



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE

TRABAJO DE GRADUACION

Para optar al título de Ingeniero Forestal

Rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet. y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, en la empresa MAPIINIC, S.A Rosita, RAAN, Nicaragua.

AUTOR:

Br. Christian Shamir Lam Oliveros

ASESORA:

Ing. Lucía Romero

Managua, Nicaragua

Julio, 2012

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MATERIALES Y METODOS	3
3.1. Ubicación y generalidad de la empresa MAPIINIC, S.A	3
3.2. Proceso metodológico	4
3.2.1. Tipo de maquinaria para el aserrado en la empresa MAPIINIC, S.A	4
3.2.2. Determinación del rendimiento de madera aserrada	5
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	9
4.1. Descripción de la maquinaria utilizada para la obtención de madera aserrada en la empresa MAPIINIC, S.A.	9
4.1.1. Aserríos portátiles	9
4.1.2. Canteadoras	11
4.1.3. Despuntadoras	11
4.1.4. Flujograma de producción de la empresa	12
4.2. Determinación del rendimiento de la madera por especie, según el grado de calidad.	14
V CONCLUSIONES	17
VI. RECOMENDACIONES	17
VI. LITERATURA CITADA	18
VII. ANEXOS	20

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis a:

Primeramente a DIOS todo poderoso como fuente de luz e inspiración, por haberme proporcionado la oportunidad de culminar mis estudios y este triunfo.

Mis padres Hugo Sergio Lam Bent y Griselda Isabel Oliveros Matuz, por su apoyo incondicional y porque siempre me guiaron por el camino correcto.

Mis Abuelitos en especial a Senayda Matuz y Gertrudis Bent por sus buenos ejemplos.

Mis hermanos Griselda Oliveros y Roy Lam, por su cariño y apoyo.

Mis tíos Roger Matuz y David Matuz, por su valioso apoyo en el transcurso de mi desarrollo personal.

Mis compañeros de clases, gracias por su apoyo siempre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a:

A la Universidad Nacional Agraria y a la Facultad de FARENA, forjando profesionales para el desarrollo sostenible del medio ambiente y los recursos naturales.

A la empresa MAPIINC, S.A de la Ciudad de Rosita Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), por brindarme la oportunidad de realizar el presente estudio en sus instalaciones y además compartir con personal de gran experiencia en el campo forestal.

Mi asesora Ing. Lucía Romero quien me guio y hizo posible la finalización de mi trabajo de tesis.

Al Ing. Limberg Guzmán, por su apoyo en el transcurso de mi etapa de campo en la empresa MAPIINIC, S.A.

A todos los docentes de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente en especial a la Ing. Emelina Tapia por brindarme sus conocimientos técnicos.

La señora María Campos por brindarme un lugar en su casa durante el transcurso de mi carrea.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización del presente documento.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según la norma NHLA. (NHLA, 2003).	7
2. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según pedidos a la empresa.	7
3. Características de los aserríos portátiles utilizados en la empresa MAPIINIC, S.A	10
4. Rendimiento de las especies Cedro Macho en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012	15
5. Rendimiento de las especies Nancitón en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012	15

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Localización de la empresa MAPIINIC, S.A en el municipio de Rosita.	3
2. Modelo de cubicación de trozas (Smalian)	5
3. Bulto de madera aserrada para su cubicación	6
4. Aserrío portátil (Wood-Mizer LT40)	9
5. Aserrío portátil (Wood-Mizer LT70)	10
6. Canteadora de sierra múltiple. 2011	11
7. Despuntadora de péndulo. 2011	12
8. Flujograma de producción de la empresa MAPIINIC, S.A. 2011	13

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Formulario CAD3 (Transferencia de troza para procesamiento)	21
2. Formulario CAD6 (Embultado)	21

RESUMEN

El estudio consistió en evaluar rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, en los dos aserríos portátiles tipo Wood Mizer LT40 y Wood Mizer LT70, de la empresa MAPIINIC, S.A, en el municipio de Rosita (RAAN), Nicaragua. Se utilizó una base de datos del período agosto 2010-julio 2011, facilitada por la empresa, correspondientes a la cubicación de 5,570 trozas de Cedro macho y 7,785 trozas de Nancitón. Para el cálculo del volumen de la trozas se utilizó la fórmula de Smalian y para determinar el rendimiento en madera aserrada de cada especie se utilizó el volumen promedio obtenido de las tablas sobre el volumen promedio de la trozas, multiplicado por cien. Para Cedro macho se obtuvo un volumen de madera aserrada de 455,722.66 pt lo que representó un rendimiento del 18.86% del volumen en troza; para Nancitón se obtuvo un volumen de madera aserrada de 584,698.91 pt para un rendimiento del 10.72% del volumen en troza. En relación al rendimiento de otras especies y otros aserríos estos rendimientos se consideran bajos, atribuidos a que las trozas, por haber estado mucho tiempo tumbadas en el campo, presentaban daños que obviamente incidieron en la cantidad y calidad de madera aserrada obtenida, además que la metodología aplicada no llevó sistemáticamente el registro de cubicación de la madera aserrada por cada troza cubicada, lo que pudo influir en estos resultados.

ABSTRACT

The study was carried on to evaluate performance in sawn timber of Cedro macho logs (*Carapa guianensis*) Aublet and Nanciton (*Hyeronima alchorneoides*) Allemão, with two portable sawmills type Wood Mizer LT40 and Wood Mizer LT70, in MAPIINIC S. A, company, municipality of Rosita (RAAN), Nicaragua. It was used a database of the period August 2010-July 2011, provided by the company, corresponding to 5,570 cedro macho logs and 7.785 nanciton logs. For the calculation of the volume of the logs it was used the Smalian formula, and to determine the performance in sawn timber for each species was used the volume average obtained from the tables on the average volume of the logs, multiplied by one hundred. For cedro macho the volume obtained was sawn 455.722 pt what amounted to a return of 18.86 % of the volume in chops; Nanciton was obtained for a volume of sawn wood of 584.698 pt for a performance of 10.72 % of the volume in chops. In relation to the performance of other species and other sawmills these returns are considered to be low, attributed to the logs, having been a long time lying down in the field, were damaged that obviously influenced the quantity and quality of sawn wood obtained, in addition to the methodology applied did not systematically record the storeroom of the sawnwood per each cubicated logs, which could influence these results.

GLOSARIO

Aserríos: Equipo con el que se realiza el proceso de aserrado hasta la primera transformación (INAFOR, 2011).

Canteadora: Una canteadora se utiliza para producir tablas o tablones con cantos paralelos, eliminando los cantos con inclusión de corteza y albura (Chávez, 1997).

Despuntadora: Por lo general son de tipo pendular y realizan cortes transversales o perpendiculares al eje de la tabla. Su función es cortar los extremos de las tablas o tablones de forma que éstas tengan ángulos rectos en sus extremos. También se las utiliza para eliminar defectos en las tablas como rajaduras, extremos podridos y grietas (Chávez, 1997).

Estudio de Rendimiento: Un estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza (Chávez, 1997).

Madera: Es el nombre genético que se da a la sustancia leñosa que el cuerpo de los arboles, que tiene aplicación en los trabajos de carpintería, ebanistería y demás usos industriales (Yáñez, 1972).

Madera en aserrada: Pieza de madera cortada longitudinalmente por medios de sierra manuales y mecánicas (Alegría *et al.* 1993).

Madera en rollo: Trozo del árbol apto para su procesamiento industrial, es utilizada en forma cilíndrica con o sin corteza, al cual puede encontrarse en trozas o en fuste (Gonzales y Cuadra, 2004).

Pie tablar: Es una medida inglesa, de uso tradicional, el cual corresponde a 1 pie de ancho por 1 pie de largo por 1 pulgada de grosor (Gonzales y Cuadra, 2004).

Segunda transformación: Son los orientados a la transformación de la madera en productos elaborados destinados al consumo directo. Es decir, los productos acabados (Modulo 2, s.f).

Tabla: Pieza que tiene 1 pulgada de grosor (Gonzales y Cuadra, 2004).

Troza: Cualquier sección de un fuste o de las ramas más gruesas de un árbol cortado (Gonzales y Cuadra, 2004).

1. INTRODUCCION

En septiembre del 2007 el huracán Félix tumbo aproximadamente 500,000 ha de bosque productivo latifoliado y de coníferas de la RAAN, destruyendo el 80% de la masa boscosa, cuya madera, de no ser aprovechada, representaría, además de la perdida ambiental, peligro de incendios forestales, plagas y enfermedades forestales, una gran pérdida económica.

