

PRODUCCION DE CHAPA TORNEADA DE *Pinus ayacahuite* PARA LA ELABORACIÓN DE TABLETAS PARA LAPICES.

Zavala-Zavala D.¹; Meza-Núñez E. A.²

¹Profesor Investigador de la UMSNH.

²Compra de Maderas, Truper, S. A. de C. V. Parque Industrial 1-A, Xilotepec.

RESUMEN

Para la producción de tabletas para lápices, la industria mexicana utiliza el método de asierre y rebano. Este estudio es el primer intento de producción de chapa torneada de 5 mm de espesor para la obtención de tabletas con trocería de *Pinus ayacahuite Ehr*. Se realizaron cuatro ensayos de programas de acondicionamiento en las instalaciones de la planta piloto de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Las trozas se acondicionaron en fosas con agua calentada a temperaturas controladas y la temperatura de desenrollado se midió el centro de las trozas, al final del proceso. Para lograr el espesor de chapa indicado, se ajustaron las aberturas vertical y horizontal de la cuchilla y contracuchilla, a 5 y 2 mm, respectivamente. Se determinó que la temperatura óptima de corte para *Pinus ayacahuite Ehr* es de 48 a 52 °C y se sugiere utilizar temperaturas del agua de 50 a 75 °C en un periodo de 20 h. El método de producción de tabletas por chapa torneada supera hasta en 50% el coeficiente de aprovechamiento del sistema tradicional de la industria lapicera mexicana.

PALABRAS CLAVE: chapa torneada, *Pinus ayacahuite*, programas de acondicionamiento, industria lapicera.

ROTARY VENEER PRODUCTION OF *Pinus ayacahuite* FOR THE MANUFACTURING OF PENCIL SLATS

SUMMARY

For the production of pencil slats the mexican industry uses the sawmilling and slicing methods. This study is the first trial to produce peeling veneer of 5 mm thickness for pencil slats. *Pinus ayacahuite Ehr* logs were used in four conditioning schedules tests in the laboratory of the Forest Science Division of the Chapingo Autonomous University. The logs were conditioned in tanks with hot water at controller temperatures and the peeling temperature was determined in the pit of the logs at the end of the process. To get the specified veneer thickness, the vertical and horizontal gaps of the knife and nose bar were adjusted to 5 and 2 mm respectively. It was determined that the optimum peeling temperature for *Pinus Ayacahuite Ehr* was from 48 to 52 °C and it is suggested to use water temperatures from 50 to 75 °C in a 20 hours period. The method to produce the pencil slats from peeling veneer overcomes up to 50% the recovery factor of the traditional system of the mexican pencil industry.

KEY WORDS: peeling veneer, *Pinus ayacahuite*, conditioning schedules, pencil industry.

INTRODUCCIÓN

En México existen varias empresas que elaboran lápices; todas, con excepción de Lapicera Mexicana (Lapimex), importan las tabletas para la manufactura de sus productos. Por lo general las tabletas para lápices se obtienen por medio de asierre o rebano de la madera. El único país que actualmente produce tabletas de chapa de madera desenrollada para la fabricación de lápices es Indonesia (Lapimex³).

3. Lapimex. Comunicación personal

Para la producción de chapa rebanoada o torneada, la madera se acondiciona por medio de un proceso de ablandamiento, mediante calor (calentamiento) y agua (medio termoconductor). El proceso de acondicionamiento además de mejorar las características de la chapa por su facilidad de corte, lo cual se refleja en la textura de su superficie, también se manifiesta en un mayor coeficiente de aprovechamiento y reducción de desperdicios de madera. Sin embargo, para muchas especies, los criterios de aplicación de calor y temperatura en el proceso de ablandamiento de

la madera no están definidos, lo que se manifiesta en una baja calidad de la chapa. Este efecto se acentúa, sobretodo, en las especies duras o de alta densidad, de grano irregular o con veteado pronunciado; en maderas resinosas, donde puede interferir la resina con otras fases de preparación de la chapa y la producción de tableros, y cuando se desea producir chapa con espesores mayores que 3.2 mm (1/8"), ya que de no estar acondicionadas se generarían grietas pronunciadas y pérdidas excesivas de material (Fleischer, 1959; Lutz, 1974). El tiempo de calentamiento requerido para lograr una temperatura óptima de corte en la madera, depende de las características de las trozas procesadas (densidad de la madera, diámetro de las trozas, contenido de humedad de la madera) y de la interacción del sistema de calentamiento empleado (cámaras de vapor, pilas de agua caliente) (Zavala, 1990). A este respecto, (Fiehl, 1971) y (Fiehl y Godin, 1975) señalan que se requiere más tiempo para calentar una troza de alta densidad que una de baja densidad. (Zavala y Trujillo, 1993) indica que un medio alcalino o neutro favorece la velocidad de transferencia de calor en la madera, lo que se puede lograr incorporando hidróxido de sodio para regular el pH del agua utilizada en el acondicionamiento de las trozas.

