

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Coeficiente de aserrío en la transformación de madera proveniente de *Pinus oocarpa* Schiede, en seis aserraderos de Nueva Segovia y Estelí, Nicaragua

Sawmill coefficient in the transformation of *Pinus oocarpa* Schiede wood in six sawmills in the departments of Nueva Segovia and Estelí, Nicaragua

Danilo Pérez-Flores¹, Guillermo Castro-Marín²

¹ Master en Gestión del Recurso Forestal, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5286-9328> / danilo1276@gmail.com

² Doctor en Ciencias Forestales, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4930-3507> / Guillermo.Castro@ci.una.edu.ni
Universidad Nacional Agraria



RESUMEN

En Nicaragua los estudios sobre la eficiencia de los aserríos son pocos, a pesar de ser la principal industria de transformación del país. El presente estudio se realizó en seis aserraderos localizados en los departamentos de Nueva Segovia y Estelí y tuvo por objetivos determinar el coeficiente de aserrío de la madera en rollo por procesada por aserrío y categoría diamétrica y elaborar ecuaciones que permitieron estimar el volumen de madera serrada a partir del volumen de madera en rollo y el diámetro menor de la troza. En cada aserradero se tomó una muestra aleatoria de 15 trozas de la especie de *Pinus oocarpa* Schiede, para un total de 90 trozas. A cada una de las trozas se le midieron las dimensiones de los diámetros extremos y su longitud para determinar el volumen en rollo utilizando la fórmula de Smalian, posteriormente se procesaron para obtener madera común (tablas, reglas y alfajillas) a estos productos se midieron sus dimensiones largo, ancho y grosor a fin de determinar el volumen de madera aserrada. Para determinar el coeficiente de aserrío se dividió el volumen de madera en rollo entre el volumen de madera aserrada de cada una de las 90 trozas. El coeficiente de aserrío promedio obtenido en las seis industrias fue de 70.26 %. Un análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre los seis aserraderos, registrándose rendimientos entre 80 a 64 %. Un análisis de correlación determinó que existe una asociación positiva entre el diámetro menor de las trozas y el coeficiente de

ABSTRACT

The present study was carried out in six sawmills located in the departments of Nueva Segovia and Estelí. The objectives of this study were to determine the sawmill coefficient of sawn lumber processed by sawmill and diameter category and to develop equations that allow estimating the volume of wood sawn, from the volume of wood processed and the smallest diameter of the log. A random sample of 15 logs of the *Pinus oocarpa* Schiede species was taken at each sawmill, for a total of 90 logs. The dimensions of the extreme diameters and their length were measured to each one of the logs to determine the volume in roll using the Smalian formula, later, they were processed to obtain common wood (boards, rulers and pottery) to these products their products were measured length, width and thickness dimensions to determine the volume of sawn lumber. To determine the sawing coefficient, the timber log volume was divided by the volume of sawn wood from each of the 90 logs. The average sawmill coefficient obtained in the six industries was 70.26 %. An analysis of variance determined that there were significant differences between the six sawmills, with yields ranging from 80 to 64 %. A correlation analysis determined that there was a positive association between the smaller diameter of the logs and the sawmill coefficient. In other words, as the diameter of the log increases, there is a greater sawing coefficient. The equation for estimating the sawn lumber volume sawn from the volume of the log

Recibido: 11 de agosto del 2020
Aceptado: 20 de abril del 2021



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2021. Universidad Nacional Agraria (UNA).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

aserrío. Es decir que a medida que aumenta el diámetro de la troza hay un mayor coeficiente de aserrío. La ecuación para la estimación del volumen aserrado a partir del volumen de rollo de la troza es $Y = -0.0524 + 0.8827X$ y la ecuación para predecir el volumen aserrado a partir del diámetro menor es $Y = -0.31 + 2.1197X$. El coeficiente de aserrío para las seis empresas estudiadas es 70.26%, equivalentes a equivalente a 301.27 pt/m³ para aserríos portátiles con ancho de corte de 3mm y trozas cilíndricas y de buena calidad.