La empresa MAPIINIC, S.A (Maderas Preciosas Indígenas Industriales de Nicaragua, S.A.), inició operaciones en esta región en el año 2008, al haber identificado la oportunidad de aprovechar parte de la madera tumbada, para sacar provecho económico, generar empleo y responder a la demanda de madera específica que había en el mercado.

Todavía queda mucha madera que puede ser aprovechada por la empresa pero debido al tiempo que ha permanecido en el bosque, su calidad puede haber declinado.

Durante las prácticas pre-profesionales 2010 y 2011, se tuvo acceso a todas las áreas de trabajo de esta empresa, pudiendo conocer los diferentes tipos de maquinaria existentes y como principal actividad se participó en la cubicación de trozas y madera aserrada de las especies Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, con lo cual se generó una base de datos.

Con base en lo anterior se identificó la oportunidad de realizar el trabajo de tesis con la base de datos obtenida durante las prácticas sumándole la base de datos obtenida por la empresa durante meses anteriores, con lo cual se realizó un estudio de rendimiento del aserrío con las especies mencionadas, para el período agosto 2010- julio 2011.

Se entiende como un estudio de rendimiento a la determinación del volumen total de madera aserrada que se obtiene a partir del volumen total de una troza antes de ser procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada que sale y el volumen en troza que entra, el cual se expresa en porcentaje.

En esa misma condición se clasificó y determinó el rendimiento de la madera aserrada con base en las normas internacionales de la NHLA (National Hardwood Lumber Association) y otras clases de calidad que la empresa utiliza según pedidos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general:

- ✓ Evaluar el rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, provenientes de zonas afectadas por el huracán Félix, en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A Rosita, RAAN, Nicaragua.

2.2. Objetivos específicos:

- ✓ Describir la maquinaria utilizada para la obtención de madera aserrada y su posición en el flujograma de producción en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A.
- ✓ Determinar el rendimiento de la madera por especie y grado de calidad, basado en las normas de la NHLA (National Hardwood Lumber Association) y otras clases de calidad, establecidas por la empresa.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y generalidad de la empresa MAPIINIC, S.A

El estudio se realizó en el centro de transformación primaria –aserradero- de la empresa MAPIINIC, S.A. (Maderas Preciosas Indígenas Industriales de Nicaragua, S.A.), ubicado a 45 km, del municipio de Rosita, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua, con coordenadas 13° 53' 0" N, 84° 24' 0" W (figura 1).

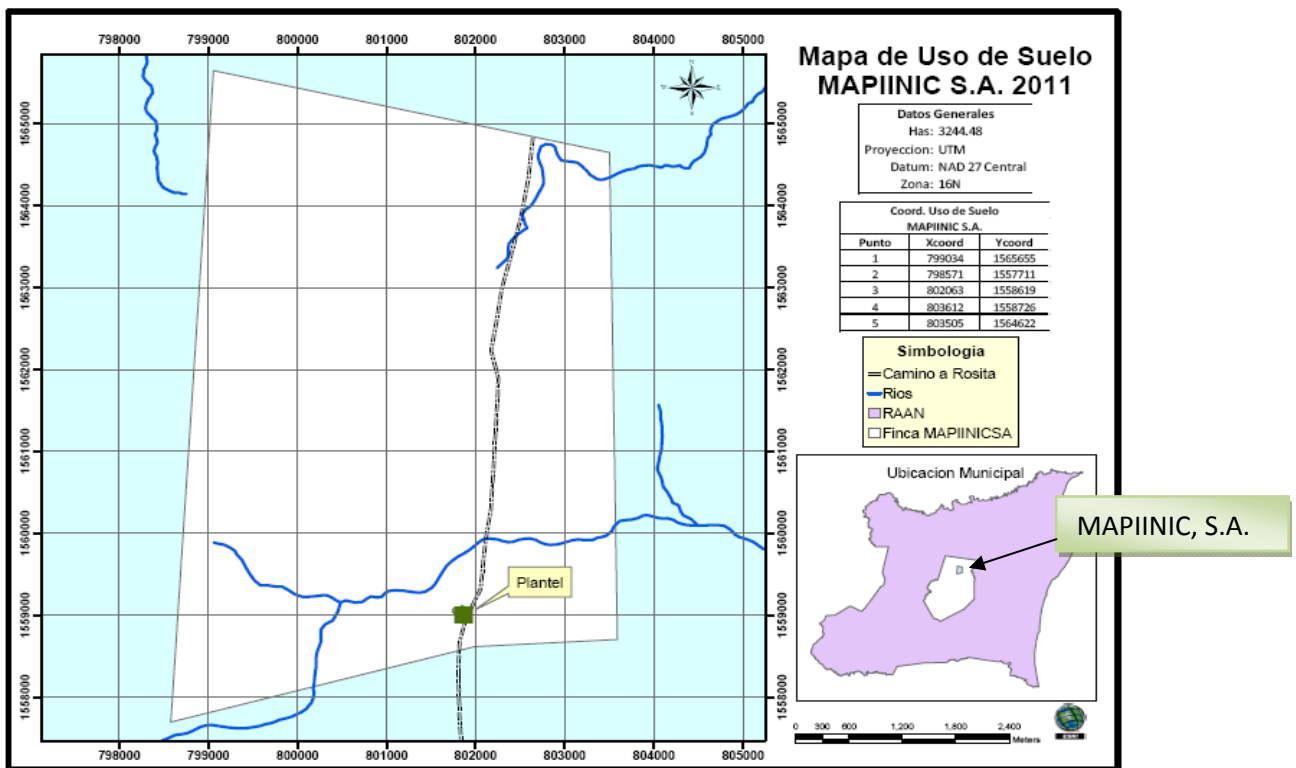


Figura 1. Localización de la empresa MAPIINIC, S.A en el municipio de Rosita.
Fuente MAPIINIC, S.A. 2011.

MAPIINIC, SA está dedicada a la actividad forestal bajo el estricto cumplimiento de las leyes forestales Nicaragüenses, con lo cual ha venido construyendo su economía. Como empresa realiza sus operaciones de manejo de bosques, actividades de extracción forestal, transformación de la madera en rollo, además de contar con una línea de producción de pisos y de muebles para satisfacer la demanda de diversos mercados como: República Dominicana, Estados Unidos, India, China y Cuba.

En julio 2008, MAPIINIC, S.A. logró la acreditación de madera controlada FSC (Forest Stewardship Council) para sus operaciones en finca como fuente de productos forestales “bien manejados” por el Programa de Certificación de Smart Wood, de Rainforest Alliance acreditado por el FSC. El plan de manejo forestal de MAPIINIC, S.A. abarca una superficie de 3,250 ha de bosque, ubicado al noreste de la república de Nicaragua, en el Municipio de Rosita, comunidad El Black, perteneciente a la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN). Cabe señalar que MAPIINIC, S.A. realiza sus operaciones de manejo en un área de bosque latifoliado afectado por el huracán Félix, además de la transformación primaria de las trozas provenientes de esta zona.

3.2. Proceso metodológico

3.2.1. Tipo de maquinaria para el aserrado en la empresa MAPIINIC, S.A

Se hizo un recorrido preliminar por todas las instalaciones de la empresa para conocer los diferentes tipos de maquinaria que utiliza y para cada equipo, se registró su nombre, su función, localización en el flujograma de producción y marca. Para las especificaciones técnicas se consultó información en internet.

3.2.2. Determinación del rendimiento de madera aserrada

El proceso metodológico que se describe a continuación, corresponde al proceso general de producción que realiza la empresa antes de que las trozas entren al aserrío y después de que han sido transformadas en madera aserrada. Para esta evaluación se consideró el período de un año.

Medición de trozas

a) Selección de especies

El estudio considera las especies Cedro macho (*Carapa guianensis*) y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*), por tener mayor demanda en el mercado, además de estar disponibles en grandes cantidades en los sitios afectados por el huracán Félix.

b) Selección, medición y marcación de las trozas

En el patio de acopio se seleccionan las mejores trozas, a las cuales se les mide los diámetros mayor y menor y la longitud, por medio de una cinta métrica, siguiendo el modelo de cubicación de Smalian. Figura 2. (Anexo 1).

Una vez medidas, las trozas son marcadas con una **X** utilizando crayones de colores llamativos.

