

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO
Previa obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

TEMA

Tipos de corte en la madera verde de balsa (*Ochroma pyramidale*), y su efecto en el rendimiento industrial para la obtención de madera aserrada y otros productos.

**AUTOR
CÉSAR ÁNDRES MORAL CHIRIBOGA**

**DOCENTE TUTOR
ING. RICARDO MOREIRA MACIAS MSc.**

GUAYAQUIL - ECUADOR, 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor CESAR ANDRES MORAL CHIRIBOGA como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO AGROPECUARIO.

Guayaquil, Octubre de 2013

TUTOR

í í í í í í í í í í í í
Ing. Agr. Ricardo Moreira Macías MSc

REVISIÓN REDACCIÓN TÉCNICA

í í í í í í í í í í í í í ..
Econ. Agr. Miguel Riofrio Figueroa MSc

REVISIÓN ESTADÍSTICA

í í í í í í í í í í í í
Ing. Agr. Ricardo Guamán Jiménez MSc

REVISIÓN DEL SUMMARY

í í í í í í í í í í í í
Dr. MVZ Patricio Haro MSc



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, CESAR ANDRES MORAL CHIRIBOGA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado *“Tipos de corte en la madera verde de balsa (Ochroma pyramidale), y su efecto en el rendimiento industrial para la obtención de madera aserrada y otros productos”*, ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Octubre del 2013

EL AUTOR
CESAR ANDRES MORAL CHIRIBOGA

DEDICATORIA

Para mis padres, hermanos, hijos, cuñadas y cuñados. Amigos y colegas, todos de una u otra manera contribuyeron en mi formación y tiempo dedicado a este proceso de la vida que finalmente con la ayuda de Dios he llegado.

Mis más sinceros agradecimientos y mi dedicatoria son para todos y cada uno de ustedes que son mi familia y parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar por permitirme estar aquí en la lucha diaria y por darme la maravillosa familia que tengo. A mis padres por el sacrificio eterno e incondicional que me han brindado siempre y con mucho amor. A mi esposa Denisse por soportarme cada día y comprenderme de una u otra manera, gracias. A mis tres hijos: Mathías Andrés, Martín Emilio y Diego Alfonso, son mis bendiciones de Dios y mi motor de cada día. A todos y cada uno de mis familiares, amigos, colegas y todas las personas que he tenido la oportunidad de compartir en cualquier momento. Siempre estaré agradecido con todos aunque a veces no lo diga o no lo demuestre y también por el apoyo incondicional de todos quienes me han ayudado y cuando más lo he necesitado, gracias.

Muchas gracias por la oportunidad, el tiempo, dedicación que muchas veces atravesamos todos en este largo proceso y camino que es la vida con sus altibajos.

Gracias también a esta mi universidad porque siento que es mi casa y a todos los excelentes elementos humanos que siempre con gran sacrificio y dedicación son quienes la conforman y son fundamentales para que funcione de esta manera.

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	x
Summary	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Obtención típica del recurso forestal.....	4
2.3 Propiedades de la balsa.....	5
2.4 Proceso de elaboración primario.....	7
2.5 Los aserraderos.....	7
2.5.1 Calidad de materia prima.....	8
2.5.2 Eficiencia del proceso de aserrado.....	9
2.6 Análisis de diferentes factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada.....	11
2.6.1 Diámetro de las trozas.....	11
2.6.2 Longitud, conicidad y diagrama de troceado.....	12
2.6.3 Calidad de las trozas.....	13
2.6.4 Variación del corte de aserrado en el aserradero Álvaro Barba.....	14
2.6.5 Causas de la variación.....	17
2.7 Tipo de Sierra.....	20
2.7.1 Características de la Moto sierra.....	21
2.8 Diagrama de corte.....	21
2.9 Calificación.....	22
2.10 Producción de grandes bloques.....	23
2.11 Comercialización.....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 Materiales.....	29
3.1.1 Ubicación.....	29

3.1.2. Duración.....	29
3.1.3 Materiales.....	29
3.1.4 Factores en estudio	29
3.1.5. Tratamientos en estudio	30
3.1.6. Diseño experimental y comparación de medias.....	30
3.1.7. Análisis de la Varianza	30
3.2. Manejo del experimento.....	31
3.2.1. Variables a evaluar	31
4. RESULTADOS.....	33
4.1 Tiempo en el corte de los troncos de balsa con sierra continua y con moto sierra.....	33
4.1.1 Equipo de sierra continua.....	33
4.1.2 Equipo de moto sierra.....	34
4.2. Volumen de producción por metro cúbico de materia prima.....	35
4.2.1 Equipo Sierra continua.....	35
4.2.2 Equipo Moto sierra	36
4.3 Volumen de desperdicio.....	41
4.3.1 Equipo Sierra continua.....	41
4.3.2 Equipo Moto sierra	41
4.4 Hora / Hombre (inversión).....	43
4.5 Costo de las dos técnicas de corte.....	44
5. DISCUSIÓN	45
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
6.1 Conclusiones.....	47
6.2 Recomendaciones	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Contenido	Página
Cuadro A:	Resultados de los cálculos inherentes al control de dimensiones de madera aserrada en el establecimiento Álvaro Barba. EFI Minasí í	15
Cuadro B:	Análisis FODA, de los sistemas forestales, subsector de la transformación y comercialización í í í í í í í í í í í	28
Cuadro 1:	Tiempo en segundos de corte ó Herramienta Sierra Continuaí ...	33
Cuadro 2:	Tiempo en segundo de corte ó Herramienta Moto sierrái í í ...	34
Cuadro 3:	Tiempo de corte por metro de troza en segundos.....	34
Cuadro 4:	Tiempo de corte en segundos por metro lineal de troza y por factores de estudioí í í í í í í í í í í í í í í í í í ..	35
Cuadro 5:	Volumen de producción ó Herramienta Sierra Continuaí í í ...	36
Cuadro 6:	Volumen de producción ó Herramienta Moto sierrái í í í í .	36
Cuadro 7:	Rendimiento de madera aserrada en m ³ por metro lineal de troza ó Tratamientosí í í í í í í í í í í í í í í í í í í í	37
Cuadro 8:	Rendimiento de madera aserrada en m ³ por metro lineal de trozaóTipode cortadora	38
Cuadro 9:	Pies tablares de madera aserrada por metro lineal de troza ó Tratamientosí ...	38
Cuadro 10:	Pies tablares de madera aserrada por metro lineal de troza - Tipo de cortadoraí í	39
Cuadro 11:	Porcentaje de rendimiento de madera aserrada ó Tratamientosí .	40
Cuadro 12:	Porcentaje de rendimiento de madera aserrada ó Tipo de cortadoraí .	40
Cuadro 13:	Merma en el corte ó Herramienta Sierra Continuaí í í í í í	41

Cuadro 14:	Merma en el corte ó Herramienta Moto sierraí í í í í í í ...	42
Cuadro 15:	Porcentaje de desperdicio de madera ó Tratamientosí í í í í	42
Cuadro 16:	Porcentaje de desperdicio de madera ó Tipo de cortadoraí í í .	43
Cuadro 17:	Valor hora/hombre, Herramienta Sierra continuaí í í í í í ..	43
Cuadro 18:	Valor hora/hombre, Herramienta Motosierraí í í í í í í í	43
Cuadro 19:	Costo con equipo de sierra continuaí í í í í í í í í í í ..	44
Cuadro 20:	Costo con equipo motosierraí í í í í í í í í í í í í í .	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1: Indicación de las zonas de cultivo y zonas naturales de la madera de Balsaí í í í í í í í í í í í í í í í í í í	3
Figura 2: Cultivo de la madera de Balsaí í í í í í í í í í í í í í ..	4
Figura 3: Trozas de Balsa listas para ser aserradasí í í í í í í í í ..	7
Figura 4: Medición de las trozas antes del aserradoí í í í í í í í í	16
Figura 5: Ambiente del aserrado y los factores influyen en los resultados.	18
Figura 6: Hoja de sierra continuaí í í í í í í í í í í í í í í í .	20
Figura 7: Bloque de balsa encoladoí í í í í í í í í í í í í í í ..	23
Figura 8: Cadena de comercialización de la balsa en la provincia de Los Ríosí í	24

RESUMEN

Ochroma pyramidale, también llamada balsa, es una especie forestal y maderera que posee gran demanda en el mercado internacional, se obtiene de bosques naturales y por reforestación, especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador, este árbol se reproduce fácilmente de cinco a seis años y alcanza una circunferencia de aproximadamente 90 cm (30 cm de diámetro) y una altura de 18 a 25 metros.