En el caso de las latifoliadas, para especies con densidades básicas de 0.46 a 0.55 g/cm³, la temperatura de corte recomendada es de 59 °C; para las de 0.55 a 0.59 g/cm³, de 70 °C y para las de 0.60 a 0.64 g/cm³, de 92 °C. Para coníferas, las temperaturas de calentamiento requeridas son más altas que para las latifoliadas de densidades similares. Esta diferencia se debe a la presencia de madera de verano en los anillos de crecimiento la cual es más densa que la madera de primavera (Fleischer, 1959). La calidad de la chapa también la determinan las características y ajustes del torno, entre las cuales destacan la cimentación del torno, la posición de la cuchilla, la abertura vertical, la abertura horizontal, el afilado y el biselado de la cuchilla (Muñoz, 1992).

Con la finalidad de analizar una alternativa diferente de la tradicionalmente utilizada para la elaboración de tabletas para lápices, a través del proceso de aserrío y de rebanado de bloques de madera, y por considerar la posibilidad de mejorar la calidad de las tabletas y el coeficiente de aprovechamiento, se realizó el presente trabajo para determinar la viabilidad de producción de chapa torneada de 5 mm de espesor de *Pinus ayacahuite* Ehr., de la cual se generarían las tabletas para la elaboración de lápices.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el acondicionamiento de la trocería se utilizó una pila o tanque de calentamiento similar a los

que se emplean en la industria del triplay, con las siguientes dimensiones: 5.4 m de largo x 2 m ancho x 2 m de profundidad. Para la generación de calor se utilizó una caldera Notholt de 30 HP, con capacidad de 469 kg de vapor / h, superficie de calefacción de 16 m² (agua), presión de diseño de 10.5 kg cm⁻² y presión de trabajo de 8.8 kg cm⁻². Para la producción de la chapa se utilizó un torno marca Jusan, de 1.524 m (5') de longitud, con husillos telescópicos de 7 cm (2 3/4") de diámetro interno y 14 cm (5 33/64") de diámetro externo. Para la producción de la chapa se utilizó trocería de *Pinus ayacahuite* Ehr. de 1.22 m (4') de largo y diferentes diámetros.

Este trabajo se realizó en el laboratorio de plantas piloto de la División de Ciencias Forestales, de la Universidad Autónoma Chapingo, y consistió de cuatro ensayos de acondicionamiento de las trozas para la obtención de chapa; en cada uno se consideraron las características generales del programa (tiempo y temperatura) y la evolución de la temperatura durante el acondicionamiento. En cada ensayo se evaluó la transferencia de calor, considerando la temperatura de calentamiento del agua, el diámetro y longitud de las trozas, la temperatura de desenrollado, la calidad de la chapa producida y el contenido de humedad de la madera. En el primer ensayo se utilizaron cinco trozas; en el segundo, se calentaron diez trozas y se evaluaron cinco de ellas, elegidas al azar, en el tercero se sometieron a acondicionamiento 26 trozas y se evaluaron seis de ellas; en el cuarto ensayo se acondicionaron 28 trozas y se analizaron cinco, seleccionadas al azar.

Las temperaturas a las que se calentó el agua variaron de 20 a 120 °C, se registraron a intervalos regulares de 30 minutos y se modificaron en función de la calidad de chapa generada. Las temperaturas de las trozas para su desenrollado se seleccionaron con base en la densidad básica de la especie; para una densidad media, le correspondió un intervalo de 45 a 60 °C. La densidad de la madera influyó en la determinación de los tiempos de acondicionamiento, lo cual coincidió con lo reportado por Zavala (1991).