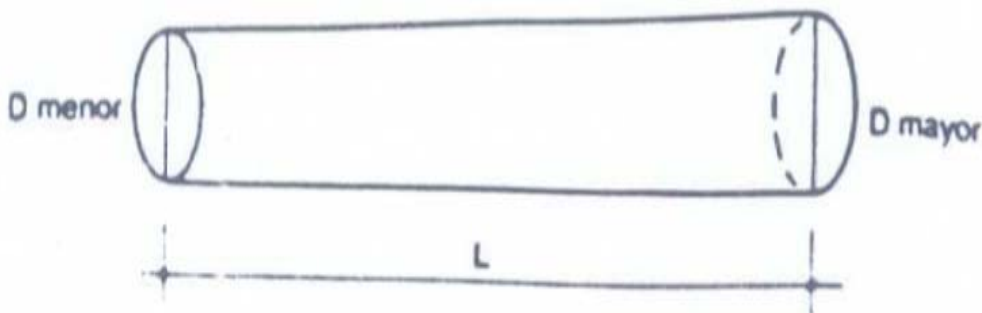


Figura 2. Modelo de cubicación de trozas (Smalian).

Proceso de aserrío, medición y clasificación de la madera aserrada

Las trozas se trasladan con montacargas al aserrío donde se aserran y se obtienen las primeras tablas sin dimensionar. Estas tablas después pasan a la canteadora para encuadrarlas y obtener cortes rectos en las mismas y finalmente pasan a la despuntadora de péndulo para dimensionarlas longitudinalmente y obtener las dimensiones y calidades que se requieren según pedidos.

Terminado el proceso de despuntado, las tablas se clasifican, se marcan y se embultan según las clases de calidad establecidas en la Norma Internacional de la NHLA (2003) (cuadro 1), además de otras clases de calidad que la empresa utiliza según pedidos (cuadro 2). Las tablas una vez despuntadas se embultan por longitud y grosor estándar. En cada bulto se mide el ancho de las tablas tabulando por cada ancho el número de tablas existentes, el cual se anotan en el formulario (Anexo 2.), para el cálculo de volumen por bulto (figura 3).



Figura 3. Bulto de madera aserrada para su cubicación. Foto tomada por Lam Oliveros Christian Shamir 2011.

Cuadro 1. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según la norma NHLA. (NHLA, 2003)

Clase de calidad	Descripción
C2AM Común 2A mejor	Corte limpio, una cara limpia esta debe estar en el lado deficiente de la tabla, se aceptan grietas.
C2BM Común 2B mejor	Corte sano, no admite corazón, corteza, admite nudos sanos y mancha de hongos.
C3B Común 3B	Admite piezas que tendrán un rendimiento de 3/12 (25%) de cortes sanos. No existe un límite para el número de cortes.

Cuadro 2. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según pedidos a la empresa

MILL RUM	Material que sale del proceso de corta y forma parte del embultado sin tomar en cuenta el grado de calidad de las piezas.
INFERIOR	Madera con grado de calidad inferior, se toma en cuenta como material de mala calidad o inferior.
TIMBER Y MINI TIMBER	Madera escuadrada, aserrada.
MOMBACHO	Tablas que no han pasado por la canteadora ni por la despuntadora.
COSTONERA	Tabla de que sale del aserrado de la madera.

Cálculos y análisis de datos

a) Cubicación de las trozas

Para determinar el volumen de las trozas se aplicó la fórmula de Smalian propuesta por DED *et al*, (s.f.).

$$V = \frac{3.1415 * (Dx)^2 * L}{4}$$

Donde:

V = Volumen en m³

L= Largo de la troza en m

Dx= Diámetro promedio de las trozas en m

b) *Cubicación de la madera aserrada*

Para determinar el volumen de las tablas se aplicó la siguiente fórmula propuesta por DED *et al*, (s.f.).

$$V = (L * A * E) / 12$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies

A = Ancho de la tabla en pulgadas

E = Espesor de la tabla en pulgadas

c) *Determinación del rendimiento*

Para determinar el rendimiento en porcentaje, se utilizó la siguiente relación propuesta por Cano y Luna (2003).

$$R \% = \frac{\Sigma \text{Promedio Volumen en tablas en m}^3}{\Sigma \text{Promedio Volumen en trozas en m}^3} \times 100$$

Tomando en cuenta que el volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares, se transforma el volumen de pies tablares a metros cúbicos utilizando el factor:

1 m³ = 424 pies (aproximación de 423.84) (Cano y Luna, 2003)

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción de la maquinaria utilizada para la obtención de madera aserrada en la empresa MAPIINIC, S.A.

4.1.1. Aserríos portátiles

Para la transformación de trozas a madera aserrada, la empresa MAPIINIC, S.A cuenta con dos aserríos portátiles, un Wood-Mizer LT40 HD y un Wood Mizer LT70. (Figuras 4 y 5). En el cuadro 3 se presenta una descripción de las características de ellos.



Figura 4. Aserrío portátil Wood-Mizer LT40. Fuente: Wood-Mizer Products, Inc. 2007.



Figura 5. Aserrió portátil Wood-Mizer LT70. Fuente: Wood-Mizer Products, Inc. 2007.

Cuadro 3. Características de los aserrios portátiles utilizados en la empresa MAPIINIC, S.A

CARACTERISTICA ASERRIO	Wood-Mizer LT40	Wood-Mizer LT70
Capacidad de producción	250-400 pt/hr.	400-800 pt/hr.
Capacidad máxima de corte	Largo de tronco 6,4 m Diámetro de tronco 91cm	Largo de tronco 6,1 m Diámetro de tronco 91cm
Carga, giro y agarre de trozas	Manual.	Hidráulico.
Tipo y dimensión de sierra	Banda sinfín horizontal. 1,14 mm de grosor 32 mm de ancho.	Banda sinfín horizontal. 1,14 mm de grosor 32 mm de ancho.
Dimensiones	Largo 8m (26'2") Ancho 2m (6'6") Alto 3.2m (10'6")	Largo 8m (26'2") Ancho 2m (6'6") Alto 2,4m (7'8")
Número de operarios	Una persona en los controles y dos personas en el montaje de las trozas.	Una persona en los controles y dos personas en el montaje de las trozas.
Potencia	25.3kW (25HP) Eléctrico 25.3kW (34HP) Diesel	18,6kW (25HP) Eléctrico 31kW (62HP) Diesel

Fuente: www.woodmizeres.com/sawmills/manual/lt40M/lt40.aspx#top; www.woodmizer-conosur.com/hidr/lt70.htm

4.1.2. Canteadoras

La empresa cuenta con dos canteadoras eléctricas de sierra múltiple, las cuales se ocupan para eliminar todos los defectos de corte de las tablas y dejarlas encuadradas en el ancho que se requiere según pedido. Los restos de estos cortes, se vuelven a pasar por las canteadoras para sacar reglas delgadas que sirven como separadores para el embultado de la madera aserrada. Estas canteadoras son manejadas cada una, por dos personas, una que regula la máquina y la otra que facilita el montaje de las tablas sobre la misma. (Figura 6).



Figura 6. Canteadora de sierra múltiple. Foto tomada por Lam Oliveros Christian Shamir 2011.

4.1.3. Despuntadoras

La empresa utiliza dos despuntadoras eléctricas de péndulo, con sierra circular, las cuales son utilizadas para dimensionar longitudinalmente, según pedido, las tablas provenientes de las canteadoras. Las sierras circulares presentan una cubierta metálica que sirve para evitar accidentes a la hora de ser manipuladas por los operarios. Estas despuntadoras son manejadas por dos personas, cada una, una que realiza el corte de las tablas y otra que clasifica la madera una vez dimensionada (Figura 7).



Figura 7. Despuntadora de péndulo. Foto tomada por Lam Oliveros Christian Shamir 2011.

4.1.4. Flujograma de producción de la empresa

La empresa MAPIINIC, S.A cuenta con tres patios de recepción donde se descargan las trozas que provienen del bosque. De estos patios, las trozas son trasladadas a un patio de acopio más cercano a los aserríos portátiles, desde donde son trasladadas para su primer aserrado; las tablas resultantes son trasladadas luego a las canteadoras para su saneamiento y encuadrado; por último, son llevadas a las despuntadoras para su dimensionado longitudinal. Una vez dimensionadas, las tablas son llevadas al área de clasificación para agruparlas por dimensión y clases de calidad, después de su clasificación es trasladada a un área de almacenamiento (Figura 8).