En la actualidad, Ecuador posee más de 20 mil hectáreas de plantaciones de balsa entre bosques naturales y reforestados. Las zonas de mayor producción son las provincias del Guayas, El Oro, Los Ríos y Pichincha. En el primer proceso de obtención de balsa aserrada la aplicación de instrumentos para realizar el corte ha sido poco estudiado, en la actualidad se realizan dos formas de corte para el cual el siguiente trabajo tiene como finalidad medir las variables que se producen en los tipos de corte utilizados en las empresas.

El Objetivo General fue "Determinar mediante la utilización de dos tipos de corte, su efecto en el rendimiento industrial para la obtención de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) aserrada."

Se trabajó con dos tipos de diámetros de tronco: troncos de hasta 30 cm de diámetro, y con troncos mayores a 30 cm de diámetro utilizando los equipos de sierra continua y moto sierra.

En cuanto a rendimiento expresada en m^3 de madera aserrada por metro lineal de troza, es indudable que la cortadora continua es muy eficiente, generando una producción de $0.03616 m^3$ en el análisis global y $0.0296500 m^3$ en el análisis factorial.

SUMMARY

Ochroma pyramidale, also called balsa wood, is a kind of forest timber that has great demand in the international market, is obtained from natural forests and reforestation, especially in sub-tropical Ecuador's jungle, this tree is easily propagated from five to six years and has a circumference of about 90 cm (30 cm in diameter) and a height of 18 to 25 meters.

Currently, Ecuador has more than 20,000 acres of natural forest and a raft between reforested. Being the major production: Guayas, El Oro, Los Rios and Pichincha. In the first process to obtain lumber raft to apply tools to cut has been little studied, at present there are two cutting forms on which the following paper aims to measure the variables that occur in the types of cut used in enterprises.

The general objective was: "to determine by using two types of cut, its effect on industrial performance to obtain balsa (*Ochroma pyramidale*) lumber."

We worked with two types of trunk diameters: logs up to 30 cm in diameter, and with trunks larger than 30 cm in diameter using a saw-equipment and chainsaw.

As for wood performance expressed in m³ of sawn timber per linear meter of logs, it is clear that continuous cutting is very efficient, generating an output of 0.03616 m³ in the overall analysis and 0.0296500 m³ in factorial analysis.

1. INTRODUCCIÓN

Ochroma pyramidale, también llamada balsa, es una especie forestal y maderera que posee gran demanda en el mercado internacional. Se obtiene de bosques naturales y por reforestación, especialmente en la selva sub-tropical de Ecuador, donde es uno de los recursos forestales y maderables de mayor aprovechamiento que generan ingresos económicos de importancia para el país. En el comercio internacional se conoce como balsa ecuatoriano a la materia prima enviada desde Ecuador.

La especie ha alcanzado un interesante nivel de crecimiento, que implica los planes de reforestación hasta su posterior transformación, convirtiéndola en la madera de balsa de mayor calidad a nivel mundial.¹

Este árbol se reproduce fácilmente de cinco a seis años y alcanza una circunferencia de aproximadamente 90 cm (30 cm de diámetro) y una altura de 18 a 25 metros; por lo tanto es un recurso que se renueva constantemente en las regiones donde se explota y procesa. A causa de su rápida reproducción espontánea, las áreas de crecimiento del árbol de balsa son relativamente grandes las que en su gran mayoría no se cortan árboles.

En la actualidad, Ecuador posee más de 20 mil hectáreas de plantaciones de balsa entre bosques naturales y reforestados. Siendo las zonas de mayor producción las provincias del Guayas, El Oro, Los Ríos y Pichincha. Las exportaciones se realizan principalmente siguiendo la demanda externa ya que la demanda nacional es muy pequeña. En nuestro país apenas el 10 % es utilizado para elaborar artesanías caseras, mientras que el 90 % se exporta principalmente a Estados Unidos y Comunidad Económica Europea en forma de tableros, láminas, bloques y madera aserrada.²

1 Programa de Reforestación. MAE.

2 Obregón, 2005; Vocalia, 2007.

Se trata de un recurso natural renovable y en expansión, cuya tala no perjudica al medio ambiente, ni es considerado especie protegida, ni en vías de agotamiento del recurso, ni en vías de extinción, sino que por el contrario, cada año hay más disponibilidad.

No obstante, en el Ecuador del mismo modo que en todas las explotaciones forestales, que se hacen en el país, el Ministerio del Ambiente regula y autoriza el corte, concediendo los permisos, las guías a los madereros y a las plantas de elaboración.

Una vez elaborada la madera, también se expiden los certificados fitosanitarios y los permisos de exportación.

En el primer proceso de obtención de balsa aserrada la aplicación de instrumentos para realizar el corte ha sido poco estudiado, en la actualidad se realizan dos formas de corte para el cual el siguiente trabajo tiene como finalidad medir las variables que se producen en los tipos de corte utilizados en las empresas.

Con los antecedentes expuestos la presente investigación se desarrolló con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo General

- Determinar mediante la utilización de dos tipos de corte, su efecto en el rendimiento industrial para la obtención de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) aserrada.

1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el volumen de madera de balsa aserrada utilizando dos técnicas de corte en un lote de producción.
- Medir los volúmenes de desperdicio en la obtención balsa aserrada utilizando dos técnicas de corte.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Según el Código de Prácticas de Aprovechamiento Forestal (FAO), la corta incluye todas las actividades dirigidas a apea los árboles en pie y prepararlos para la saca. La operación de corta comprende el apeo del árbol en pie, su medición para determinar el tamaño idóneo de las trozas, el desramado y el tronzado del tronco (y a veces de las ramas más grandes) en trozas. La operación de corta comprende también, cuando corresponda, el descortezado del tronco.

El árbol de balsa *Ochroma pyramidale* crece mayoritariamente en la zona ecuatorial entre latitud 0° y 5° norte y sur. Este árbol es endémico de Ecuador, que produce más del 90 % del consumo mundial y de las regiones vecinas y ha sido introducido con éxito en otras regiones del mundo.

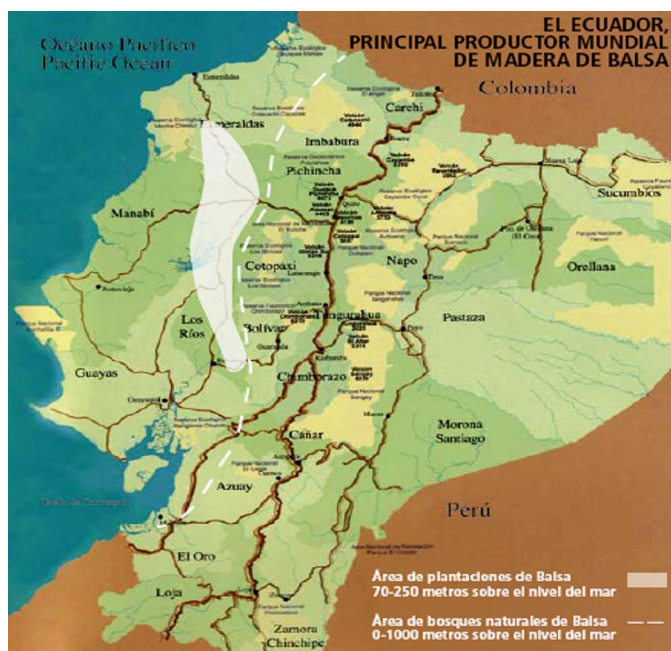


Figura 1: Indicación de las zonas de cultivo y zonas naturales de la madera de Balsa

Fuente: Bonet, 2010

Las extensiones de crecimiento del árbol de balsa son muy grandes y en su gran mayoría no se cortan árboles. Cortándose esta madera solamente en las zonas próximas a carreteras no excesivamente distantes de las plantas de procesado(Bonet *et al.*, 2010).

