alimentación por sistema de aserrío.

Análisis estadístico

Se aplicaron tres tratamientos con 26 repeticiones cada uno. Los tratamientos aplicados fueron los sistemas de asierre tangencial, radial y mixto. Las variables a evaluar fueron el rendimiento de la madera aserrada, los gruesos, anchos, largos, tiempos de proceso y velocidad de alimentación. Para evaluar si existe diferencia significativa en al menos uno de los tres sistemas de asierre aplicados en cada variable, se utilizó un diseño completamente al azar (Cuadro 1). Cuando el análisis de varianza fue significativo, se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 para determinar cuál sistema de asierre fue diferente. El proceso del análisis de datos se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) Versión 6.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento en madera aserrada por sistema de aserrío

El rendimiento en madera aserrada entre el sistema de asierre tangencial y el mixto fue estadísticamente similar; sin embargo, en términos absolutos el sistema de asierre tangencial fue superior al mixto en un 9%. El sistema de asierre radial presentó, significativamente, un rendimiento en madera aserrada menor a los anteriores (Cuadro 3).

El sistema de asierre tangencial es el de mayor uso en los aserraderos de la región de El Salto, Durango debido a que presenta el mayor rendimiento en madera aserrada, una menor limitación en el largo y ancho de las tablas generadas y permite corregir las distorsiones dimensionales de las tablas. El menor rendimiento observado en el sistema de asierre radial se debe a que se requiere mayor cantidad de cortes al cuartear la troza y al aserrar cada cuartón en dirección a los radios. La mayor cantidad de cortes origina a su vez mayor cantidad desperdicio de madera. A pesar de esta situación, la madera generada del asierre radial presenta una mejor estabilidad dimensional durante el proceso de secado (Nájera *et al.*, 2005a).

Una buena opción para satisfacer la demanda de madera aserrada en forma radial y tangencial es utilizar el sistema de asierre mixto. Este presenta un rendimiento en madera aserrada bastante aceptable y tiene la ventaja de obtener tablas orientadas en los planos tangencial y radial en proporciones de 60% y 40%, respectivamente.

Cuadro 3. Volumen total y de tablas generadas por tratamiento.

Tratamiento	Trozas aserradas (n)	Volumen de trozas sin corteza (m ³ r)	Volumen de tablas (m ³)	Rendimiento (%)*
Asierre tangencial	26	14.22	9.47	67.98 a
Asierre mixto	26	13.39	7.73	61.62 a
Asierre radial	26	12.95	6.33	46.99 b

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Nájera *et al.*, (2005) encontraron un rendimiento de madera aserrada en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Durango de 32% utilizando el sistema de asierre radial, mientras que para el tangencial y mixto fue de 51 y 46% respectivamente, lo anterior, influenciado por el diámetro promedio de las trozas ensayadas ya que a medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento (Fahey & Sachet, 1993). La variación dimensional de las tablas aserradas influye significativamente en el rendimiento siendo el grueso de asierre el más crítico de controlar, por lo que importante utilizar equipos sin vibraciones y sierras en buen estado (Eleotério *et al.*, 1996).

Calidad del aserrío

Del proceso de aserrío se generaron 1599 tablas, correspondiendo al proceso de asierre tangencial 549, al radial 560 y al mixto 490 (Cuadro 4). De acuerdo a la prueba de comparación de medias, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre los gruesos promedios que presentaron las tablas aserradas mediante los sistemas de asierre mixto y radial (28.27 mm y 28.13 mm). El grueso que presentaron las tablas aserradas a través del sistema tangencial fue significativamente menor a los gruesos que se obtuvieron utilizando los sistemas radial y mixto. El grueso promedio de las tablas que resultaron del aserrío tangencial fue de 27.83 mm. Sólo las tablas obtenidas mediante los sistemas de asierre radial y mixto se ubicaron dentro del grueso especificado de aserrío de 28 mm.