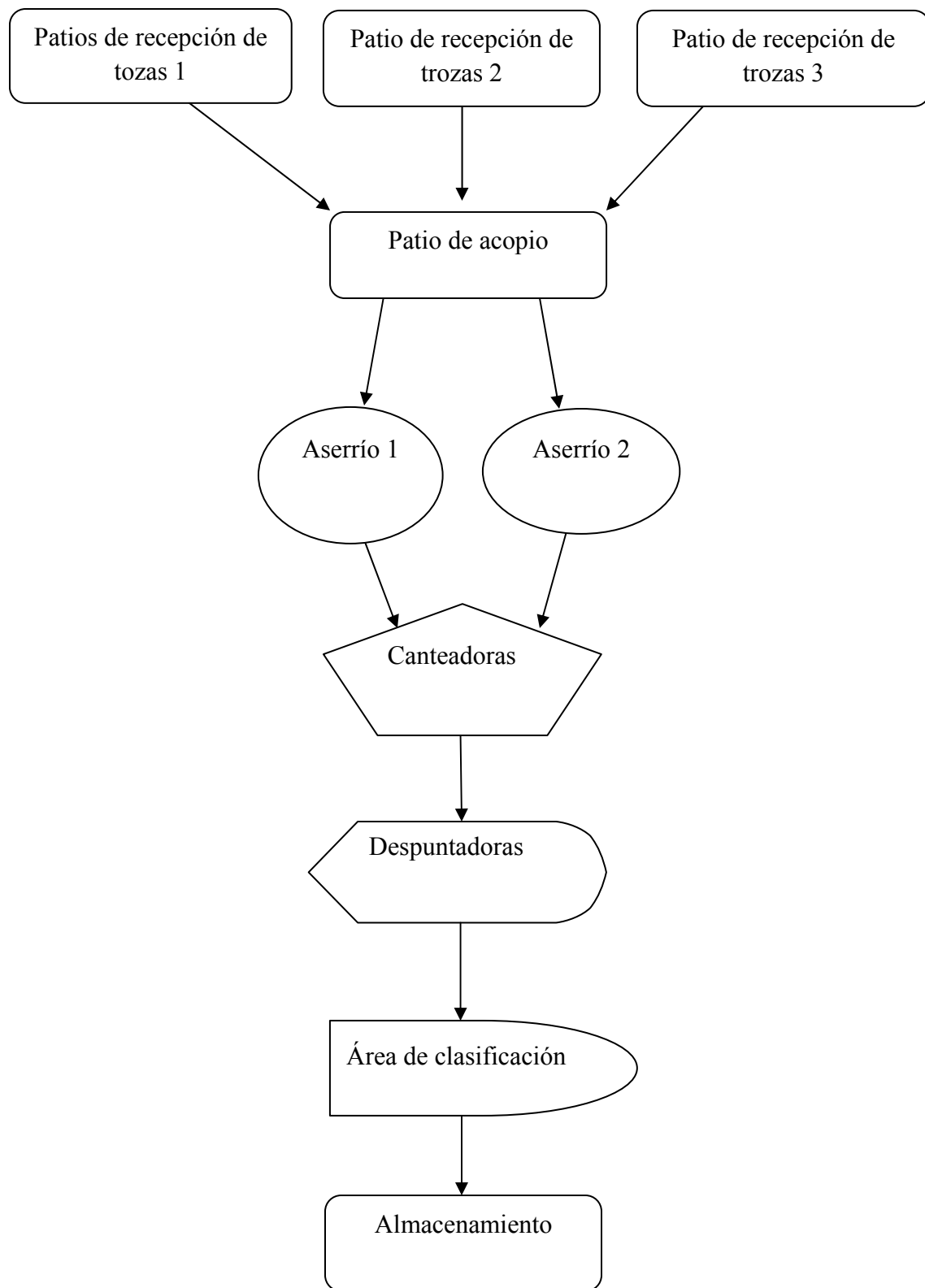


Figura 8. Flujograma de producción de la empresa MAPIINIC, S.A. 2011.

4.2. Determinación del rendimiento de la madera por especie, según el grado de calidad

Para la determinación del rendimiento en madera aserrada, se utilizaron los datos de la cubicación de 5,570 y 7,785 trozas, respectivamente para Cedro macho y Nancitón.

Los datos de volumen en metros cúbicos de las trozas se convirtieron a pie tablares, para calcular el rendimiento en madera aserrada, tal como se refleja en los cuadros 4 y 5.

La especie que presentó mayor rendimiento es el Cedro macho con 18.86%, en relación con la especie Nancitón cuyo rendimiento fue 10.72%.

Al no encontrar estudios de rendimiento en madera aserrada con las especies en estudio, se hace referencia a estudios de rendimiento con otras especies y otros tipos de maquinarias, para tener idea de lo que a rendimientos se refieren.

Según Cano y Luna, (2003), utilizando la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) obtuvieron un rendimiento promedio del 53%; así mismo, Arreaga, (2007), obtuvo un rendimiento del 56% y 53% en la transformación de madera en rollo a madera aserrada con la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos del municipio de Flores, Peten, utilizando aserraderos Wood-Mizer LT-40 HD y SD.

Según Quirós, (2005), en un estudio de rendimiento con las especies melina (*Gmelina arborea*), acacia (*Acacia mangium*) y terminalia (*Terminalia ivorensis*), obtuvo rendimientos del 39%, 30% y 27%, respectivamente, con trozas provenientes del primer raleo comercial en plantaciones forestales con las tres especies, con una combinación de un aserradero portátil con sierra de banda sin fin horizontal, marca Wood-Mizer modelo LT-40 súper hidráulico, una sierra circular de corte recto para re-aserrío o recanteo, una despuntadora circular y una cepilladora-molduradora.

En la evaluación de tres sistemas de asierre (tangencial, radial y mixto) en *Quercus sideroxyla* realizado por Nájera *et al*, (2006), se utilizaron 78 trozas, obteniendo un rendimiento de 67.98%, 61.62% y 46.99%, en cada sistema respectivamente, utilizando una sierra principal marca Bogli, una desorilladora múltiple y una sierra de péndulo.

Cuadro 4. Rendimiento de la especie Cedro Macho en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012

Cedro macho 5,570 trozas. 5,688.67 m³ = 2,411,996.08 pt										
Clases de calidad obtenidas en madera aserrada	Común 2a mejor	Común 3a mejor	Común 3b	Costonera	Inferior	Millrum	Mini timber	Mombacho	Timber	Total
Volumen en pt	168,414.54	60,045.5	118,475.75	0	85,817.33	14,614.54	0	8,355	0	455,722.66
Rendimiento con respecto al volumen de las trozas	6.98%	2.48%	4.91%	0%	3.55%	0.60%	0%	0.34%	0%	18.86%
Porcentaje con respecto al volumen de madera aserrada	36.96%	13.17%	26%	0%	18.83%	3.20%	0%	1.83%	0%	100%

Cuadro 5. Rendimiento de la especie Nancitón en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012

Nancitón 7,785 trozas. 12,799.81m³ = 5,427,119.44 pt										
Clases de calidad obtenidas en madera aserrada	Común 2a mejor	Común 3a mejor	Común 3b	Costonera	Inferior	Millrum	Mini timber	Mombacho	Timber	Total
Volumen en pt	182,757.56	790.5	151,853.41	12,243.86	192,572.66	3,060.12	40,935.45	392	93.31	584,698.91
Rendimiento con respecto al volumen de las trozas	3.36%	0.01%	2.79%	0.22%	3.54%	0.05%	0.75%	0.007%	0.001%	10.72%
Porcentaje con respecto al volumen de madera aserrada	31.25%	0.13%	26%	2.09%	32.93%	0.52%	7.00%	0.06%	0.01%	100%

Si bien los rendimientos referidos en la bibliografía no son comparables con los de este estudio, por ser diferentes especies y diferente maquinaria, la bibliografía da una idea del rendimiento general que se obtiene en un aserrío. Si se toma en cuenta ese referente, los rendimientos obtenidos en este estudio son bajos.

Tratando de encontrar un argumento, se explica que las trozas al ser provenientes del bosque afectado por el huracán, tenían 3 ó 4 años de estar tumbadas en el suelo, lo cual hace suponer que pudieron perder calidad debido a diversos factores como la intemperie, rajaduras al caer al suelo y ataque de insectos y hongos.

Aun cuando el rendimiento fue bajo para las dos especies, la empresa lo compensa procesando mayor cantidad de trozas, que de no ser aprovechadas se perderían irremediablemente, además de incrementarse el material combustible en el bosque que aumenta el riesgo de incendios forestales y la posible ocurrencia de plagas y enfermedades. El principal objetivo de la empresa es obtener volumen de madera aserrada que se utilizará en la empresa de segunda transformación para elaboración de muebles para la exportación.