Palabras clave: industria forestal, madera aserrada, factor de rendimiento, bosques, madera en rollo.

roll is $Y = -0.0524 + 0.8827X$ and the equation to predict the sawn lumber volume from the smaller diameter was $Y = -0.31 + 2.1197X$. The sawmill coefficient for the six companies studied is 70.26%, equivalent to equivalent to 301.27 pt / m³ for portable sawmills with 3mm cutting width and cylindrical and good quality logs.

Key words: Forestry industry, sawn wood, yield factor, forests, round wood.

La industria forestal en Nicaragua básicamente está constituida por aserraderos que constituyen la primera transformación de la madera. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2004), en el país existen 76 aserríos, siendo el departamento de Nueva Segovia el que cuenta con el mayor número de aserríos (16), seguidos de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (13) y Estelí (9). Lo anterior es debido a que estos departamentos y región autónoma cuentan con la mayor cantidad de bosques productivos y producción de madera, así lo señala el Instituto Nacional Forestal (INAFOR, 2014). Se considera que la mayoría de la industria de primera transformación, es decir, los aserraderos, enfrenta problemas de obsolescencia de los equipos, desaprovechamientos de residuos y personal poco capacitado (Pomadere *et al.*, 1998; FAO, 2004).

El proceso de aserrío se puede definir como la transformación de una troza de forma cilíndrica a un producto con dimensiones específicas (ancho, largo y espesor) de acuerdo con los patrones de corte, a fin de ser utilizados en un proceso posterior, ya sean para elaborar muebles, embalajes, puertas, ventanas, entre otros (Meza y Simón, 2007; Ortíz *et al.*, 2016).

El término coeficiente de aserrío se refiere a la relación entre el volumen de madera aserrada producido y el volumen de madera en troza antes del aserrado (Chávez, 1997). Según Quirós *et al.* (2005) el coeficiente de aserrío es un indicador de la tasa de utilización de la madera en rollo, y que en el rendimiento influyen factores como el diámetro, calidad y forma de la troza, tipo de sierra empleada y la experiencia del operador.

El coeficiente de aserrío reportado por diferentes estudios en Nicaragua oscila entre 60 % y 70 % (Soza-Jiménez, 1990; Lam, 2012; FAO, 2004), lo que indica un bajo aprovechamiento de la madera en rollo.

El presente estudio se realizó en dos departamentos de Nicaragua, Nueva Segovia y Estelí para determinar el coeficiente de aserrío en la transformación de la madera de *Pinus oocarpa* - Schiede que es una de las especies de mayor producción en esos departamentos e industrias forestales.

Los resultados del estudio actualizaron el coeficiente de aserrío por categorías diamétrica y permite compararlo con el coeficiente utilizado por INAFOR, que es de 66 %, para estimar la cantidad de madera aserrada que se obtendrá de una troza rolliza para todas las especies y tipos de sierras principales.

El objetivo fue determinar el coeficiente de aserrío de la madera en rollo procesada en seis industrias forestales con sierra principal sin fin y correlacionar el diámetro menor de la troza con la cantidad de madera aserrada producida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de las industrias forestales. La selección de las industrias se realizó mediante la clasificación de su sierra principal, en este caso se seleccionaron los aserríos portátiles con tipo de sierra sin fin y con permiso de operación vigente y operando por parte del INAFOR, también se consideró su accesibilidad y disponibilidad de madera. Los aserraderos seleccionados fueron San Judas Tadeo y Esquipulas en Mozonte, Ortez en Jalapa, San Nicolás en San Fernando, estos en el departamento de Nueva Segovia y Hermanos Blandón y Rocha-Ruiz en el departamento de Estelí.

Características de los aserraderos seleccionados. Las industrias evaluadas en su mayoría tienen aserríos de la marca Wood Maizer de los modelos 40 y 70, excepto Rocha-Ruiz, que tiene una marca Cooks SAW 26. Las especificaciones técnicas son iguales, principalmente en el ancho de corte, ancho de la cinta y la fuerza del motor (Cuadro 1). Este ancho es utilizado para aserrar madera de pino por ser una madera suave y de diámetros variables. Estos aserríos son modernos como los modelos 70 que tienen mandos hidráulicos y cabina de protección para el operador.