Previamente al desenrollado, se determinó la temperatura de la trozas mediante un termómetro de mercurio, colocado en la perforación que se realizó con una broca en el centro del diámetro de las trozas. Después se procedió con el desenrollado de las trozas para la obtención de la chapa. Las características de la cuchilla y la barra de presión del torno utilizado en este trabajo fueron: ángulo de la cuchilla 17°, ángulo de inclinación de la barra de presión 14°, distancia horizontal entre cuchilla y contracuchilla 5 mm, distancia vertical entre cuchilla y contracuchilla 2 mm, bisel de la cuchilla 32 mm. Se utilizaron cuchillas de acero con

espesor de 12 mm ($15/32$ "), ancho de 4 cm ($4 \text{ } 6/8$ ") y longitud de 1.5 m (5').

La chapa en este estudio se clasificó de manera visual, y se consideraron grietas, fibra levantada y textura; la calidad de la chapa resultante se clasificó en tres categorías: a) buena, chapa libre de defectos; b) regular, chapa con grietas y asperezas hasta en 20% de la superficie; y c) mala, chapa con presencia de grietas, fibra levantada y asperezas en más de 20% de la superficie. Este criterio de clasificación se adoptó con base en las especificaciones de la norma mexicana DGN-G-14-1978, utilizada para definir la calidad de la chapa y de los tableros contrachapados.

El contenido de humedad (CH) de la chapa se determinó por el método de deshidratación, considerando como uno de los más precisos y el más utilizado; las muestras de chapa se pesaron inmediatamente y se obtuvo el peso húmedo (Ph), posteriormente, se deshidrataron en un horno a una temperatura de $103 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$, por 24 h y nuevamente se pesaron para determinar el peso anhidro (Po). El contenido de humedad se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{CH} = [(\text{Ph} - \text{Po}) / \text{Po}] 100$$

donde : CH = contenido de humedad
Ph = peso húmedo
Po = peso anhidro.

El coeficiente de aprovechamiento de la chapa se determinó con base en los diámetros de las trozas y del sobrante (bolo o rolo), la longitud de las trozas y el espesor de la chapa generada. Con la diferencia de los diámetros entre la troza y el bolo, se determinó el desperdicio por efecto del redondeo (ahuzamiento). Para determinar el volumen real y del sobrante de la troza, se utilizó la fórmula de Smalian (Romahn *et al.*, 1987):

$$V = [(A+B)/2] L$$

donde:
V = volumen de la troza.
A = área basal en la cabeza mayor de la troza
B = área basal en la cabeza menor de la troza
L = longitud.

Del volumen aprovechable de cada troza (V_aT), dividido entre el grosor de la chapa generada (5 mm), se determinó la superficie aprovechable de chapa de cada troza procesada (S_aC):

$$S_aC = \frac{V_aT}{5 \text{ mm (grosor de la chapa)}}$$

Las tabletas de chapa de madera utilizadas para la fabricación de lápices, denominadas 7w ó 7 play, tienen dimensiones de 18 cm de longitud, 7.1 cm de ancho y 5 mm de espesor. El área de cada tableta es de 0.013 m^2 y se les ranura nueve canales; al unir dos tabletas se producen nueve lápices, por lo que 1 m^2 de chapa de 5 mm de espesor generaría 77 tabletas y al integrarlas en pares, se obtiene un rendimiento de 342 lápices y una tableta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generados en este trabajo se integraron y se describen en cada uno de los cuatro ensayos (programas) realizados. En cada programa se evaluaron cinco trozas, con excepción del Programa 3, en el que se analizaron seis trozas, con diámetros y longitudes similares, que en promedio variaron de 41 a 48 cm y de 1.2 a 1.3 m, respectivamente (Cuadro 1). La temperatura de la madera, antes de su desenrollado y la calidad de la chapa generada se indican en el Cuadro 1.

Efecto del espesor de la chapa . Un problema que se manifiesta en la producción de chapa con espesor mayor que 3 mm, es el desarrollo de grietas en la trascara y la generación de una superficie áspera en el momento del desenrollado, debido al doblado a que se somete la chapa generada de un cilindro para transformarse en una lámina plana (Baldwin, 1995). En este trabajo se determinó que con el programa adecuado de temperatura en las diferentes fases del proceso de calentamiento de las trozas (Cuadro 1, Programa 4), se obtiene chapa de alta calidad, clasificada como "A", con base en la norma mexicana DGN-G-14-1978; para espesores mayores que los tradicionalmente utilizados por los productores de chapa que, por lo general no excede de 3 mm, en este trabajo el espesor fue de 5 mm (Cuadro 1).