En relación al grado de variación, el sistema mixto presentó una mayor variación en las tablas aserradas (C.V.=2.52). La variación en grueso en las tablas producto de los sistemas de asierre radial y tangencial fue bajo (C.V.=1.54 y 1.44, respectivamente). Esto indica una mayor uniformidad en el grueso en tablas aserradas. Las variables que afectan la uniformidad en el grueso de las tablas son: la velocidad de alimentación, la forma de los dientes de la sierra, el balanceo incorrecto de los volantes, la falta de alineación del carro y las propiedades de las especies procesadas (Ferreira *et al.*, 2004; Álvarez y Egas, 2002). La variación dimensional de la madera es una de las causas que dificultan la comercialización y por consecuencia la baja competitividad de la industria maderera (Eleotério *et al.*, 1996).

Cuadro 4. Número total y grueso promedio de tablas por sistema de asierre.

Tratamiento	Número total de tablas (n)	Grueso promedio (mm)*	C.V
Asierre mixto	490	28.27 a	2.52
Asierre radial	560	28.13 a	1.54
Asierre tangencial	549	27.83 b	1.44

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Por lo que respecta a la distribución del grueso de las tablas generadas por el sistema de asierre mixto, sólo el 8% de las 490 tablas se ubicaron dentro del grueso especificado de 28 mm; de las 560 radiales sólo el 38% se ajustó a los 28 mm y de las 549 tablas generadas por el sistema de asierre tangencial sólo el 33% estuvieron dentro del grueso especificado de 28 mm. Lo anterior refleja una mala calidad de asierre ya que un porcentaje considerable de tablas se ubicaron fuera del grueso especificado (Figura 5).

HISTOGRAMA DE GRUESOS POR CORTE EN *Q. sideroxyla*

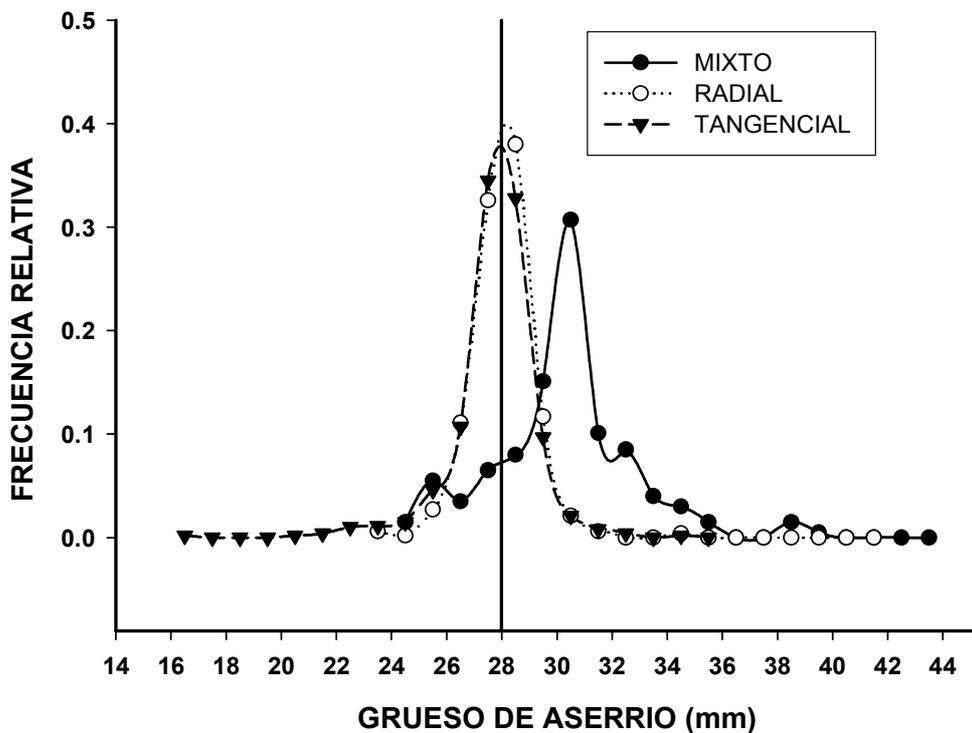


Figura 5. Histograma de gruesos por sistema de asierre.