En lo referente a la mano de obra, la mayoría de los trabajadores en los planteles de las industrias forestales no son calificados, siendo ellos los ayudantes de los operadores de la sierra principal, ayudantes en la reaserradora, despuntadora, palillera, aliñadores y cargadores de madera aserrada. La mano de obra calificada está conformada por los operadores de toda la maquinaria, son aquellos que tienen conocimiento práctico en el mantenimiento y uso de las maquinarias que

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Cuadro 1. Características técnicas de la sierra principal de los aserraderos

Nombre de la industria	Modelo	Longitud (m)	Longitud de trozas (m)	Diámetro de trozas (cm)	Ancho de la cintas (pulgadas)	Ancho de corte (mm)	Diámetro Volante (cm)
Rocha Ruiz	Cooks SAW 26	8	6.7	91	1.5	3	66
Esquipulas	LT70HD	8	6.0	91	1.5	3	48
Ortez	LT40	8	6.0	91	1.5	3	48
San Nicolas	LT15	8	6.0	91	1.5	3	48
San Judas Tadeo	LT70	8	7.5	91	1.5	3	48
Blandón e hijos	LT70	8	7.5	91	1.5	3	48

cada pieza de madera. Para obtener el volumen en metros cúbicos (m³) se utilizó fórmula propuesta por (INTECFOR, 1993), que indica que:

$$V = \text{Ancho (m)} \times \text{Grueso (m)} \times \text{Largo (m)}$$

Donde:

procesan madera en rollo y/o procesada, uno de los que juega un papel muy importante es el afilador ya que este debe contar con mucha experiencia y cuidado en su labor.

Los conocimientos han sido adquiridos a través de la práctica y por el paso de orientaciones verbales por los de mayor edad que han sido parte del personal de las viejas industrias forestales en los años 70 y 80 en Nueva Segovia y la Costa Caribe, las restantes características generales se muestran a continuación.

Tamaño de la muestra y selección de las trozas. El número total de trozas evaluadas fue de 90, de cada aserrio se seleccionaron 15. La selección de la muestra fue aleatoria. De las guías forestales de madera en rollo autorizadas por INAFOR se identificaron el número de cada troza, se anotaron los números de las trozas en un papel y se colocaron en una bolsa, seguidamente se realizó un recorrido por el patio de acopio, tomando uno de los papeles de la bolsa, se observa el número y se identifica la troza con el número ubicado en uno de los extremos de la troza.

Cubicación de madera rolliza. Una vez que las trozas fueron seleccionadas, se procedió a la medición de diámetros y longitud. El volumen de cada troza fue calculado utilizando la fórmula de Smalian según el Instituto Técnico Forestal (INTECFOR, 1993).

$$V = \frac{(D_{\text{menor}} + D_{\text{mayor}})^2}{16} * 3.1416 * L$$

Donde:

V = Volumen de trozas en metros cúbicos sólidos con corteza (ssc)

D_{mayor} = Diámetro extremo mayor de la troza (m)

D_{menor} = Diámetro extremo menor de la troza (m)

L = Longitud de la troza (m)

Cubicación de madera aserrada. Para cubicar los diferentes productos que se obtuvieron de cada troza, se procedió a medir la siguientes dimensiones: ancho, grueso y largo de

V = Volumen de madera aserrada metros cúbicos
Ancho de la pieza en metros
Grueso de la pieza en metros
Largo de la pieza en metros

Coefficiente de aserrio. Para determinar el coeficiente de aserrio, se utilizó la fórmula propuesta por (Chávez, 1997) que relaciona el volumen calculado de las piezas de madera aserrada obtenida y el volumen de la madera en rollo utilizada, se aplica la siguiente ecuación:

$$CA = \frac{\text{Vol piezas (m}^3\text{)}}{\text{Vol troza (m}^3\text{)}} \times 100$$