Por otra parte, los mayores rendimientos por clase de calidad se obtuvieron en la “común 2a mejor” para las dos especies, y el menor se obtuvo en las clases “mombacho” para cedro macho y “timber” para Nancitón, haciendo mención que estas calidades se determinaron según los pedidos que la empresa de segunda transformación solicitó a la empresa de aserrío, según la demanda de muebles de determinadas especies que hay en el mercado.

Al hacer una relación entre el volumen y el número de trozas por cada especie se determinó, que en promedio, cada troza de Cedro macho tenía 1.02 m^3 y para Nancitón 1.64 m^3 , lo que hizo suponer que las trozas de Nancitón tenían mayores dimensiones tanto en longitud como en diámetro y por tanto presentarían mayor rendimiento que las de Cedro macho a la hora de ser procesadas, pero fue todo lo contrario, lo cual podría explicarse a que las trozas de Nancitón aun siendo de mayores dimensiones estaban más dañadas.

Por otro lado, al analizar el bajo rendimiento total por ambas especies, puede ser atribuido también a que la metodología de cubicación de las trozas y madera aserrada no fue aplicada de forma sistemática, es decir que se tendrían que haber cubicado las trozas que entraban al aserrío y los productos inmediatos de madera aserrada que se obtenía por cada una de ellas.

V. CONCLUSIONES

Al considerar los referentes de rendimientos aun con otras especies, el rendimiento de madera aserrada para las especies en estudio fue bajo.

De la especie Cedro macho se obtuvieron 6 calidades de madera aserrada sobresaliendo la clase Común 2a mejor con 36.96% y de la especie Nancitón se obtuvieron 9 calidades, sobresaliendo también la clase Común 2a mejor con 31.25%.

Se presume que los datos de rendimiento de este estudio fueron bajos, debido al que no se aplicó una metodología sistemática de cubicación.

VI. RECOMENDACIONES

Hacer el estudio de rendimiento para los dos tipos de aserrío existentes en la empresa realizando la cubicación sistemáticamente y así poder obtener información más precisa del rendimiento, tanto con las mismas especies de este estudio, así como, con otras de interés comercial.

Aun con los bajos rendimientos obtenidos es recomendable extraer y procesar todas las trozas que todavía están en el boque para aprovechar su madera, evitar su desperdicio y prevenir la ocurrencia de incendios, plagas y enfermedades.

VII. LITERATURA CITADA

- Alegría, Z. H; Vargas, A. M. 1993.** Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. Managua, NI. 144 p.
- Arreaga, Morales, JG. 2007.** Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*Swietenia macrophylla* King), en dos aserraderos del Municipio de Flores, Peten. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 55 p. (en línea). Consultado 17 ago. 2011. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0952.pdf
- Cano, A. M; Luna, AS. 2003.** Estudio de rendimiento del aserrío de madera de la especie Caoba (*Swietenia macrophylla* King), en la concesión forestal unidad de manejo San Andrés Petén .AFISAP-. San Benito, Peten (en línea). Guatemala. Consultado 17 ago. 2011. Disponible en [http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/areas-protegidas/peten-y-reserva-biosfera-maya/consecciones-mapas-atlas-ine/san-andres/Estudio%20de%20Rendimiento%20de%20Aserrio%20de%20Madera%20de%20la%20Especie%20Caoba%20\(Swietenia%20Macrophylla\).pdf](http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/areas-protegidas/peten-y-reserva-biosfera-maya/consecciones-mapas-atlas-ine/san-andres/Estudio%20de%20Rendimiento%20de%20Aserrio%20de%20Madera%20de%20la%20Especie%20Caoba%20(Swietenia%20Macrophylla).pdf)
- Chávez, A. 1997.** Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío manual práctico (en línea). Santa Cruz, Bolivia. Consultado 17 ago. 2011. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACG715.pdf
- DED (Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica, PE)/ PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo, PE); KFW (Cooperación Financiera Alemana, DE); GTZ (Cooperación Técnica Alemana, DE); ACPC (Asociación Para la Conservación del Patrimonio de Cutiviren, PE). sf.** Aprendamos a cubicar nuestra madera (en línea). Perú. Consultado 20 ago. 2011. Disponible en <http://www.siforestal.org.pe/descargas/288.pdf>.
- Gonzáles, Y; Cruz Cuadra, M. 2004.** Estandarización de unidades de medidas y cálculos de volumen de madera (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 02 feb. 2012. Disponible en http://www.inafor.gob.ni:8080/documentos_tecnicos/pdf/Manuales%20T%C3%A9cnicos/ESTANDARIZACION%20DE%20UNIDADES%20DE%20MEDIDA%20Y%20CALCULOS%20DE%20VOLUMENES%20DE%20MADERA.pdf

INAFOR (Instituto Nacional Forestal, NI). 2011. Resolución Administrativa no. de 42-2011 que establece las normas administrativas para el funcionamiento de la industria forestal (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 01 sep. 2011. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni/images/documentos/Resoluci%C3%B3n%20No%20%2042-2011%20Normativa%20INdustria.pdf>

MAPIINIC (Maderas Preciosas Indígenas Industriales de Nicaragua, NI). 2011. Mapa de uso de suelo.

Módulo 2. sf. Empresas de segunda transformación. Consultado 22 jul. 2012. Disponible en <http://www.seguridadenmadera.com/Pages/PDF/modulo-ii-empresas-segunda-transformacion>.

Nájera Luna, JA; Reta Rodríguez, I; Gonzales Méndez, J; Graciano Luna, JJ; García Rosa, F; Javier Hernández, F. 2006. Evaluación de tres sistemas de asierre en *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México (en línea). Consultado 03 feb. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/461/46120211.pdf>

NHLA (National Hardwood Lumber Association, USA). 2003. Reglas para la medición e inspección de maderas duras y ciprés (en línea). Memphis, TN. Consultado 20 sep. 2011. Disponible en <http://www.natlhardwood.org>

Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica (en línea). Consultado 03 feb. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/436/43629201.pdf>

Wood-Mizer. 2007. Aserradero manual portátil LT40 (en línea). España. Consultado 08 de may. 2012. Disponible en <http://www.woodmizeres.com/sawmills/manual/lt40M/lt40.aspx#top>

Wood-Mizer. 2007. Aserradero hidráulico portátil LT70 (en línea). España. Consultado 08 may. 2012. Disponible en <http://www.woodmizer-conosur.com/hidr/lt70.htm>

Yáñez, MC. 1972. Estudio comparativo del procesamiento de madera en los aserraderos del Departamento de Managua. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. ENAG. p. 6.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario CAD3 (Transferencia de troza para procesamiento).

Fuente MAPIINIC, S.A. 2011

Fecha	<input type="text"/>	Brigada	<input type="text"/>	IDForm	<input type="text"/>				
Cod Troza	Sección	Saneo	Especie	Dmayor	Largo	Dmenor	CodCargadora	# OP	ASERRÍO

Anexo 2. Formulario CAD6 (Embultado). Fuente MAPIINIC, S.A. 2011

Fecha	<input type="text"/>	Calidad	<input type="text"/>	Brigada	<input type="text"/>
#OP	<input type="text"/>	Especie	<input type="text"/>	# Permiso	<input type="text"/>
#Bulto	<input type="text"/>	Grosor	<input type="text"/>	IDForm	<input type="text"/>
Largo	Ancho	Núm. Piezas	Observaciones		

Rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet, y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, en la empresa MAPIINIC, S.A Rosita, RAAN, Nicaragua.

Christian Shamir Lam Oliveros/Universidad Nacional Agraria

RESUMEN

El estudio consistió en evaluar el rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, en los dos aserríos portátiles tipo Wood Mizer LT40 y Wood Mizer LT70, de la empresa MAPIINIC, S.A, en el municipio de Rosita (RAAN), Nicaragua. Se utilizó una base de datos del período agosto 2010-julio 2011, facilitada por la empresa, correspondientes a la cubicación de 5,570 trozas de Cedro macho y 7,785 trozas de Nancitón. Para el cálculo del volumen de la trozas se utilizó la fórmula de Smalian y para determinar el rendimiento en madera aserrada de cada especie se utilizó el volumen promedio obtenido de las tablas sobre el volumen promedio de la trozas, multiplicado por cien. Para Cedro macho se obtuvo un volumen de madera aserrada de 455,722.66 pt lo que representó un rendimiento del 18.86% del volumen en troza; para Nancitón se obtuvo un volumen de madera aserrada de 584,698.91 pt para un rendimiento del 10.72% del volumen en troza. En relación al rendimiento de otras especies y otros aserríos estos rendimientos se consideran bajos, atribuidos a que las trozas, por haber estado mucho tiempo tumbadas en el campo, presentaban daños que obviamente incidieron en la cantidad y calidad de madera aserrada.