2.2. Obtención típica del recurso forestal.

En las regiones donde los árboles de balsa crecen espontáneamente, se cortan solamente los árboles en edad de aprovechamiento, es decir los que tienen una edad comprendida entre cuatro y seis años. Los árboles más jóvenes y los más viejos se dejan.

Los árboles más viejos producen semillas, manteniendo de modo espontáneo la población de balsa. Otra manera de mantener la población consiste en sembrar mediante semillas a voleo donde se cortaron árboles de balsa. En este caso, es necesario clarear transcurrido un tiempo, pues nacen demasiadas plantas que competirían excesivamente entre sí e impedirían su normal desarrollo. A veces también se usan plantones para ayudar a la repoblación natural en los espacios vacíos (Bonet *et al.*, 2010).



Figura 2: Cultivo de la madera de Balsa
Fuente: Bonet, 2010

Las plantaciones ofrecen una ventaja estratégica para las empresas productoras de *endgrain balsa*³, pues permiten tener disponibilidad de madera en las épocas en que a causa del periodo de lluvias no resulta posible el aprovisionamiento al 100% procedente de las zonas de producción natura (Bonet, 2010).

2.3. Propiedades de la balsa

Las propiedades que hacen a la madera de balsa ganarse una buena reputación guardan relación con su bajo peso y baja densidad. A pesar de ser tan liviana es muy resistente y flexible, haciendo de ésta una madera muy fuerte, que al trabajarla permite realizar finas terminaciones. Para lograr obtener estas características, la madera de balsa debe pasar por un proceso de secado, inmediatamente después de cortada, ya que debido a la humedad, es una madera que se pudre y desarrolla hongos con mucha facilidad (Cañadas, 2003).

Este autor también sostiene que es usada en diferentes aplicaciones tales como construcción de tanques para químicos, tinas de baño, paletas para generadores eléctricos eólicos, autos, camiones, botes, entre otros. La madera balsa tiene un sinnúmero de cualidades que la hacen superior a muchos otros productos. Dentro de estas cualidades están: gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, bajo peso, facilidad para encolarse y poco movimiento de agua entre sus celdas.

Entre otras características se puede observar, colores pálidos y rosados, peso liviano, y muy estable para trabajar, fácil de pegar. El tamaño más largo es de 150 mm por 100 mm por 3m y 150 mm por 100 mm por 4m. La balsa es muy fácil de trabajar y no es necesario usar sierras eléctricas ni ningún otro de los elementos utilizados normalmente para las maderas duras, simplemente un cortante y un bloque de lija nos permitirá trabajarla con comodidad.

Dependiendo de la aplicación se puede usar balsa de 64 kg/m³ hasta 320 kg/m³. Sin embargo el promedio de la balsa está entre 130 y 160 kg/m³.

³Endgrain balsa: Producto terminado de Balsa

Otro de los usos más extendidos a nivel mundial para la balsa es el aeromodelismo y en maquetas de arquitectura en donde se usa la madera de mejor calidad para elaborar láminas y otras piezas necesarias para la construcción de los modelos de aviones (Cañadas, 2003).

Una de las aplicaciones cada vez más extendida, es su uso en componentes de aerogeneradores, especialmente en palas. Sus características mecánicas de bajo peso y alta resistencia a compresión, hacen que sea óptima para estos usos.

También es usada esta aplicación en la industria del cine para elaborar efectos especiales, sillas, muebles y mesas rompibles sobre los actores sin que éstos sufran daños.

Es de gran importancia comercial en la cuenca del río Guayas, de donde se obtiene el 95% de la cosecha mundial (Butterfield, 2005). Hoy en día, la madera se usa para modelos, artesanías y juguetes, como chapa de interiores en construcciones en capas con material sintético, aluminio y madera, en donde se necesite fortaleza y propiedades aislantes.

Se usa también como material aislante masivo y libre de fuerzas electrostáticas en barcos para transporte criogénico (Chudnoff, 1984; Villavelez, 1979). A pesar de poseer fibras cortas al igual que la mayoría de otras especies de madera dura, la madera de balsa se ha usado de manera limitada para la producción de pulpa y papel (Hueck, 2011).

La balsa requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1.500 mm anuales (Marshall, 2009), excepto a lo largo de corrientes de agua, en donde el nivel del agua subterránea se encuentra cerca de la superficie y puede ser absorbida por las raíces (Whitmor *et al.* 1983); además esta especie demanda una rica provisión de nutrientes (Fors, 1965) y un suelo bien drenado (León *et al.*, *sf*), de hecho, se reporta que los árboles de balsa mueren con facilidad debido a las inundaciones (Streets, 2002).

La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, e incluso el relleno de construcción recientemente depositado, pero no tolera los suelos de alta salinidad (Betancourt, 2008). Las características edafoclimáticas de la provincia de Los Ríos, hacen

de este territorio, un espacio idóneo para la producción de esta especie (crecimiento, mejores características de su madera, posición ante los mercados). No obstante, todo este potencial lo ha liderado un limitado número de empresas reforestadoras, dejando a pequeños agricultores fuera de esta actividad (Espinoza, 2007).

2.4. Proceso de elaboración primario

En los bosques o plantaciones se tala el árbol de balsa se le corta en trozas. Estas trozas se sierran en formas rectas y se transportan a las plantas de producción, donde se secan hasta tener un grado de humedad de aproximadamente 8 %.

En los secaderos llegan a temperaturas de hasta 70°C, con lo cual desaparece el riesgo fitosanitario. Durante las siguientes fases de producción, la madera de balsa puede volver a absorber humedad hasta el 10-11%. La madera una vez seca, se somete a un proceso de mecanización hasta conseguir formas rectas, planas, lisas y libres de defectos(Bonet, 2010).



Figura 3: Trozas de Balsa listas para ser aserradas
Fuente:Bonet, 2010

2.5. Los aserraderos

García *et al.* (2002) expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en rollo para obtener madera aserrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos.

En los aserraderos, aunque es recomendable que la operación de elaboración se complemente con la de secado en cámaras de los productos obtenidos, no tienen por qué incluir necesariamente esta última. Generalmente, los productos finales de aserrado, tablones, tablas, vigas y viguetas se venden con una humedad del 15 al 20 %.

Reciben el nombre de aserríos porque los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidos exclusivamente por sierras.

2.5.1. Calidad de materia prima

La selección de la materia prima que va a ingresar al aserradero depende del patrón de producción. Por patrón de producción se entiende el número de piezas de dimensiones específicas que se deberán producir en el aserradero para cumplir con los pedidos de los clientes en un periodo determinado. Los pedidos de los clientes son, pues, la pauta para acomodar y disponer de la materia prima en patio, según sus características de calidades, diámetros y longitudes.

Un manejo ideal del inventario de la materia prima se alcanza en parte, mediante la práctica de ñprimeras entradas, primeras salidasö; en la cual se da prioridad a la tracería que lleva almacenada más tiempo en patio, para alimentar el proceso de transformación en el aserradero. Se recomienda esta práctica para evitar que la trocería quede oculta y rezagada; condición que genera deterioro y pérdida del material, debido a la disminución del contenido de humedad, el ataque de mancha e insectos y el rajado en los extremos de las trozas.

Después de la selección se procede a dimensionar la trocería, dando a cada troza una longitud determinada en función de los pedidos de los clientes. Es importante optimizar las largas longitudes al momento de hacer el dimensionado; éstas aumentan el valor del producto, mientras se disminuyen los tiempos en el proceso de asierre. Posterior, se induce al proceso de asierre aquella trocería considerada como primaria y secundaria; la fábrica de

tarimas, generalmente es el destino final para la trocería de calidades inferiores (Rodríguez, 2010).