Donde:

CA: Coeficiente de aserrio (%)

Volumen piezas: Volumen total de las piezas aserradas producidas por una troza (m³)

Volumen troza: Volumen rollo de la troza (m³)

Análisis de los datos. Se aplicó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias estadísticas en el coeficiente de aserrio entre los aserraderos evaluados y entre las categorías diamétricas. Así mismo, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal, el cual determinó el grado de relación que existe entre el diámetro menor y el volumen de la troza y el volumen de madera aserrada que se obtiene. Todos los análisis fueron realizados con el programa estadístico SPSS 20.00 (IBM SPSS® software, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las trozas aserradas y los productos obtenidos. En el Cuadro 2 se presentan las dimensiones promedios de las trozas aserradas en los aserraderos. En los seis aserraderos el promedio del diámetro mayor y menor de las trozas procesadas fué de 31.27 cm y 25.12 cm respectivamente y con una longitud de 4.67 metros, lo cuál representa un volumen promedio de madera en rollo

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

de 0.2966 m³. Cuatro de los aserrios procesan trozas con diámetros pequeños entre 10 cm y 25 cm, lo que indica que están procesando madera proveniente de raleos o planes de saneamiento. Los principales productos que se obtienen de este tipo de trozas son piezas para nasas, palillos y polines de dimensiones variable desde 1x2, 1x3, 2x2, 2x4, 1x6, 1x8 pulgadas de espesor y ancho respectivamente. Cuando el diámetro menor es superior de 25 cm procesan piezas con dimensiones 2x4, 2x6, 4x4, 4x6, 1x10, 1x12, 2x8, 2x10 2x12 pulgadas. También se procesa madera para la producción de madera denominada timber con dimensiones de 8x10, 10x12, 10x14 pulgadas. Con respecto a la longitud de cada pieza procesada, estas varían entre los 6, 8, 10, 12, 14 y 16 pies. Así mismo, se producen piezas con longitudes diferentes de acuerdo a los pedidos que se reciben y a la disponibilidad de trozas con longitudes grandes.

Cuadro 2. Características dimensionales de las trozas procesadas en los seis aserrios de Nueva Segovia y Estelí

Aserrios	Parámetros Estadísticos	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Longitud (cm)	Madera rolliza (m ³)
San Nicolas	Media	28.33	22.15	475.47	0.24
	Desviación Estadar	2.57	1.82	46.10	0.04
	Máximo	66.00	64.50	513.00	1.45
	Mínimo	28.00	22.50	340.50	0.25
San Judas Tadeo	Media	38.33	33.47	470.33	0.53
	Desviación Estadar	12.73	12.38	29.81	0.35
	Máximo	60.50	55.00	497.00	1.12
	Mínimo	21.00	20.00	425.00	0.14
Ortez	Media	39.73	35.99	464.87	0.55
	Desviación Estadar	11.42	11.53	46.34	0.33
	Máximo	66.00	64.50	513.00	1.45
	Mínimo	28.00	22.50	340.50	0.25
Esquipulas	Media	34.73	28.27	470.13	0.39
	Desviación Estadar	7.57	7.75	34.39	0.18
	Máximo	45.00	41.00	509.00	0.71
	Mínimo	22.00	15.00	401.00	0.11
Rocha-Ruiz	Media	31.27	25.17	466.80	0.33
	Desviación Estadar	12.25	10.42	31.73	0.25
	Máximo	55.00	45.00	496.00	0.84
	Mínimo	16.00	13.00	419.00	0.09
Blandón e Hijos	Media	33.13	26.73	432.13	0.34
	Desviación Estadar	9.70	10.92	26.10	0.22
	Máximo	49.00	43.00	460.00	0.65
	Mínimo	20.00	10.00	349.00	0.09