The study was carried on to evaluate performance in sawn timber of Cedro macho logs (*Carapa guianensis*) Aublet and Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, with two portable sawmills type Wood Mizer LT40 and Wood Mizer LT70, in MAPIINIC S. A, company, municipality of Rosita (RAAN), Nicaragua. It was used a database of the period August 2010-July 2011, provided by the company, corresponding to 5,570 Cedro macho logs and 7.785 Nancitón logs. For the calculation of the volume of the logs it was used the Smalian formula, and to determine the performance in sawn timber for each species was used the volume average obtained from the tables on the average volume of the logs, multiplied by one hundred. For cedro macho the volume obtained was sawn 455.722 pt what amounted to a return of 18.86 % of the volume in chops; Nancitón was obtained for a volume of sawn wood of 584.698 pt for a performance of 10.72 % of the volume in chops. In relation to the performance of other species and other sawmills these returns are considered to be low, attributed to the logs, having been a long time lying down in the field, were damaged that obviously influenced the quantity and quality of sawn wood obtained.

INTRODUCCIÓN

En septiembre del 2007 el huracán Félix tumbo aproximadamente 500,000 ha de bosque productivo latifoliado y de coníferas de la RAAN, destruyendo el 80% de la masa boscosa, cuya madera, de no ser aprovechada, representaría, además de la pérdida ambiental, peligro de incendios forestales, plagas y enfermedades forestales, una gran pérdida económica.

La empresa MAPIINIC, S.A (Maderas Preciosas Indígenas Industriales de Nicaragua, S.A.), inició operaciones en esta región en el año 2008, al haber identificado la oportunidad de aprovechar parte de la madera tumbada, para sacar provecho económico, generar empleo y responder a la demanda de madera específica que había en el mercado.

Durante las prácticas pre-profesionales 2010 y 2011 del autor, se tuvo acceso a todas las áreas de trabajo de esta empresa, pudiendo conocer los diferentes tipos de maquinaria existentes y como principal actividad se participó en la cubicación de trozas y madera aserrada de las especies Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, con lo cual se generó una base de datos.

Con base en lo anterior, se identificó la oportunidad de realizar el trabajo de tesis con la base de datos obtenida durante las prácticas, sumándole la base de datos obtenida por la empresa durante meses anteriores, con lo cual se realizó el estudio de rendimiento del aserrío con las especies mencionadas, para el período agosto 2010- julio 2011.

Se entiende como un estudio de rendimiento a la determinación del volumen total de madera aserrada que se obtiene a partir del volumen total de una troza antes de ser procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada que sale y el volumen en troza que entra, el cual se expresa en porcentaje.

En esa misma condición se clasificó y determinó el rendimiento de la madera aserrada con base en las normas internacionales de la NHLA (National Hardwood Lumber Association) y otras clases de calidad que la empresa utiliza según pedidos.

OBJETIVOS

Evaluar el rendimiento en madera aserrada de trozas de Cedro Macho (*Carapa guianensis*) Aublet y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*) Allemao, provenientes de zonas afectadas por el huracán Félix, en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A Rosita, RAAN, Nicaragua.

Describir la maquinaria utilizada para la obtención de madera aserrada y su posición en el flujograma de producción en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A.

Determinar el rendimiento de la madera por especie y grado de calidad, basado en las normas de la NHLA (National Hardwood Lumber Association) y otras clases de calidad, establecidas por la empresa.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en el centro de transformación primaria –aserradero- de la empresa MAPIINIC, S.A., ubicado a 45 km, del municipio de Rosita, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua.

Descripción de la empresa. MAPIINIC, SA está dedicada a la actividad forestal bajo el estricto cumplimiento de las leyes forestales Nicaragüenses, con lo cual ha venido construyendo su economía, como empresa realiza sus operaciones de manejo de bosques, actividades de extracción forestal, transformación de la madera en rollo, en julio 2008, MAPIINIC, S.A. logró la acreditación de madera controlada FSC (Forest Stewardship Council) para su operaciones en finca como fuente de productos forestales “bien manejados” por el Programa de Certificación de Smart Wood, de Rainforest Alliance acreditado por el FSC. El plan de manejo forestal de MAPIINIC, S.A. abarca una superficie de 3,250 ha de bosque, ubicado al noreste de la república de Nicaragua, en el Municipio de Rosita, comunidad El Black, perteneciente a la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN).

Tipo de maquinaria para el aserrado en la empresa MAPIINIC, S.A. Se hizo un recorrido preliminar por toda la instalación de la empresa para conocer los diferentes tipos de maquina que utiliza y para cada equipo, se registró su nombre, su función, localización en el flujograma de producción y marca. Para las especificaciones técnicas se consultó información en internet.

Determinación del rendimiento de madera aserrada. El proceso metodológico que se describe a continuación, corresponde al proceso general de producción que realiza la empresa antes de que las trozas entren al aserrío y después de que han sido transformadas en madera aserrada. Para esta evaluación se consideró el período de un año.

Medición de trozas

a) Selección de especies. El estudio considera las especies Cedro macho (*Carapa guianensis*) y Nancitón (*Hyeronima alchorneoides*), por tener mayor demanda en el mercado y por encontrarse en grandes cantidades en los sitios afectados por el huracán Félix.

b) Selección, medición y marcación de las trozas. En el patio de acopio se seleccionan las mejores trozas, a las cuales se les mide los diámetros mayor y menor y la longitud, por medio de una cinta métrica (Anexo 1).

Una vez medidas, las trozas son marcadas con una **X** utilizando crayones de colores llamativos.

Proceso de aserrío, medición y clasificación de la madera aserrada. Las trozas se trasladan con montacargas al aserrío donde se asierran y se obtienen tablas sin dimensionar. Estas tablas pasan a la canteadora para encuadrarlas y obtener cortes rectos y finalmente pasan a la despuntadora de péndulo para dimensionarlas longitudinalmente y obtenerlas dimensiones que se requieren según pedidos, terminado el proceso de despuntado, las tablas se clasifican, se marcan y se embultan según las clases de calidad establecidas por la NHLA (cuadro 1), además de otras clases de calidad que la empresa utiliza según pedidos (cuadro 2). Las tablas una vez despuntadas se embultan por longitud y grosor estándar. En cada bulto se mide el ancho de las tablas tabulando por cada ancho el número de tablas existentes, el cual se anotan en el formulario, para el cálculo de volumen por bulto.

Cuadro 1. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según la norma NHLA.

MILL RUM	Material que sale del proceso de corta y forma parte del embultado sin tomar en cuenta el grado de calidad de las piezas.
INFERIOR	Madera con grado de calidad inferior, se toma en cuenta como material de mala calidad o inferior.
TIMBER Y MINI TIMBER	Madera escuadrada, aserrada.
MOMBACHO	Tablas que no han pasado por la canteadora ni por la despuntadora.
COSTONERA	Tabla de que sale del aserrado de la madera.

Cuadro 2. Descripción de clases de calidad de madera aserrada según pedidos a la empresa.

Clase de calidad	Descripción
C2AM Común 2A mejor	Corte limpio, una cara limpia esta debe estar en el lado deficiente de la tabla, se aceptan grietas.
C2BM Común 2B mejor	Corte sano, no admite corazón, corteza, admite nudos sanos y mancha de hongos.
C3B Común 3B	Admite piezas que tendrán un rendimiento de 3/12 (25%) de cortes sanos. No existe un límite para el número de cortes.

Cálculos y análisis de datos

a) Cubicación de las trozas. Para determinar el volumen de las trozas se aplicó la fórmula de Smalian propuesta por DED *et al*, (s.f.).

Donde:

$$V = \frac{3.1415 * (Dx)^2 * L}{4}$$

V = Volumen en m³

L= Largo de la troza en m

Dx= Diámetro promedio de las trozas en m

b) Cubicación de la madera aserrada. Para determinar el volumen de las tablas se aplicó la siguiente fórmula propuesta por DED *et al*, (s.f.).