Efecto del contenido de humedad de las trozas. Se ha determinado que el contenido de humedad de las trozas en el momento del proceso de torneado tiene un efecto directo en la calidad de la textura de la chapa. Cuando el CH es menor que 30%, se genera una superficie áspera por efecto de desprendimiento de astillas de madera, debido a la rigidez de la chapa que influye en deficiencias del corte de la cuchilla, y cuando el CH es mayor que 70%, se genera una chapa agrietada por el rompimiento de las paredes celulares, debido a la presión de la contracuchilla que comprime a las células saturadas, obligando la salida del agua de la cavidad celular en forma drástica, lo que provoca las grietas (Feihl y Godin, 1962). En este trabajo, el contenido de humedad de la madera no influyó en la calidad de la chapa, puesto que todas las trozas utilizadas en los cuatro ensayos de calentamiento tenían

valores similares en esta variable. Las chapas obtenidas en los cuatro programas de acondicionamiento analizados en este estudio, presentaron los siguientes intervalos de contenido de humedad: Programa 1, de 38 a 52%; Programa 2, de 39 a 53%; Programa 3, de 39 a 54% y el Programa 4, de 37 a 48% de CH.

CUADRO 1. Características de las trozas y calidad de la chapa generada en los programas de acondicionamiento analizados.

Programa	Trozas	Diámetro promedio (cm)	Longitud promedio (m)	T° corte (°C)	Calidad chapa
1	5	47	1.2	61-85° C	C
2	5	41	1.29	35-41° C	C
3	6	48	1.28	45-48° C	B
4	5	44	1.3	48-52° C	A

A continuación se analiza la forma como se realizó el proceso de acondicionamiento y los resultados que se generaron de cada uno de los cuatro ensayos o programas de ablandamiento de las trozas.

Programa 1. El tiempo de duración del proceso de calentamiento en este programa fue de 24 h. La secuencia de los periodos (tiempos y temperaturas) de calentamiento del agua de las fosas o tanques de acondicionamiento de las trozas, en cada una de las fases que integraron este programa fueron: 2 h a una temperatura de 60 °C, 6 h para lograr una temperatura de 60 a 90 °C, 8 h a temperatura entre 90 y 110 °C, 6 h para mantener la temperatura de 110 a 115 °C y otras 2 h para una temperatura de 115 a 100 °C (Figura 1). Las temperaturas de las trozas en el momento de desenrollado fueron, de 61 a 85 °C y la calidad de la chapa generada de las cinco trozas procesadas se clasificó como mala, debido a la presencia de fibra levantada o vellosa, grietas, asperezas y cambios de color de la madera (Cuadro 1). Con este programa, también se presentaron problemas de desenrollado que se manifestaron en desgarre de la madera en las cabezas de las trozas, debido a las mordazas de los usillos telescópicos del torno, y a las altas temperaturas aplicadas en el calentamiento.

Programa 2. Este programa se aplicó en un periodo de 24 h y la secuencia de calentamiento del agua de las fosas consistió en: 1 h para alcanzar los 40 °C, 7 h a una temperatura de los 40 °C, 1 h para pasar

de 40° a 50° C, 7 h a una temperatura de 50 °C, 1 h para cambiar de los 50 a 60 °C y 7 h a una temperatura de 60 °C (Figura 1). La temperatura de las trozas en el momento de desenrollado varió de 35 a 41 °C, y afectó el proceso del torneado lo cual reflejó en el desarrollo de rajaduras y grietas en la chapa que impidieron que se obtuviera una sábana continua. Esto afectó su rendimiento y calidad, que se clasificó como "C" (Cuadro 1). Se desarrollaron grietas alrededor de los nudos debido al deficiente ablandamiento de la madera por el proceso de calentamiento de las trozas.

Programa 3. El periodo de este programa fue de 24 h, se diferencia del anterior por el aumento de la temperatura máxima del agua de acondicionamiento, al final del programa, que se desarrolló con la siguiente secuencia: 1 h para alcanzar 50 °C, 7 h a una temperatura de 50 °C, 1 h para pasar de los 50 a 60 °C, 7 h a 60 °C, 1 h para pasar de 60 a 70 °C y 7 h a 70 °C (Figura 1). La temperatura de las trozas al momento de desenrollado fue de 45 a 48 °C y se observaron algunas asperezas y rajaduras en la chapa generada, pero no tan frecuentes como en las secuelas anteriores, por lo que la calidad de las chapas mejoró notablemente y se clasificó como "B" (Cuadro 1). Sin embargo, la dificultad del desenrollado impidió la obtención de una lámina o sábana continua de chapa lo que ocasionó desperdicios en el saneo y "dimensionado", así como interrupción en el proceso de desenrollado. Con esta secuela se generó chapa de calidad "regular", por lo que se programó otra secuela con mayor temperatura y menor tiempo de acondicionamiento de las trozas.