Coefficiente de aserrio por aserraderos. El coeficiente de aserrio promedio de las 90 trozas evaluadas resultó en un rendimiento de 70.26 % (301.27 pie tablares m³), lo cual es superior al 66 % (283 pie tablares m³) normado por INAFOR para todas las especies y tipos de aserrios en el país, mediante la resolución administrativa No. 13-2015 en el artículo 13. Al comparar el rendimiento del procesamiento de madera rolliza a madera aserrada por aserrio, se determinó que existen diferencias significativas entre los aserraderos ($p=0.032$). Un análisis de separación de media a través de la prueba de Duncan, agrupó en tres categorías a los rendimientos de los aserrios (Cuadro 3). El aserrio San Nicolás se ubicó en la primera categoría, registrando el mayor coeficiente de

aserrio, la segunda categoría la conforman San Judas Tadeo y Ortez y la tercera categoría Esquipulas, Rocha-Ruiz y Blandón e hijos. En las industrias San Nicolás y San Judas Tadeo su alto rendimiento puede ser debido a los tipos de diámetros procesados, al poco desperdicio de madera que genera el proceso de transformación y a los 30 y 25 años de experiencia de los operadores de la maquina principal. En las restantes industrias los operadores no poseen mucha experiencia, esta oscila entre los 2 y 8 años. (Flores y Gonzalez, 2006) señalan que entre más experimentado mejor es su destreza para decidir el tipo de corte de apertura para aserrar la troza, y se obtendrán mayores rendimientos.

Es importante señalar que cuatro de los aserraderos estudiados sobrepasan la norma de rendimiento orientada por INAFOR, es decir, que las industrias están siendo más eficientes. Esto es un problema administrativo para los dueños de la industria, ya que, se quedan con madera procesada en patio y sin guías forestales para comercializar, y se ven obligados a esperar largos procesos administrativos y técnicos para validar que la madera proviene o no de plan de manejo autorizado, mientras la madera pierde calidad y valor en el mercado.

Coefficiente de aserrio por categorías diamétricas. El análisis de correlación aplicado demostró que existe relación entre el tamaño del diámetro menor de las trozas y el coeficiente de aserrio ($p<0.001$). En el Cuadro 4, se presenta el coeficiente de aserrio por categoría diamétrica,

indicando que a medida que aumenta la categoría diamétrica aumenta el coeficiente de aserrio. Un análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre categorías diamétricas conformadas ($p<0.001$); y el análisis de separación de medias de Duncan confirmó que cada categoría tiene rendimientos estadísticamente diferentes entre sí. Los resultados del rendimiento de las trozas por categorías diamétricas demuestran que en los diámetros menores, superiores a 30 cm se pueden obtener rendimientos mayores a los orientados por INAFOR con la norma del 66 %. Por lo tanto, es necesario implementar una normativa que indique el rendimiento por categoría diamétrica en la madera proceda de la especie *Pinus oocarpa*.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Cuadro 3. Coeficiente de aserrio promedio para los seis aserraderos

Nombre del Aserrío	n	CV	Coeficiente de aserrio (%)
San Nicolás	15	14.17	80.97 a
San Judas Tadeo	15	16.93	71.87 ab
Ortez	15	15.76	70.26 ab
Esquipulas	15	23.64	68.68 b
Rocha- Ruiz	15	30.55	65.66 b
Blandón e Hijos	15	20.84	64.13 b

n: Muestra, CV: Coeficiente de variación.

Cuadro 4. Coeficiente de aserrio promedio por categoría diamétrica en seis aserraderos de Nueva Segovia y Estelí

Categoría Diamétrica (cm)	n	CV	Coeficiente de aserrio (%)
10 - 19.9	13	31.22	60.05 d
20 - 29.9	43	20.99	67.21 cd
30 - 39.9	17	14.56	72.47 bc
40 - 49.9	12	10.71	83.25 ab
≥ 50	5	2.08	84.38 a

n: Muestra, CV: Coeficiente de variación.