Donde:

$$V = (L * A * E) / 12$$

V= Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies

A = Ancho de la tabla en pulgadas

E = Espesor de la tabla en pulgadas

c) **Determinación del rendimiento.** Para determinar el rendimiento en porcentaje, se utilizó la siguiente relación propuesta por Cano y Luna (2003).

$$R \% = \frac{\Sigma \text{Promedio Volumen en tablas en m}^3}{\Sigma \text{Promedio Volumen en trozas en m}^3} \times 100$$

Tomando en cuenta que el volumen en tablas generalmente se obtiene en pies tablares, se transforma el volumen de pies tablares a metros cúbicos utilizando el factor:

$$1 \text{ m}^3 = 424 \text{ pies (aproximación de 423.84) (Cano y Luna, 2003)}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción de la maquinaria utilizada para la obtención de madera aserrada en la empresa MAPIINIC, S.A.

Aserrios portátiles. Para la transformación de trozas a madera aserrada, la empresa MAPIINIC, S.A cuenta con dos aserríos portátiles, un Wood-Mizer LT40 HD y un Wood Mizer LT70. En el cuadro 3 se presenta una descripción de las características de ellos.

Cuadro 3. Características de los aserríos portátiles utilizados en la empresa MAPIINIC, S.A

CARACTERÍSTICA ASERRIO	Wood-Mizer LT40	Wood-Mizer LT70
Capacidad de producción	250-400 pt/hr.	400-800 pt/hr.
Capacidad máxima de corte	Largo de tronco 6,4 m Diámetro de tronco 91cm	Largo de tronco 6,1 m Diámetro de tronco 91cm
Carga, giro y agarre de trozas	Manual.	Hidráulico.
Tipo y dimensión de sierra	Banda sinfín horizontal. 1,14mm de grosor 32mm de ancho.	Banda sinfín horizontal. 1,14mm de grosor 32mm de ancho.
Dimensiones	Largo 8m (26'2") Ancho 2m (6'6") Alto 3.2m (10'6")	Largo 8m (26'2") Ancho 2m (6'6") Alto 2,4m (7'8")
Número de operarios	Una persona en los controles y dos personas en el montaje de las trozas.	Una persona en los controles y dos personas en el montaje de las trozas.
Potencia	25.3kW (25HP) Eléctrico 25.3kW (34HP) Diesel	18,6kW (25HP) Eléctrico 31kW (62HP) Diesel

Canteadoras. La empresa cuenta con dos canteadoras eléctricas de sierra múltiple, las cuales se ocupan para eliminar todos los defectos de corte de las tablas y dejarlas encuadradas en el ancho que se requiere según pedido estas canteadoras son manejadas cada una, por dos personas, una que regula la máquina y la otra que facilita el montaje de las tablas sobre la misma.

Despuntadoras. La empresa utiliza dos despuntadoras eléctricas de péndulo, con sierra circular, las cuales son utilizadas para dimensionar longitudinalmente, según pedido, las tablas provenientes de las canteadoras. Las sierras circulares presentan una cubierta metálica que sirve para evitar accidentes a la hora de ser manipuladas por los operarios. Estas despuntadoras son manejadas por dos personas, cada una, una que realiza el corte de las tablas y otra que clasifica la madera una vez dimensionada.

Flujograma de producción de la empresa. La empresa MAPIINIC, S.A cuenta con tres patios de recepción donde se descargan las trozas que provienen del bosque, las trozas son trasladadas a un patio de acopio, desde donde son trasladadas para su primer aserrado; las tablas resultantes son trasladadas luego a las canteadoras para su encuadrado; por último, son llevadas a las despuntadoras para su dimensionado longitudinal, luego las tablas son llevadas al área de clasificación para agruparlas por dimensión y clases de calidad, después de su clasificación es trasladada a un área de almacenamiento (Figura 3).

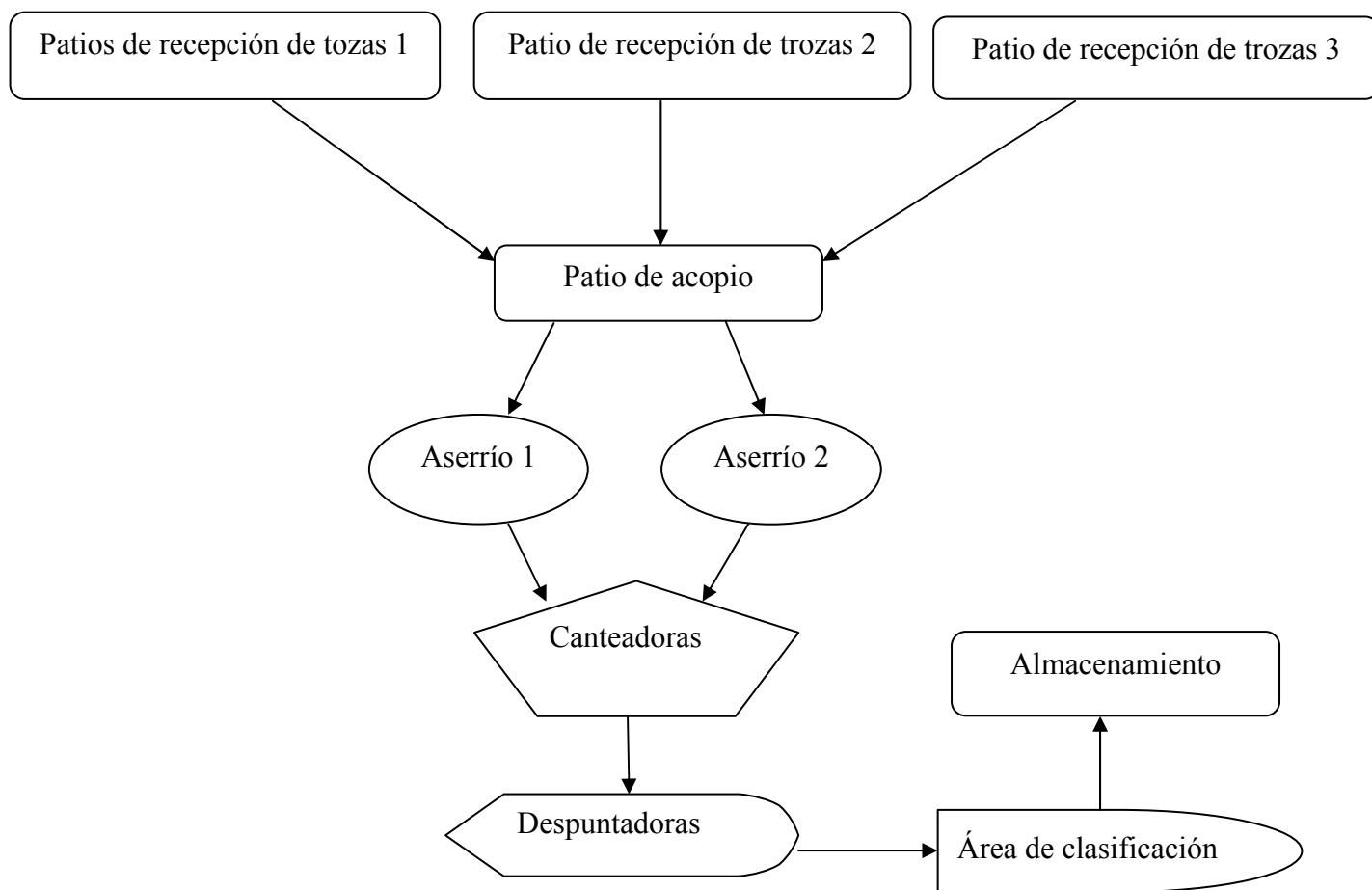


Figura 3. Flujograma de producción de la empresa MAPIINIC, S.A. 2011.

Determinación del rendimiento de la madera por especie, según el grado de calidad. Para la determinación del rendimiento en madera aserrada, se utilizaron los datos de la cubicación de 5,570 y 7,785 trozas, respectivamente para Cedro macho y Nancitón, los datos de volumen en metros cúbicos de las trozas se convirtieron a pie tablares, para calcular el rendimiento en madera aserrada, tal como se refleja en los cuadros 4 y 5, la especie que presentó mayor rendimiento es el Cedro macho con 18.86%, en relación con la especie Nancitón cuyo rendimiento fue 10.72%.

Al no encontrar estudios de rendimiento en madera aserrada con las especies en estudio, se hace referencia a estudios de rendimiento con otras especies y otros tipos de maquinarias, para tener idea de lo que a rendimientos se refieren, según Cano y Luna, (2003), utilizando la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) obtuvieron un rendimiento promedio del 53%; así mismo, Arreaga, (2007), obtuvo un rendimiento del 56% y 53% en la transformación de madera en rollo a madera aserrada con la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) en dos aserraderos del municipio de Flores, Peten, utilizando aserraderos Wood-Mizer LT-40 HD y SD.