2.5.2. Eficiencia del proceso de aserrado

Según Álvarez *et al* (2004). Los indicadores de la eficiencia de conversión de las trozas en madera aserrada se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Rendimiento volumétrico total
- % de desperdicio de aserrín
- % de desperdicio de otros residuos

1. Los indicadores relacionados con la eficiencia de conversión en volumen.

- Valor por m³ de madera aserrada.
- Valor por m³ de trozas.

2. Los indicadores de la eficiencia de conversión en valor, también denominados indicadores del rendimiento en valor.

2.5.2.1. Rendimiento volumétrico total

Egas (1998) expresa que existen un grupo de autores que consideran dos formas de expresar el rendimiento volumétrico: rendimiento volumétrico por surtidos y rendimiento volumétrico total. El primer indicador no es más que la relación entre el volumen de madera aserrada de un pedido específico o de una clase de calidad determinada y el volumen total de madera aserrada obtenida de una troza o grupo de trozas (ambos volúmenes en m³) expresado en porcentaje.

El rendimiento volumétrico total caracteriza el nivel de utilización de la madera de la troza sin considerar las dimensiones ni la calidad de madera aserrada obtenida por lo que es un indicador importante pero no suficiente para caracterizar la eficiencia de conversión en un aserradero (Álvarez, 2004).

Igualmente existe otro grupo de autores que mencionan tres formas de expresar el rendimiento volumétrico: el % de conversión, el factor de conversión de madera aserrada y el factor de conversión cúbico (Álvarez, 2004).

El porcentaje de conversión (PC), es el volumen actual de madera aserrada, expresado en pies tablas, obtenido por pié-tabla de madera aserrada de una troza estimada por la escala neta de Scribner, multiplicado por 100:

$$PC = \frac{\text{Volumen actual de madera aserrada (pie tabla)}}{\text{Volumen estimado por escala de Scribner (pies - tabla)}} * 100$$

Obsérvese que un pie tabla de madera aserrada equivale a 0.0023597 m³

El factor de conversión de madera aserrada (FCMA) no es más que la cantidad de pies-taba nominales de madera aserrada obtenidos por pie cúbico de volumen de una troza multiplicado por 100.

$$FCMA = \frac{\text{Volumen nominal de madera aserrada}}{\text{Volumen de la troza}} * 100$$

Obsérvese que un pie cúbico equivale a 0.0283168 m³

El factor de conversión cúbico (FCC) es el por ciento de volumen cúbico de madera aserrada que se obtiene por unidad de volumen cúbico de una troza.

$$FCC = \frac{\text{Volumen de madera aserrada (m}^3\text{)}}{\text{Volumen de la troza (m}^3\text{)}} * 100$$

2.6. Análisis de diferentes factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada.

2.6.1. Diámetro de las trozas.

La opinión de los especialistas coincide con diversas investigaciones realizadas por Fahey y Ayer-Sachet (1993) indican que el diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en la medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas en el aserrío; por lo tanto el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento y menor ganancia en los aserraderos. No obstante, el planteamiento de que las trozas de pequeñas dimensiones, en comparación con trozas mayores conduce a la reducción de los principales indicadores

técnico-económicos de los aserraderos es sólo parcialmente válido, pues, realizando una óptima selección de la maquinaria y de los equipos es posible reducir la influencia negativa en los indicadores.

El efecto del diámetro sobre el rendimiento nos obliga a pensar en la necesidad del perfeccionamiento del aserrado de trozas de pequeñas dimensiones y trazar, además, una política que garantice en lo posible un mayor desarrollo de las existencias maderables con el objetivo de obtener trozas de grandes dimensiones y calidad destinadas a los aserraderos (Álvarez, 2004).

2.6.2. Longitud, conicidad y diagrama de troceado.

Se puede afirmar que el rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío es afectado por la longitud y por la conicidad (de forma cónica) de las trozas. En la medida que aumenten ambos parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza.

Por lo tanto una de las formas de incrementar el rendimiento volumétrico es mediante la optimización del troceado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requeridas. Esta observación es de peculiar importancia para la industria cubana del aserrío (Álvarez, 2004).

La aplicación de diagramas adecuados de troceo permite la obtención de trozas de alta calidad posible con una longitud adecuada, requisito indispensable para aumentar el rendimiento. Con el empleo de programas de optimización del troceo se obtienen trozas con características favorables para elevar la eficiencia de la conversión primaria de la madera en los aserríos. En todos estos aspectos se coincide con Binagorov (1984).

Según Álvarez, (2004) el análisis de la influencia de la calidad de la troza sobre los rendimientos de madera aserrada.

El parámetro seleccionado para determinar la influencia de la calidad de las trozas sobre el proceso de aserrado lo constituye la variable rendimiento volumétrico total, que se determina a través de la siguiente expresión matemática:

$$R_v = \left(\frac{V_{ma}}{V_t} \right) * 100 \quad (1)$$

Donde:
R_v - Rendimiento volumétrico total, %
V_{ma}- Volumen de madera aserrada, m³
V_t- Volumen de madera en trozas, m³

Fuente: Álvarez, 2004

2.6.3. Calidad de las trozas.

Uno de los factores a tener en cuenta, particularmente en la sierra principal, para maximizar el volumen es la calidad de la troza. Las dimensiones y el volumen de la madera aserrada bajo las prácticas corrientes del procesamiento tienen una relación directa con las diferentes clases de calidad de trozas; por lo que se apoya por diferentes autores la relación de las características de la superficie de las trozas y el rendimiento de madera aserrada para establecer normas para la clasificación de trozas (Álvarez, 2004).

Casado (1997) confirma el efecto de la calidad de la troza, especialmente la incidencia de trozas torcidas en la calidad y volumen de la madera aserrada.

Todoroki (1995) expresa que existe una regla general de que un incremento en 0.1 de la proporción torcedura-diámetro conduce al decrecimiento del rendimiento volumétrico en un 5 %.

2.6.4. Variación del corte de aserrado en el aserradero Álvaro Barba

En el establecimiento investigado el grosor de los surtidos establecido como dimensión final son 1.3 y 5 cm. De acuerdo a los valores obtenidos (Cuadro A) se puede percibir que la madera se corta por encima de las dimensiones finales preestablecidas. (Rodríguez, *et al* 2010).

Para las otras especies de madera el corte de la madera tampoco cumple con la dimensión final preestablecido por el mercado. La causa de este incumplimiento de las especificaciones tiene que ver con la variación de corte, a partir de los resultados la variación varía de una especie a otra, hay variación entre piezas y dentro de las piezas que se producen, esto puede ser debido a los defectos presente en la madera entre otras causas que serán tratadas posteriormente.

Teniendo esta última la variación dentro de las piezas que casi coinciden con las variaciones estándar entre las piezas para los surtidos de 1.3 cm. y para los surtidos de 5 cm. las variaciones estándar dentro y entre piezas son iguales.

Cuadro A: Resultados de los cálculos inherentes al control de dimensiones de madera aserrada en el establecimiento Álvaro Barba. EFI Minas. (Rodríguez, *et al* 2010)

Parámetros	Surtido	
	1.3 cm.	5.0 cm.
Grosor promedio, cm.	2.93	5.40
Dimensión final, cm.	1.3	5
Dimensión óptima, cm.	4.52	6.90
Dimensión crítica, cm.	1.56	5.27
Desviación estándar dentro de las piezas, cm.	1.81	0.87
Desviación estándar entre piezas, cm.	0.52	0.83
Desviación estándar Total	1.83	0.91

Fuente: Rodríguez, *et al*, 2010

2.6.4.1. Asierre

Existen alrededor de 600 centros de transformación primaria de productos forestales en nuestro país, sólo unas 20 empresas forestales comunitarias (EFC) cuentan con aserraderos debidamente equipados para la obtención de madera aserrada; han incorporado herramientas para optimizar el uso del carro escuadrado de la torre principal. El coeficiente de asierre de estos aserraderos se ubica entre 50 y 60% y su volumen de madera aserrada varía entre 212 y 230 pies tabla.