Varios autores señalan que el diámetro menor de la troza es una de los factores que tienen efecto directo sobre el rendimiento, ya que al aumentar el diámetro se incrementa su rendimiento (Quirós *et al.*, 2005; Esteves *et al.*, 2010; Haro *et al.*, 2015).

El coeficiente de aserrio por categoría diamétrica obtenido en este estudio es superior a los reportados por Zavala-Zavala y Hernández-Cortés (2000) en un estudio realizado en México en procesamiento de madera de pino, en el que los porcentajes de rendimiento oscilan entre el 49 % y 51 % para diámetros entre 30 cm y 60 cm. En Honduras en un aserradero localizado en la Villa Comayagua se reportaron rendimientos de 52 % (Duarte, s.f).

Ecuaciones de predicción de madera aserrada. En la Figura 1 y 2, se describe que existe una correlación muy alta entre el volumen en rollo de las trazas y el volumen procesado, y el diámetro menor de cada troza con el volumen procesado. Indicando una perfecta asociación positiva y que a medida que aumenta el volumen en rollo y el diámetro menor de la troza, aumenta el volumen aserrado. La ecuación para la estimación del volumen aserrado a partir del volumen en rollo de la troza, es $Y = -0.0524 + 0.8827X$ ($p < 0.001$; $r^2 = 0.98$) y la ecuación para predecir el volumen aserrado a partir del diámetro menor es $Y = -0.31 + 2.1197X$ ($p < 0.001$; $r^2 = 0.89$).

La importancia de estas ecuaciones es que los dueños de bosques, los comercializadores de madera y los dueños de aserrio podrían estimar la cantidad de madera serrada que podría producir una troza calculando su volumen o a través de la medición del diámetro menor de la troza.

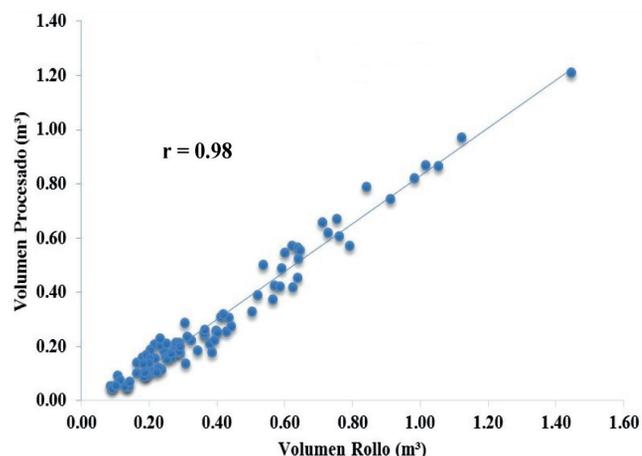


Figura 1. Dispersión de los datos y ecuación de mejor ajuste de la predicción del volumen aserrado a partir de volumen en rollo para la especie *Pinus oocarpa*.

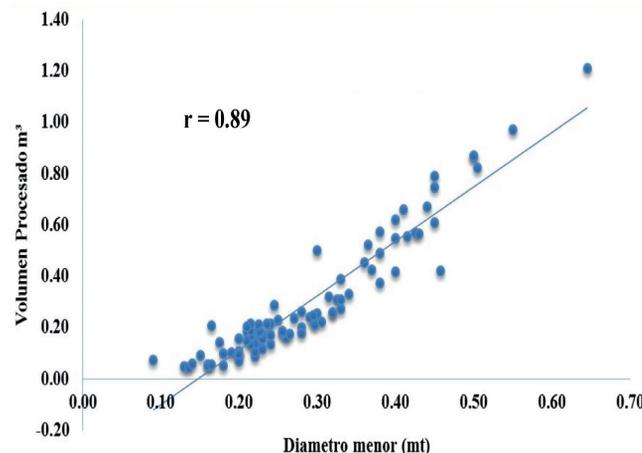


Figura 2. Dispersión de los datos y ecuación de mejor ajuste de la predicción del volumen aserrado a partir de diámetro menor de la troza para la especie *Pinus oocarpa*.