Ancho y largo de las tablas

Los anchos de las tablas de los sistemas de asierre tangencial y mixto se ubicaron por el orden de las 8 pulgadas no mostrando diferencias significativas entre ambos pero si con respecto al radial que genero tablas del orden de 5 pulgadas de ancho (Cuadro 5). Esto sugiere un efecto directo del sistema de aserrío sobre el ancho de las tablas. El aserrío tangencial produce por lo general tablas más anchas que el aserrío al cuarteo o radial y permite mejorar la calidad de la madera al separar la albura de las zonas mas externas de las trozas. La combinación de albura y duramen en una misma tabla induce a un comportamiento diferenciado durante la contracción en el secado. Sus efectos son mayores en la porción de albura donde la contracción es más severa que en el duramen. De la misma manera, las tablas tangenciales son más susceptibles a presentar rajaduras superficiales y acanalamientos durante el secado (Najera *et al.*, 2005a). Estos efectos impactan directamente sobre la calidad de la madera aserrada.

El largo de las tablas obtenido en el ensayo no mostró diferencias significativas indicando que los sistemas de asierre no afectaron el largo de las tablas generadas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ancho y largo promedio de tablas por sistema de asierre.

Tratamiento	Ancho promedio (mm)*	C.V	Largo promedio (mm)*	C.V
Asierre tangencial	239.59 a	18.78	2277.74 a	9.19
Asierre mixto	217.43 a	24.45	2170.19 a	10.85
Asierre radial	134.71 b	11.94	2306.04 a	11.95

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Variación del proceso de aserrío

La estimación de la desviación estándar general del proceso fue de 1.43 mm. La menor desviación del proceso lo presentó el sistema de asierre radial (Cuadro 6). Esta variación menor fue influenciada por un mayor tiempo empleado para realizar este tipo de aserrío. Lo anterior indica que el equipo trabaja en forma aceptable y que las correcciones al proceso se

debe realizar capacitando mejor al personal encargado del manejo de la sierra principal para garantizar que las tablas aserradas se puedan ajustar al grueso de asierre establecido de asierre. Nájera *et al.*, (2005b) encontraron una desviación estándar del proceso de aserrío en *Quercus laeta* de 2.55 mm influenciado por una alta velocidad de alimentación del proceso, mientras que Zavala (2003) al aserrar tres especies de encino, determinó una desviación estándar del proceso de 3.93 mm considerado como alto reflejando una mala calidad de asierre.

Cuadro 6. Variación del proceso de aserrío por sistema de asierre.

Tratamiento	Sw (mm)†	Sb (mm)‡	S ² §	St (mm)Φ
Asierre mixto	1.35	0.85	0.74	1.54
Asierre radial	1.02	0.76	0.77	1.27
Asierre tangencial	1.32	0.74	0.67	1.48

† Desviación estándar dentro de las tablas

‡ Desviación estándar entre tablas

§ Varianza de los espesores de cada tabla

Φ Desviación estándar del proceso

Tiempos de asierre

El tiempo promedio para aserrar 1000 pies tabla (p.t) fue de 56.78 minutos. El sistema de asierre tangencial requirió 60% menos tiempo que el radial para aserrar 1000 p.t. (Cuadro 7). El sistema de asierre radial utilizó mayor tiempo en el avance, volteo, acomodo de las trozas en el carro escuadra y tiempos de espera injustificados. Es importante considerar la variable tiempo de proceso, puesto que al traducirse en productividad y costos de elaboración se puede llegar a límites incosteables donde la única opción es poner un sobreprecio para recuperar costos de producción por excesivo tiempo de proceso y un elevado porcentaje de desperdicio generado.

Cuadro 7. Tiempos por tratamiento para aserrar 1000 pies tabla en minutos.

Tratamiento	Carga	Avance	Retroceso	Volteo	Justificado	No Justificado	Total Asierre
Asierre radial	4.38	26.03	4.88	35.88	2.89	0.13	74.20
Asierre mixto	4.91	26.53	5.57	14.16	0.35	0.00	51.50
Asierre tangencial	4.54	22.73	5.12	11.21	1.04	0.00	44.65

Nájera *et al.*, (2005) encontraron en promedio 63 minutos para aserrar 1000 pies tabla en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Durango. Reportaron que el sistema de asierre que requirió menor tiempo fue el tangencial con 45.40 minutos, seguido por el mixto con 58.14 minutos y el radial con 84.52 minutos.