Esta situación permite un buen nivel de competitividad en el mercado genérico de la madera aserrada y contrasta con la realidad de la inmensa mayoría de las EFC del país, donde todavía se presenta una serie de situaciones que originan la siguiente problemática:

- Exceso de maniobras para el manejo de trocería en el banco de volteo, carro escuadra y torre principal.
- Bajo rendimiento por escaso mantenimiento de los componentes del carro escuadra y de la torre principal.

- Baja producción de madera de las mejores clases por falta de capacitación del aserrador y por equipos incompletos (Rodríguez, *et al*, 2010).

La trocería descortezada es transportada y acomodada sobre la rampa de trocería, de forma que el extremo del diámetro menor de cada troza se oriente hacia la dirección donde está ubicado el compensador del carro escuadra, generalmente hacia la torre principal. Esta primera estación de trabajo del aserradero funciona como una òsala de espera de volumen de madera en rollo, con disponibilidad suficiente como para evitar tiempos muertos en el aserrado.

Sobre la rampa se mide físicamente la trocería; calculando un diámetro promedio a partir de dos medidas que se toman en cada uno de los extremos de la troza. Los datos se registran en una hoja de trabajo que al ser llevados al sistema, permiten manejar un control interno del volumen de madera en rollo que se recibe diariamente en el aserradero. En la hoja de trabajo, se consignan los diámetros de la trocería ya dimensionada en una longitud en pies lineales (Rodríguez, *et al*, 2010).



Figura 4: Medición de las trozas antes del aserrado

Fuente: Rodríguez, *et al* 2010

2.6.5. Causas de la variación

Existe una relación de la maquinaria en el proceso de transformación de la madera y la variación de la madera, el cual tiene que ver con la precisión y exactitud de la sierra. La exactitud está relacionada a la capacidad de la sierra para cortar con exactitud. La precisión está relacionada al grado de la desviación estándar de la sierra. Cuando la exactitud y precisión están bajo control, el sistema demostrará reproductividad consistente.

La exactitud de una máquina de sierra refiere a una uniformidad de tamaño de corte alrededor del tamaño de control para que el objetivo se realice. Cuando el tamaño individual extiende en ambos lado del tamaño del objeto en proporciones casi iguales, se dice que una sierra esta exacta. La exactitud puede ser mejorada por ajuste de montaje.

La precisión de un aserrador se refiera al grado de variación del tamaño, la desviación estándar. El tamaño puede estar fuera de control pero todavía se considera precisa si la precisión es mínima. Un aserrador eficiente debería ser capaz de producir productos con muy poca variación. La precisión refleja inexactitud estructural de la maquinaria y es una característica inherente al aserrador, que usualmente no puede ser mejorado por ajuste(Álvarez, y Egas, 2002).

Estos mismos autores también estudiaron los efectos de tres factores adversos sobre exactitud. Los factores son la tensión de la hoja, las guías de enfriamiento y la rigidez. El estudio revela evidencia clara del efecto del factor experimentado. Cada factor reduce la exactitud pero la combinación de factores fue más perjudicial que cuando uno de los factores actúa solo. Doce mediciones fueron tomado en forma equidistante a lo largo de las piezas manualmente se demostró que, en el caso más grave, la diferencia fue 2.8mm, y en un caso normal la diferencia prácticamente fue cero Leckoundzou, (2013). Lo que más degrada la función del aserrado es la flojera de la guía. Si el tamaño varía excesivamente a lo largo de la madera aserrada, la causa más común es el movimiento de la guía

La variabilidad es inevitable dentro de cualquier proceso. Las causas de las variaciones son de dos tipos: causas comunes o aleatorias y causas especiales o causas asignadas. La primera, individualmente, no puede ser fácilmente identificada pero establece el límite de precisión en un proceso, mientras que la segunda refleja cambios específicos los cuales ocurren o se introducen.

La diferencia observada en cada pieza de madera cuando sale de la sierra es resultado de variaciones en la materia prima, los parámetros de corte, y la operación de alineamiento y trabajo de alimentación, coincidiendo en este sentido con los trabajos desarrollados por estos dos autores (Figura 5). Cambios o equivocación en cualquiera de estos factores agregará variación de corte o aserrado y se observarán en la desviación estándar, media, o forma de la tabla.

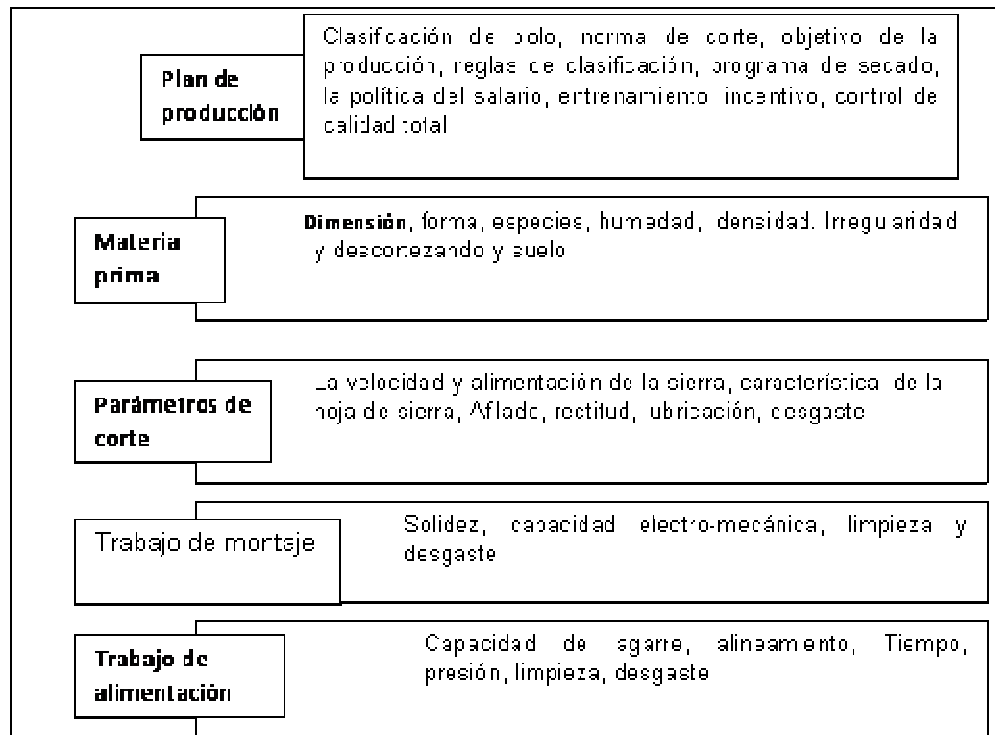


Figura 5: Ambiente del aserrado y los factores influyen en los resultados.

Fuente: Álvarez y Egas, 2002

Es significativo destacar que la exactitud de la maquinaria que compone la sierra de banda es altamente dependiente de las operaciones estables de las hojas de banda. La capacidad de las hojas de resistir las fuerzas laterales; por ejemplo su debilidad de mantener el equilibrio bajo la acción de diferentes cargas se caracterizan o se denomina rigidez.

La pérdida del equilibrio de las hojas en los aserraderos de banda posibilita el surgimiento de piezas aserradas onduladas en su superficie, perdida de madera durante el corte y otros fenómenos indeseados.

Se distingue tres tipos de rigidez:

- Rigidez natural de la hoja ante el proceso de corte que depende de la longitud de la hoja, parámetros de su sección transversal (ancho y grosor) y de la condición intrínseca de la hoja después de la rotación (J_c)
- Rigidez inicial de la hoja cuando no existe fuerza de corte (J_h).
- Rigidez operacional de la hoja tomando en consideración la fuerza de corte (Álvarez y Egas, 2002).