Programa 4. Este programa se aplicó en un periodo de 20 h y la secuencia utilizada se integró por los siguientes periodos: 1 h para alcanzar 50 °C, 5 horas a 50 °C, 1 h para pasar de los 50 a 60 °C, 6 horas a 60 °C, 1 h para pasar de los 65 a 75 °C y 6 horas a 75 °C (Figura 1). Las temperaturas de las trozas en el momento de desenrollado fue de 48 a 52 °C y se generó una chapa libre de defectos, con un color homogéneo, no se presentaron grietas ni se desarrollaron vellosidades alrededor de los nudos, la cara y trascara de la chapa fueron idénticas en sus características (grietas reducidas en trascara), no se apreciaron defectos, ni se presentaron dificultades en el proceso de desenrollado de las trozas, se redujeron los desperdicios provocados por el saneo de la chapa, debido a la obtención de una lámina o capa continua, y a la vez se abatió el tiempo de "dimensionado" de la chapa en la guillotina de la mesa "verde" lo cual mejoró en general, la calidad de la chapa y el proceso de torneado y "dimensionado" (Cuadro 1).

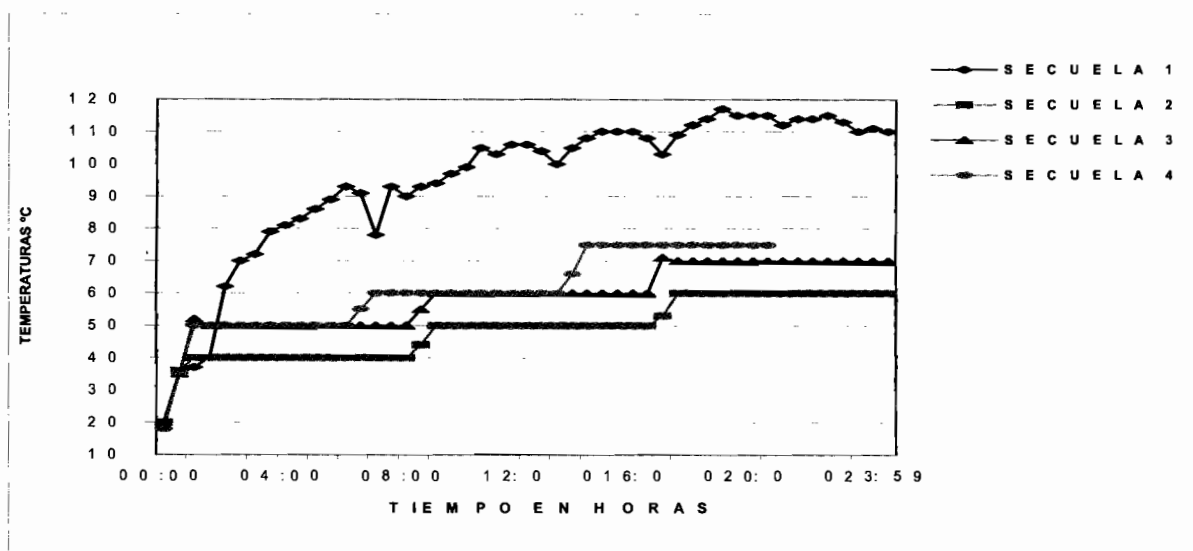


Figura 1. Distribución de las temperaturas del agua de los cuatro programas evaluados.

Coefficiente de aprovechamiento de la chapa.

El ahuzamiento de las trozas utilizadas en este trabajo fue de 10%. Para determinar el coeficiente de aprovechamiento de las trozas se consideraron la longitud y sus diámetros y también el diámetro del rolo o bolo, el volumen de madera aprovechable se determinó en m³ (Cuadro 2), El rendimiento de chapa (m²) se determinó por medio de la relación del volumen aprovechable de madera y el espesor de la chapa, que en el caso de las tabletas fue de 5 mm. El número de tabletas generadas se determinó por medio de la información señalada en la metodología, donde se indica que de cada dos tabletas se producen nueve lápices y que de 1 m² de chapa de 5 mm de espesor se generan 77 tabletas; y el número de lápices se determinó considerando que de cada dos tabletas se producen nueve lápices (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimientos de chapa generada en los cuatro programas analizados.