Velocidad de alimentación

La calidad de las tablas que resultan del aserrío depende en gran medida del control de la velocidad de alimentación (Berengut *et al.*, 1973). La velocidad de alimentación promedio del ensayo de aserrío fue de 28.43 m/minuto. Esta velocidad está dentro del rango de velocidades de alimentación recomendada por la literatura para aserrar encinos. De acuerdo a la prueba de comparación de medias, los resultados indican que no existe diferencia significativa entre la velocidad de alimentación de los sistemas de asierre evaluados (Cuadro 8). Sin embargo, en términos absolutos, el sistema de asierre tangencial observó la mayor velocidad de alimentación. A esta situación se atribuye el menor ajuste al grueso establecido de 28 mm en las tablas generadas por este sistema de aserrío.

Cuadro 8. Velocidad de alimentación por sistema de asierre.

Tratamiento	Velocidad de alimentación promedio (m/min ⁻¹)*	C.V
Asierre tangencial	32.24 a	9.19
Asierre radial	26.85 a	10.85
Asierre mixto	26.22 a	11.95

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes $\alpha < 0.05$.

Nájera *et al.*, (2005) registraron una velocidad de alimentación promedio al aserrar trozas de *Quercus laeta* bajo tres sistemas de asierre de 42.33 m/minuto. Las velocidades de alimentación por sistema de asierre reportadas fueron de 55.90 m/minuto para el tangencial, 45.26 para el mixto y 25.84 m/minuto para el radial influyendo directamente sobre la alta variación observada en el grueso de las tablas generadas en ese ensayo.

CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento en madera aserrada se observó en el sistema de asierre tangencial con 67.98%, mientras que el menor rendimiento se observó en el sistema de asierre radial con 46.99%.
- Se generaron 1599 tablas. 490 fueron resultado del sistema de asierre mixto, 560 del radial y 549 del tangencial.
- Solo el 8% de las tablas con asierre mixto se ubicaron en el grueso de 28 mm, mientras que el 38% de las radiales también se ajustaron al grueso establecido y el 33% de las tablas tangenciales se establecieron en el grueso de 28 mm.
- El ancho de las tablas tangenciales y mixtas mostraron anchos promedios de 8 pulgadas por 5 del sistema de asierre radial.
- El largo de las tablas no fue afectado por el sistema de asierre.
- La desviación estándar del proceso fue de 1.43 mm considerado como media.
- El tiempo requerido para aserrar 1000 pies tabla fue de 56.78 minutos.
- La velocidad de alimentación promedio fue de 28.43 m/minuto.

AGRADECIMIENTO:

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación “Aprovechamiento Integral del Encino de la región de El Salto, Durango” el cual fue financiado por **FUNDACIÓN PRODUCE DURANGO A.C**

LITERATURA CITADA

- Álvarez, D y A. F. Egas.2002. **Factores fundamentales para aumentarlos rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda.** Revista AVANCES CIGET Pinar del Río. 4(2):1-2
- Berengut, G., Herrero P. R. y A. Ramos de Freitas.1973. **Ensaio de desdobro de *Eucalyptus saligna* Smith.**” Silvíc. S. Paulo. (8):80-98
- Brown, T.D. 2000. **Lumber Size Control, Part 1: Measurement Methods.** Oregon State University. 11 p.
- Dilworth, J.L y J.F. Bey. 1984. **Log scaling and timber cruising.** O.S.U. Book Stores. Corvallis, Oregon, U.S.A. 468 p.
- Eleotério, J. R., Storck, L. y S., Lopes. 1996. **“Caracterização de peças de madeira produzidas em serraria visando o controle de qualidade.”** Revista Ciencia Florestal, 6(1):89-99.
- Fahey, T y J. Sachet.1993. **“Lumber recovery of ponderosa pine in Arizona and New Mexico”.** USDA Forest Service PNW-RP-467. Pacific Northwest Research Station. Portland Oregon. 18 p.
- Ferreira, S., Lima, J. T., Da Silva, S. y P.F. Trugilho. 2004. **Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp.** Revista Cerne, Lavras, 10(1):10-21
- García, R., J.D., L. Morales Q., y S. Valencia. 2001. **Coefficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco.** Foresta-AN. Nota técnica No. 5. UAAAN, Saltillo, Coah. 12 p.
- Gatto, D, A., Santini, E. J., Haselein, C. R y A. Durlo. 2004. **Qualidade da madeira serrada na região da quarta colônia de imigração Italiana do Rio Grande Do Sul.** Revista Ciência Florestal, 14(1):223-233.
- Hush, B., Miller, C & T. Beers. 1982. **“Forest mensuration”.** Krieger Publishing. New York, USA. 402 p.
- Melo, R. y H. Ravón. 1982. **“Análisis y diagnóstico de procesos industriales de transformación de mecánica de la madera”.** INFOR. Concepción, Chile. 162 p.
- Nájera, J. A., De La Cruz, R., Pairán C., Méndez, J., Graciano, J.J y J. J. Návar. 2005. **Ensayo de aserrío en *Quercus laeta* de la región de El Salto, Dgo.** Revista Agrofaz 5 (1): 763-773.