Figura 6: Hoja de sierra continúa.
Fuente: Fuente: Rodríguez, *et al* 2010

2.7. Tipo de sierra

El ancho de corte influye sobre el rendimiento de madera aserrada ya que una vía de corte ancha se traduce en más pérdida de fibras de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria. La influencia del tipo de sierra sobre el rendimiento suscita la necesidad de adquirir aserraderos de sierra principalmente de banda, en lugar de sierra alternativa múltiple o circular, para un mejor aprovechamiento de la materia prima; aspecto que esté se logra entre otros aspectos a partir de la regulación del ancho de corte (Álvarez, 2004).

Steele y Wagner (1990) expresan que una vía de corte ancha se traduce en más pérdidas de fibra de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria.

2.7.1. Características de la motosierra

Estos equipos deben contar con elementos o partes que aseguren primero al manipulador y segundo que garantice un trabajo eficiente, así indican Dykstra y Heinrich (1996) que este equipo debe tener lo siguiente:

- Empuñadura para cada mano diseñada para cuando lleven guantes.
- Interruptor en el acelerador que pueda ser manejado con la mano derecha enguantada.
- Bloqueo de acelerador que impida que la motosierra se ponga bruscamente en marcha.
- Protector de la mano derecha en la empuñadura trasera.
- Sistema anti vibratorio consistente en amortiguadores de goma entre el bloque del motor y las empuñaduras.
- Freno de la cadena en el protector por medio de un mecanismo no manual en los casos de rebote.
- Sujetador de la cadena. Para golpes con objeto de que la moto sierra descansa firmemente en el trozo de madera mientras se procede al trozado.
- Protector de empuñadura delantera para proteger de la cadena a la mano izquierda.
- Funda para la espada a fin de evitar lesiones durante el transporte.

2.8. Diagrama de corte

Las opiniones de los especialistas coinciden con diferentes autores, que afirman que los diagramas de corte tienen gran incidencia sobre la eficiencia de la conversión de madera

aserrada; dependiendo de la calidad de la troza, del diseño del aserrío y de los gradientes de precio de la madera existente (Álvarez, 2004).

Este mismo autor publica que la aplicación de diagramas de corte teniendo en cuenta el diámetro, longitud, calidad y conicidad de las trozas; así como el tipo de sierra y otros factores, es una variante que favorece el incremento en calidad y cantidad de la producción de madera aserrada. Ello ha sido la base de los programas de optimización que permiten obtener resultados relevantes en la industria del aserrado.

El análisis integral de toda esta información debe contribuir de cierta forma para que los empresarios forestales puedan elaborar estrategias que permitan contrarrestar el efecto negativo o favorecer el efecto positivo de los factores que más influyen sobre el rendimiento volumétrico, condición necesaria para elevar los niveles de aprovechamiento de la materia prima y la eficiencia industrial en general.

2.9. Calificación

La mayor parte de la madera de balsa cortada en la edad ideal tiene una densidad promedio de unos 150 ó 160 kg/m³ con variaciones entre 85 y 230 kg/m³ y más.

Cuando se hace un producto con la densidad controlada, se seleccionan estos listones rectangulares. Se determina el peso, el volumen y la densidad. En la actualidad se utiliza cuando el producto lo requiere, clasificadoras electrónicas que determinan el volumen de cada listón con láser de precisión.

Mediante un ordenador con un programa especial para esta finalidad, conectado a los sensores y a una pesadora electrónica, se selecciona los bloques y se asignan los diferentes rangos de densidad. Este proceso tiene una tolerancia inferior al 4%.

2.10. Producción de grandes bloques

Cuando los listones de madera de balsa están preparados, seleccionados y clasificados, se encolan en grandes bloques de $2\phi \times 4\phi$ con sobre medida para un posterior recorte y escuadrado de los futuros paneles. Con este procedimiento, todos los listones quedan paralelos y con la fibra alineada en el mismo sentido. Lo cual permitirá después cortarlos perpendicularmente y obtener paneles *endgrain* (Bonet, 2010).



Figura 7: Bloque de balsa encolado
Fuente: Bonet, 2010

2.11. Comercialización

Según Coronel (2008), manifiesta que el mercado nacional no es lo suficientemente amplio para la comercialización de la madera de balsa como tal, sino únicamente para productos artesanales elaborados con esta materia prima, se encuentra la necesidad de buscar mercados globales con el objetivo de encontrar las mejores opciones de negociación y lograr de esta forma establecer relaciones comerciales con el importador de manera directa.

Buscar las mejores opciones de mercado para un producto determinado con el fin de lograr y obtener los mejores ingresos posibles, evitando intermediarios que muchas de las veces se aprovechan de la falta de conocimiento del productor, ofrecen valores muy inferiores a los reales, puede hacer que cada vez se vea la necesidad de buscar mercados internacionales, en

el que se pueda ofrecer la madera de balsa, resaltando que aquellos mercados cada vez se vuelven más exigentes.

En la Figura 8 se indica la línea de comercialización de la balsa, dato integrado de la producción y procesamiento de balsa en la provincia de Los Ríos.

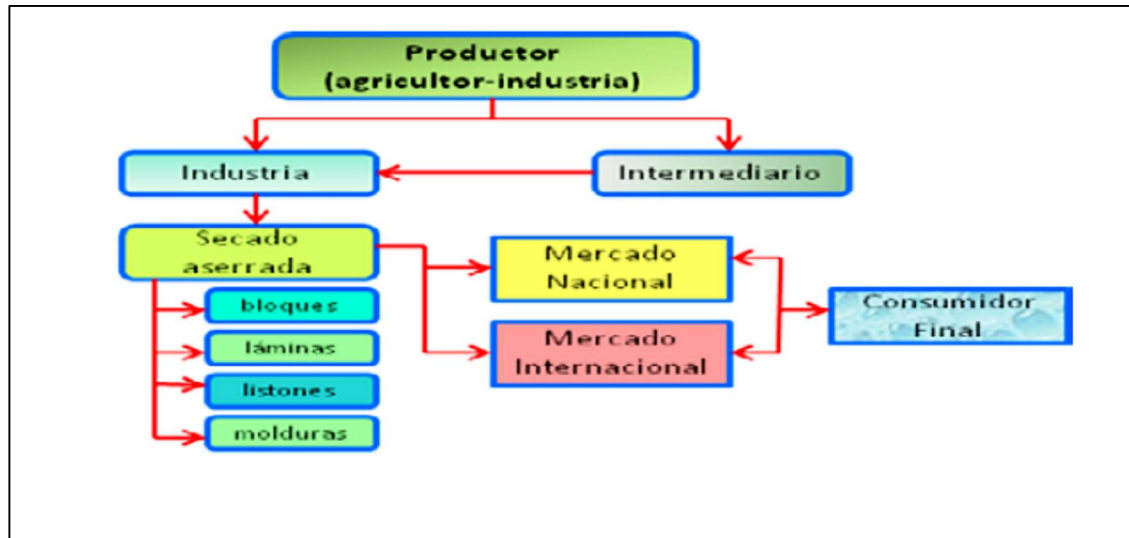


Figura 8: Cadena de comercialización de la balsa en la provincia de Los Ríos

Fuente: González, *et al*, 2008

Según Ecuador Forestal (2007), el sector forestal productivo en el Ecuador, con el apoyo de la Comunidad Económica Europea y la Corporación para la Promoción de Exportaciones e Inversiones CORPEI, han suscrito un Convenio, con el Programa EXPOECUADOR la *Elaboración de Planificaciones Estratégicas Subsectoriales*, para los próximos cinco años, compuesta de tres fases: Diagnóstico, Plan Estratégico y Plan de Acción, para el subsector de bosques Nativos, el subsector de las plantaciones forestales y el subsector de la transformación y comercialización de la madera.