Programa Aplicado	Volumen de las Trozas (m3)	Volumen aprovechable (m3)	Chapa producida (m2)	Tabletas producidas	Lápices producidos
1	1.0635	0.7166	143.319	11035-11024	49657
2	0.8421	0.6115	122.305	9417-9408	42372
3	1.4260	1.1041	220.814	17002-16985	76509
4	0.9911	0.7507	150.142	11560-11549	52020

Actualmente, la industria lapicera en México obtiene un rendimiento de 32000 lápices por m³ de madera en rollo, equivalente aproximadamente, a 92 m² de chapa (Lapimex). Con el programa que generó la mejor calidad de chapa, con las características necesarias para la fabricación de lápices (Programa 4).

se obtuvieron rendimientos que superan hasta en 50% al método tradicional.

CONCLUSIONES

Los problemas técnicos para la producción de chapa desenrollada de *Pinus ayacahuite Ehr.* con un espesor de 5 mm y de buena calidad son solucionables y, en gran parte, dependen de la eficiencia del programa de calentamiento o adondionamiento de las trozas.

La chapa generada a través del Programa 4 se clasificó en la categoría "A" y generó tabletas de calidad similar o superior a las que se obtienen en el proceso tradicional, por lo que pueden utilizarse en la elaboración de tabletas para lápices.

El programa óptimo de acondicionamiento de la madera requirió 20 h, con temperatura del agua de 50 a 75 °C y temperatura de la madera en el momento de desenrollado de 48 a 52 °C.

El rendimiento de chapa desenrollada utilizada en la elaboración de tabletas para lápices supera al sistema tradicional que utiliza la industria lapicera mexicana.

El contenido de humedad de las trozas en este trabajo, con un intervalo de 35 a 55%, no influyó en la producción ni en la calidad de la chapa.

Se considera conveniente analizar o evaluar el proceso de torneado en otras especies maderables con características adecuadas a las requeridas para las tabletas para lápices.

Se considera que la automatización, para el control y suministro de calor al agua de las fosas de acondicionamiento, mejoraría notablemente la optimización de los programas de calentamiento de las trozas.

BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin, F.R. 1995. Plywood & veneer-based products manufacturing practices. Miller Freeman Publications. USA. 380 p.
- Feihl, O. y Godin, V. 1962. Peeling defects in veneer. Their causes and control. Forest Products Research Branch. Ottawa Laboratory. Ottawa, On. Canada. 18 p.
- Feihl, O. 1971. Heating frozen and nonfrozen veneer logs. Department of Environment, Canadian Forest Service, Eastern Forest Products Laboratory, Ottawa, On. Canada 50 p.
- Feihl, O. y Godin, V. 1975. Heating veneer logs. A practical guide. Canadian Forest Service. Technical report 9. Ottawa, On. Canada 20 p.
- Fleischer, H.O. 1959. Heating rates for logs, bolts and flitches to be cut into veneer. United States Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, Forest Service, División Timber Processing. Report. N° 2149. Madison, WI. USA. 18 p.
- Lutz, J. F. 1974. Techniques for peeling, slicing and drying veneer. USDA. Forest Service. Forest Products Lab. Research Paper FPL 276. Madison, WI, USA. 23 p.
- Muñoz G., R. 1992. Factores que influyen en la producción de chapa desenrollada en el Estado de Campeche. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. México. 57 p.
- Romahn, C., Ramírez H. y Treviño J. 1987. Dendrometría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Méx. 387 p.
- Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Normas. 1978. Norma Oficial Mexicana. Tableros Contrachapados de Pino. DGN-G-14-1978. México. D. F. 28 p.
- Zavala Z., D. 1990. Diagnóstico de la industria de tableros contrachapados en el área metropolitana del D. F. Revista Ciencia Forestal 15(68):61- 83.
- Zavala Z., D. 1991. Propiedades tecnológicas de la madera que influyen en las características de la chapa y en la calidad del triplay. Revista Ciencia Forestal en México 15(69):77- 92.
- Zavala Z., D. y Trujillo A., G. 1993. Análisis del proceso de calentamiento de trocería para la producción de chapa. Revista Ciencia Forestal en México 18 (74):139- 162.