CONCLUSIONES

El coeficiente de aserrio para las seis empresas estudiadas fue 70.26 %. Para la especie de *Pinus oocarpa* es equivalente a 301.27 pt m³ para aserrios portátiles con ancho de corte de 3 mm y trozas cilíndricas y de buena calidad. Existe una relación directamente proporcional entre el diámetro menor de la troza y su coeficiente de aserrio, lo que permite afirmar que el diámetro de las trozas es el elemento que más influye sobre el rendimiento de madera en los seis aserraderos evaluados. Para el caso del procesamiento de la madera de *Pinus oocarpa* se puede estimar a partir del volumen de madera en rollo de una troza y el diámetro menor de esta, y la cantidad de madera aserrada que se puede obtener.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chávez, A. (1997). *Estudio de rendimientos, tiempos y movimientos en el aserrío manual Práctico*. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacg715.pdf
- Duarte, E. (s.f.). *Costos de producción de madera aserrada de pinus oocarpa*. Monografias.com <http://www.monografias.com/trabajos57/costos-produccion-madera-aserrada/costos-produccion-madera-aserrada2.shtml>
- Flores, R., y Gonzalez, S. (2006). *Evaluación preliminar del rendimiento de aserrado con motosierra en plantaciones de Eucalipto (Eucalyptus camaldulensis) en la comunidad las Marias, Telica, León* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1076/1/tnk10f634.pdf>
- Haro, A., Nájera, J., Méndez, J., Corral, S., Hernández J., Carrillo, A., y Cruz, F. (2015). Factor de conversión de productos forestales en la industria de tarimas en Durango. *Revista Mexica de Ciencias forestales*, 6(30), 90-105. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n30/v6n30a8.pdf>
- Instituto Nacional Forestal. (2014). *Linea base de uso y destino de la madera aserrada en Nicaragua con referencia al ciclo 2012-2013*. <https://www.slideshare.net/marvinmillon/lb-linea-base-uso-y-destino-de-la-madera-en-nicaragua-gizcavamaínaformarvinmil lonmargieortega>
- Instituto Técnico Forestal. (1993). *Manual Técnico Forestal*.
- Lam, C. (2012). *Rendimiento de madera aserrada de trozas de Cedro Macho (Carapa Nicaraguensis) Aublet y nanciton (Hyacinthoides alchorroides) Allemao en la empresa MAPINIC, SA Rosita-RAAN* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1170/1/tnk10l213r.pdf>
- Esteves Magalhães, W. L., Bolzon de Muniz, G. I., Lomeli, Ramirez M G., y Batista, D. C. (2010). Estudio de la productividad de corte de madera de Pinus elliottii utilizando un prototipo de aserradero portátil. *Maderas: ciencia y tecnologia*, 12(1), 43-52. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/maderas/v12n1/ART05.pdf>
- Meza, A., y Simón, D. (2007). Aserrío de trozas de diámetros menores. *KURÚ: Revista Forestal*, 4(10), 63-65. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/501/428>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2004). *Estudios de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina documento de trabajo: Informe nacional Nicaragua*.
- Ortiz, R., Martínez, S., Vásquez, D., y Juárez, W. (2016). Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género pinus en la región sierra sur, Oaxaca, México. *Colombia Forestal*, 19(1), 79-93 <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v19n1/v19n1a06.pdf>
- Pomadera C., Brenes, E., y Figueroa L. (1998). *Industria de la madera en nicaragua : condiciones de competitividad*. CLACDS – INCAE. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Pomareda1998IndustriaDeLaMadera.pdf>
- Quirós, R., Chinchilla, O., y Gómez, M. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomia Costarricense*, 29(2), 7-15. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43629201.pdf>
- Soza Jimenez, S. (1990). *Estudio preliminar comparativo de la industria de transformacion primaria en tres aserraderos de Masaya* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/869/1/tnk50s731.pdf>
- Zavala Zavala, D., y Hernández Cortés, R. (2000). Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. *Madera y bosques*, 6(2), 41-55. <https://doi.org/10.21829/myb.2000.621374>