El financiamiento de este proyecto proviene de un convenio de Financiación No.ALA/2003/005-703, que el Gobierno del Ecuador y la Comunidad Europea, suscribieron el 2 de Marzo del 2004, para la implementación del "Proyecto de Cooperación Económica con Ecuador", con el objetivo generar de mejorar la inserción del Ecuador en los mercados internacionales, en particular en los de la UE y de la CAN, aprovechando las potencialidades ofrecidas en el mercado en el marco de la OMC, la CAN y el SGP otorgado por la Unión Europea (Ecuador Forestal, 2007).

Para determinar la situación del subsector, es importante determinar lo siguiente:

- Cadena de valor
- Certificaciones
- Cooperación Nacional e Internacional
- Exportaciones e Importaciones
- Empleo
- Industria Forestal Primaria y Secundaria
- Marco legal
- Participación del Estado
- Producción
- Representación del sector

La industria de la transformación primaria de la madera la conforman: Aserraderos; fábricas de contrachapado (Tableristas); fábricas de aglomerados (tableros de partículas) y MDF; y fábrica de astillas. Mientras que la industria de la transformación secundaria de la madera, es la que procesa los productos provenientes de la industria primaria que son usados en la industria de la construcción, industria de muebles (Fábricas de muebles modulares y talleres, y pequeñas fábricas de muebles) y en la fabricación de pallets, puertas, pisos entre otros (Ecuador Forestal, 2007).

El abastecimiento a la industria maderera del Ecuador procede de plantaciones propias de las industrias y de terceros, proveniente principalmente de bosques nativos y plantaciones.

Ecuador Forestal, (2007), indica que la producción de la industria secundaria no puede ser cuantificada en vista de que no existen datos disponibles, sin embargo se estima que toda la producción es procesada por 12 empresas grandes, 100 empresas medianas, 500 empresas pequeñas y 50000 microempresas.

Los productos primarios madereros concentran mayoritariamente la producción de la industria forestal nacional.

El sector forestal, madera y muebles, genera alrededor de 200 000 plazas de trabajo directo y 100000 puestos adicionales indirectos, principalmente en el sector rural y en la actividad artesanal, cifras que se distribuyen, para las labores de forestación y reforestación 2 500, para las labores de apeo, troceado, aserrado y extracción manual 20 000, para la gran industria 7 500, para la pequeña y mediana 74000; y carpintería y artesanos de la madera 96000.

En el 2003, Ecuador exportó alrededor de USD \$95 millones mientras que se importó USD \$270 millones, por lo que la balanza comercial del sector forestal en los últimos años se ha mantenido negativa, ya que ha sido una constante el déficit comercial anual. Los principales productos importados han sido celulosa y papel, así mismo la importación de otros productos de madera, especialmente muebles sigue en aumento convirtiéndose en la principal competencia que deben enfrentar la micro, pequeña y mediana industria de muebles.

La industrialización y comercialización de los productos forestales madereros, corresponden al Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICIP), organismo gubernamental conformado por una Subsecretaría específica para cada una de las cuatro áreas mencionadas, cuya regulación cuenta con una

base legal que es parte de la legislación ecuatoriana y que de acuerdo al campo de acción de la industria forestal serían:

Leyes ó Industrialización: Ley de Fomento Industrial/Decreto Supremo N° 1414, publicada en el Registro Oficial N° 319 del 28 de septiembre de 1971.

Leyes Pymes: Ley de Fomento de la Pequeña Industria/Emitida en agosto de 1973 y su reglamento corresponde a octubre de 1986.

Leyes Microempresas/Artesanías: Ley de Fomento Artesanal/Expedida en mayo de 1986.

Leyes de Comercio Exterior:

Ley de Comercio Exterior e Inversión LEXI/Expedida en 1997.

Ley de Promoción y Garantía de Inversiones/Emitida en 1997. Esta ley cuenta con un Reglamento de Inversiones reformado expedido por decreto ejecutivo en 2003.

Ley de Facilitación de las Exportaciones y del Transporte Acuático/Expedida en 1992.

Los componentes del análisis situacional, a través de la matriz FODA, revelaron muchos elementos de las Fortalezas y Debilidades y de las Oportunidades y Amenazas del subsector, de las cuales se identificó las más relevantes e importantes.(Ecuador Forestal, 2007)

Cuadro B: Análisis FODA, de los sistemas forestales, subsector de la transformación y comercialización.

Fortalezas	Debilidades
Tableros de buena calidad y competitivos Situación geográfica (Logística) Mano de obra barata (frente a lo internacional) Fuentes de materia prima para la industria de tableros. Diversidad	Falta de investigación y desarrollo Falta de materias primas propias (Plantaciones) Pocas empresas PYMES tecnificadas Falta de desarrollo de Estrategias de Marketing Productos sin sello verde
Oportunidades	Amenazas
Necesidad del País de sectores que generen divisas Invertir en forestación asegurando la materia prima Aprovechar Fondos de Organismos Internacionales Apertura de nuevos mercados Fondo de Inversión Forestal	Industria China Importación de muebles de mala calidad Falta de políticas e incentivos de fomento para el sector Crecientes exigencias técnicas del mercado internacional Riesgo País

Fuente: ECUADOR FORESTAL, 2007

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.

3.1.1. Ubicación.

Este trabajo se realizó en la empresa Balitsa ubicada en el recinto Pijullo, Cantón Urdaneta, provincia de Los Ríos, la entrada es por Puebloviejo a 20 km del carretero principal, en las coordenadas UTM; X: 679763, Y: 9823325.

3.1.2. Duración.

El trabajo se desarrolló entre los meses de enero de 2013 a abril de 2013 posterior de la aprobación del anteproyecto en la que se llevaron las actividades indicadas en la metodología.

3.1.3. Materiales.

- Sierra continua de corte
- Motosierra
- Troncos de balsa
- Computadora
- Hojas de anotaciones
- Libros didácticos e internet
- Cámara digital, entre otros

3.1.4. Factores en estudio

a. Tipos de corte del tronco

1. Con sierra continua.
2. Con motosierra.

b. Diámetro del tronco.

Se trabajó con dos tipos de diámetros de tronco:

1. troncos de hasta 30 cm de diámetro (Diámetro 1), y
2. troncos mayores a 30 cm de diámetro (Diámetro 2)

3.1.5. Tratamientos en estudio

La combinación de los factores generaron los siguientes tratamientos:

N°	Tratamientos
1.	Corte con sierra continua en troncos de diámetro 1
2.	Corte con sierra continua en troncos de diámetro 2
3.	Corte con motosierra en troncos de diámetro 1
4.	Corte con motosierra en troncos de diámetro 2

3.1.6. Diseño experimental y comparación de medias.

Se utilizó un diseño en arreglo factorial 2 x 2 con diez unidades experimentales por tratamiento. Para las comparaciones de las medias de tratamientos, se usó la prueba de rangos múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad.

3.1.7. Análisis de la Varianza

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación:

ANDEVA	
Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Corte	1
Diámetro	1
Int. C x D	1
Error	27
Total	39

3.2. Manejo del experimento

Dentro del área de recepción de madera verde se seleccionaron los troncos con los diámetros requeridos en la investigación.

Se realizaron varios cortes de troncos de balsa antes del aserrado en el cual se procedió con dos equipos, el primero fue con sierra continua, es decir, que en una mesa de aserrado con hoja de sierra en mesa continua, esta máquina posee un tiempo de corte por tronco y además se obtuvo la merma o residuos del tronco de la balsa aserrada, aquí se midió el tiempo, merma, uso del equipo, hora / hombre de trabajo y el costo que implica utilizar este equipo utilizando una cantidad balsa ya prevista en la prueba.

El segundo instrumento fue con una motosierra, el cual también se evaluó el tiempo, la merma, y uso el equipo, hora / hombre de trabajo y el costo que implica utilizar este equipo utilizando una cantidad de balsa ya prevista en la prueba.

Paso seguido se evaluaron las dos técnicas (o equipo utilizado) y se determinó el ideal para obtener una mejor balsa aserrada de mejor calidad y menor costo.