- Nájera, J. A., Mancinas, J., Jacques, S., Méndez, J y J. J. Graciano. 2005a. **Calidad del secado en *Quercus laeta* y *Q. sideroxyla* de la región de El Salto, Dgo.** In: *VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, México.* 374-375 pp.
- Nájera, J. A., Méndez, J y J. J. Graciano. 2005b. **Calidad del aserrío en *Quercus laeta* y *Q. sideroxyla* de la región de El Salto, Dgo.** In: *VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, México.* 370-371 pp.
- Oliveira, A., Martins, E., Scolforo, R., Rezende, J y A. de Souza. 2003. **Viabilidade economica de sarrarias que processam Madeira de florestas natives-o caso do municipio de Jara, Estado de Rodonia**". Revista CERNE 9(1): 001-015.
- Rocha, M. P e I. Tomaselli. 2001. **Efeito do modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*.** Revista Floresta e Ambiente, 8(1)94-103.
- SAS. 1985. **"User's Guide: Statics"**. Ver. 6. SAS Institute Inc. 1028 p.
- Troncoso, L. F. 2001. **"Aserrío en trozas de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), provenientes del primer raleo de un renoval de la provincia de BioBío: Rendimientos y defectos"**. Tesis Profesional de Licenciatura. Universidad de Concepción. Departamento Forestal. Chile. 44 p.
- Zavala, D. 1996. **"Coeficiente de aprovechamiento de trocería de pino en aserraderos banda"**. Revista Ciencia Forestal en México 21(79):165-181
- Zavala, D. 1991. **Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada.** Serie de apoyo académico No. 44. Universidad Autónoma Chapingo. 50 p.
- Zavala, D. 2003. **"Efecto del sistema de aserrío tradicional y radial en las características de la madera de encinos"**. Revista Madera y Bosques 9(2):29-39.

Juan Abel Najera Luna

Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área de Tecnología de la Madera en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P.N., Durango.**

Isaac Rodríguez Reta

Ingeniero Forestal por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. Estudiante de la Maestría en Desarrollo Forestal Sustentable en el Instituto Tecnológico de El Salto, Durango, México.

Jorge Méndez González

Estudiante del Programa de Doctorado en Manejo Sustentable de Recursos Naturales en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UAIL). Linares, Nuevo, León, México. Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Linares, Nuevo, León, México. Profesor e Investigador del Área de Forestal en el Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 173, de Nuevo Ideal, Durango. Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1. De El Salto, Durango, México.

José de Jesús Graciano Luna

Maestría en Ciencias Forestales por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UAIL). Linares, Nuevo, León, México. Ingeniero Forestal en Sistemas de Producción por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1. De El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N., Durango.**

Fernando Rosas García

Maestría en Informática por la Universidad Autónoma de Durango, Durango, Durango, México. Ingeniero en Tecnología de la Madera por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. **Profesor e Investigador del Área de Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N. Durango.**

Francisco Javier Hernández

Doctorado ph. D. en Ecología Forestal por la Universidad Estatal de Oklahoma, Oklahoma, U.S.A. Master of Forest Science por la Universidad de Texas A&M. Kingsville, Texas, U.S.A. Ingeniero Forestal por el Instituto Tecnológico Forestal No. 1, de El Salto, Durango, México. **Profesor e Investigador del Área de Manejo de Forestal en el Instituto Tecnológico de El Salto, en El Salto, P. N., Durango.**