Según Quirós, (2005), en un estudio de rendimiento con las especies melina (*Gmelina arborea*), acacia (*Acacia mangium*) y terminalia (*Terminalia ivorensis*), obtuvo rendimientos del 39%, 30% y 27%, respectivamente, con trozas provenientes del primer raleo comercial en plantaciones forestales con las tres especies, con una combinación de un aserradero portátil con sierra de banda sin fin horizontal, marca Wood-Mizer modelo LT-40 súper hidráulico, una sierra circular de corte recto para re-aserrío o recanteo, una despuntadora circular y una cepilladora-molduradora.

En la evaluación de tres sistemas de asierre (tangencial, radial y mixto) en (*Quercus sideroxyl*) realizado por Nájera *et al*, (2006), se utilizaron 78 trozas, obteniendo un rendimiento de 67.98%, 61.62% y 46.99%, en cada sistema respectivamente, utilizando una sierra principal marca Bogli, una desorilladora múltiple y una sierra de péndulo.

Si bien los rendimientos referidos en la bibliografía no son comparables con los de este estudio, por ser diferentes especies y diferente maquinaria, la bibliografía da una idea del rendimiento general que se obtiene en un aserrío. Si se toma en cuenta ese referente, los rendimientos obtenidos en este estudio son bajos, tratando de encontrar un argumento, se explica que las trozas al ser provenientes del bosque afectado por el huracán, tenían 3 ó 4 años de estar tumbadas en el suelo, lo cual hace suponer que pudieron perder calidad debido a diversos factores como la intemperie, rajaduras al caer al suelo y ataque de insectos y hongos.

Aun cuando el rendimiento fue bajo para las dos especies, la empresa lo compensa procesando mayor cantidad de trozas, que de no ser aprovechadas se perderían irremediablemente, además de incrementarse el material combustible en el bosque que aumenta el riesgo de incendios forestales y la posible ocurrencia de plagas y enfermedades. El principal objetivo de la empresa es obtener volumen de madera aserrada que se utilizará en la empresa de segunda transformación para elaboración de muebles para la exportación.

Cuadro 4. Rendimiento de la especie Cedro Macho en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012

Cedro macho 5,570 trozas. 5,688.67 m³ = 2,411,996.08 pt										
Clases de calidad obtenidas en madera aserrada	Común 2a mejor	Común 3a mejor	Común 3b	Costonera	Inferior	Millrum	Mini timber	Mombacho	Timber	Total
Volumen en pt	168,414.54	60,045.5	118,475.75	0	85,817.33	14,614.54	0	8,355	0	455,722.66
Rendimiento con respecto al volumen de las trozas	6.98%	2.48%	4.91%	0%	3.55%	0.60%	0%	0.34%	0%	18.86%
Porcentaje con respecto al volumen de madera aserrada	36.96%	13.17%	26%	0%	18.83%	3.20%	0%	1.83%	0%	100%

Cuadro 5. Rendimiento de la especie Nancitón en el aserrío de la empresa MAPIINIC, S.A. 2012

Nancitón 7,785 trozas. 12,799.81m³ = 5,427,119.44 pt										
Clases de calidad obtenidas en madera aserrada	Común 2a mejor	Común 3a mejor	Común 3b	Costonera	Inferior	Millrum	Mini timber	Mombacho	Timber	Total
Volumen en pt	182,757.56	790.5	151,853.41	12,243.86	192,572.66	3,060.12	40,935.45	392	93.31	584,698.91
Rendimiento con respecto al volumen de las trozas	3.36%	0.01%	2.79%	0.22%	3.54%	0.05%	0.75%	0.007%	0.001%	10.72%
Porcentaje con respecto al volumen de madera aserrada	31.25%	0.13%	26%	2.09%	32.93%	0.52%	7.00%	0.06%	0.01%	100%

Al hacer una relación entre el volumen y el número de trozas por cada especie se determinó, que en promedio, cada troza de Cedro macho tenía 1.02 m^3 y para Nancitón 1.64 m^3 , lo que hizo suponer que la trozas de Nancitón tenían mayores dimensiones tanto en longitud como en diámetro y por tanto presentarían mayor rendimiento que las de Cedro macho a la hora de ser procesadas, pero fue todo lo contrario, lo cual podría explicarse a que las trozas de Nancitón aun siendo de mayores dimensiones estaban más dañadas.

Por otro lado, al analizar el bajo rendimiento total por ambas especies, puede ser atribuido también a que la metodología de cubicación de las trozas y madera aserrada no fue aplicada de forma sistemática, es decir que se tendrían que haber cubicado las trozas que entraban al aserrío y los productos inmediatos de madera aserrada que se obtenía por cada una de ellas.

CONCLUSIONES

Al considerar los referentes de rendimientos, aun con otras especies, el rendimiento de madera aserrada para las especies en estudio fue bajo.

De la especie Cedro macho se obtuvieron 6 calidades de madera aserrada sobresaliendo la clase Común 2a mejor con 36.96% y de la especie Nancitón se obtuvieron 9 calidades, sobresaliendo también la clase Común 2a mejor con 31.25%.

Se presume que los datos de rendimiento de este estudio fueron bajos, debido a que no se aplicó una metodología sistemática de cubicación.

RECOMENDACIONES

Hacer el estudio de rendimiento para los dos tipos de aserrío existentes en la empresa realizando la cubicación sistemáticamente y así poder obtener información más precisa del rendimiento, tanto con las mismas especies de este estudio, así como, con otras de interés comercial.

Aun con los bajos rendimientos obtenidos es recomendable extraer y procesar todas las trozas que todavía están en el boque para aprovechar su madera, evitar su desperdicio y prevenir la ocurrencia de incendios, plagas y enfermedades.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Arreaga, Morales, JG. 2007. Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*Swietenia macrophylla* King), en dos aserraderos del Municipio de Flores, Peten. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC.55 p. (en línea). Consultado 17 ago. 2011. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0952.pdf

Cano, A. M; Luna, AS. 2003. Estudio de rendimiento del aserrío de madera de la especie Caoba (*Swietenia macrophylla* King), en la concesión forestal unidad de manejo San Andrés Petén .AFISAP-. San Benito, Peten (en línea). Guatemala. Consultado 17 ago. 2011. Disponible en [http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/areas-protegidas/peten-y-reserva-biosfera-maya/consecciones-mapas-atlas-ine/san-andres/Estudio%20de%20Rendimiento%20de%20Aserrio%20de%20Madera%20de%20la%20Especie%20Caoba%20\(Swietenia%20Macrophylla\).pdf](http://www.chmguatemala.gob.gt/informacion/areas-protegidas/peten-y-reserva-biosfera-maya/consecciones-mapas-atlas-ine/san-andres/Estudio%20de%20Rendimiento%20de%20Aserrio%20de%20Madera%20de%20la%20Especie%20Caoba%20(Swietenia%20Macrophylla).pdf)

Chávez, A. 1997. Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío manual práctico (en línea). Santa Cruz, Bolivia. Consultado 17 ago. 2011. Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACG715.pdf

González, Y; Cruz Cuadra, M. 2004. Estandarización de unidades de medidas y cálculos de volumen de madera (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 02 feb. 2012. Disponible en http://www.inafor.gob.ni:8080/documentos_tecnicos/pdf/Manuales%20T%C3%A9cnicos/ESTANDARIZACION%20DE%20UNIDADES%20DE%20MEDIDA%20Y%20CALCULOS%20DE%20VOLUMENES%20DE%20MADERA.pdf

Nájera Luna, JA; Reta Rodríguez, I; Gonzales Méndez, J; Graciano Luna, JJ; García Rosa, F; Javier Hernández, F. 2006. Evaluación de tres sistemas de asierre en *Quercus sideroxyla* Hump & Bonpl. Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México (en línea). Consultado 03 feb. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/461/46120211.pdf>

NHLA (National Hardwood Lumber Association, USA). 2003. Reglas para las mediciones inspección de maderas duras y ciprés (en línea). Memphis, TN. Consultado 20 sep. 2011. Disponible en <http://www.natlhardwood.org>

Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica (en línea). Consultado 03 feb. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/436/43629201.pdf>

Yáñez, MC. 1972. Estudio comparativo del procesamiento de madera en los aserraderos del Departamento de Managua. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. ENAG. p. 6.