3.2.1. Variables a evaluar

El siguiente estudio tuvo como variables:

- Tiempo en el corte de los troncos de balsa con sierra continua y con motosierra. Se midió mediante un cronómetro el tiempo en que se necesita realizar el corte de los troncos con las diferentes herramientas, previo a una medición de los troncos para que estos sean lo más uniformes posible.
- Volumen de producción por metro cúbico de materia prima. Se pesó los troncos cortados y se determinó el volumen aproximado sumando todos los troncos cortados con las dos herramientas en estudio.

- Volumen de desperdicio. Mediante una báscula se colocó toda la merma que se produjo al realizar los cortes.
- Hora / Hombre (inversión). Al medir el tiempo y esfuerzo se determinó el valor de hora / hombre.
- Costo de las dos técnicas de corte. Al utilizar las herramientas estas generan costos sean estos de electricidad o de gasolina, sumando además el valor de hora / hombre y el tiempo en realizar en una tanda de cortes.
- Precios y mercados. Mediante consultas e investigación se pudo exponer los precios y mercados actuales de la balsa aserrada.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron basados en la medición en tiempo de los diferentes tipos de corte utilizando dos herramientas y dos diámetros de troncos. Para la cual se utilizó un cronometro.

4.1 Tiempo en el corte de los troncos de balsa con sierra continua y con motosierra.

4.1.1 Equipo de sierra continua.

El tiempo que empleó la sierra continua en hacer el corte de los troncos se presenta en el Cuadro 1. Para el caso de diámetros de hasta 30 cm, el tiempo de corte varió de 11 a 13 segundos; mientras que en troncos con diámetro mayor a 30 cm, el tiempo de corte fluctuó de 14 a 16 segundos.

Cuadro 1: Tiempo de corte de troncos en segundos

Herramienta Sierra Continua			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	12	15	Segundos
2	13	15	
3	12	16	
4	13	16	
5	11	15	
6	12	14	
7	12	16	
8	13	16	
9	11	16	
10	12	15	

Para determinar el tiempo de corte se calculó el tiempo que las cortadoras (cortadora continua y motosierra) se tomaron en cortar un metro de longitud de troza, en cada una de los diámetros estudiados.

4.1.2 Equipo de motosierra.

También de medio a partir de un cronometro midiendo el tiempo en que se realizó el corte de los troncos la herramienta, previo a esto se realizó una medición de los troncos para que estos sean lo más uniformes posible y separándolos con los dos diámetros. Las características específicas de la motosierra de corte de cadena con combustión gasolina de dos tiempos. Los resultados en tiempo (segundos) se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Tiempo de corte en segundos.

Herramienta: Motosierra			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	68	90	Segundos
2	65	90	
3	66	95	
4	65	106	
5	66	90	
6	66	96	
7	68	96	
8	67	96	
9	67	97	
10	68	98	

En el Cuadro 3 y con diferencias estadísticas altamente significativas, se puede observar que la motosierra en trozas de más de 30 cm fue la que más tiempo tomó en cortar la troza, haciendo un tiempo de 95.4 segundos; mientras que la cortadora continua en trozas de hasta 30 cm. de diámetro fue la que menos tiempo hizo con 12.1 segundos.

Cuadro 3. Tiempo de corte por metro de troza

Tratamientos	Tiempo en segundos/troza
1. Cortadora continua en troza de hasta 30 cm.	12.1 d
2. Cortadora continua en troza de más de 30 cm.	15.4 c
3. Motosierra en troza de hasta 30 cm.	66.6 b
4. Motosierra en troza de más de 30 cm.	95.4 a

CV: 5,35 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Al realizar el análisis de los factores en estudio y con diferencias estadísticas altamente significativas entre ellos, se determinó que la motosierra fue la herramienta que más tiempo tomó en realizar el corte con 80.30 segundos, en comparación con la cortadora continua que apenas tomó 11.60 segundos. Por otro lado, las trozas con diámetros mayores a 30 cm. fueron las que más tiempo emplearon en ser cortadas (52.6 segundos frente a 39.3 segundos de las trozas con menos de 30 cm. de diámetro).

Cuadro4 .Tiempo de corte en segundos por metro lineal de troza y por factores de estudio.

Tipo de cortadora	Diámetro de troza (cm)		Promedio tipo de cortadora
	Hasta 30 cm	Más de 30 cm	
1. Cortadora continua	11.60	11.60	11.60 b
2. Motosierra	67.00	93.60	80.30 a
Promedio diámetro	39.30 b	52.60 a	
CV: 3.90 %			
Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia			

4.2. Volumen de producción por metro cúbico de materia prima.

4.2.1 Equipo Sierra continua

Los volúmenes de producción se basaron en el pesaje de los troncos ya cortados y separados de la corteza de los mismos. Se utilizó una báscula y hojas de registro, los cuales se presentan en el Cuadro 5.

El volumen que dio la sierra continua en los troncos se presenta en el Cuadro 5. Para el caso de volúmenes de 30 cm, la cantidad dio de 0.0033036m^3 ; mientras que en troncos con diámetro mayor a 30 cm, el volumen fluctuó de 0.00306763m^3 .

Cuadro 5: Volumen de producción

Herramienta Sierra Continua			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	0.00306763	0.00353957	metro cúbico
2	0.00306763	0.00353957	
3	0.00283166	0.0033036	
4	0.00283166	0.0033036	
5	0.00283166	0.0033036	
6	0.00306763	0.0033036	
7	0.0033036	0.00353957	
8	0.00306763	0.00306763	
9	0.00283166	0.00306763	

4.2.2 Equipo Motosierra

Al igual que el equipo 1, los troncos cortados se pesaron utilizando una báscula y hojas de registros, el valor total de volumen aproximado fue sumando todos los troncos cortados en el tratamiento.

El volumen que dio la sierra continua en los troncos se presenta en el Cuadro 6. Para el caso de volúmenes de 30 cm, la cantidad de volumen dio de 0.00212374m^3 ; mientras que en troncos con diámetro mayor a 30 cm, el volumen fluctuó de 0.00235971m^3 .

Cuadro 6: Volumen de producción

Herramienta Motosierra			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	0.00212374	0.00259569	metro cúbico
2	0.00212374	0.00235971	
3	0.00212374	0.00259569	
4	0.00212374	0.00283166	
5	0.00188777	0.00235971	
6	0.00188777	0.00212374	
7	0.00188777	0.00212374	
8	0.00212374	0.00259569	
9	0.00212374	0.00259569	
10	0.00212374	0.00259569	

En el Cuadro 7 se pueden observar los valores correspondientes a rendimiento de madera aserrada por metro lineal de troza. Con diferencias estadísticas altamente significativas se puede notar que el tratamiento correspondiente a cortadora continua en trozas de más de 30 cm de diámetro generó el rendimiento más alto de madera aserrada con 0.03616 metros cúbicos, mientras que el valor más bajo lo produjo la motosierra en trozas de menos de 30 cm. de diámetro, con una producción de 0.02030 metros cúbicos.

Al realizar el análisis factorial y con diferencia estadísticas altamente significativas entre factores, se determinó que la cortadora continua generó un mayor rendimiento de madera aserrada que la motosierra, las que presentaron valores en su orden de 0.0296500 y 0.0234300 de metros cúbicos. En cuanto al diámetro de las trozas, aquellas con el diámetro mayor proporcionaron los rendimientos más altos, con 0.0315400 metros cúbicos de madera aserrada.

Cuadro 7. Rendimiento de madera aserrada en m³ por metro lineal de troza

Tratamientos	m ³ de madera
1. Cortadora continua en troza de hasta 30 cm.	0.02306 c
2. Cortadora continua en troza de más de 30 cm.	0.03616 a
3. Motosierra en troza de hasta 30 cm.	0.02030 d
4. Motosierra en troza de más de 30 cm.	0.02692 b

CV: 7.08 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Cuadro 8: Rendimientos de madera aserrada en m³ por metro lineal de troza

Tipo de cortadora	Diámetro de troza		Promedio
	Hasta 30 cm	Más de 30 cm	
Cortadora continua	0.02288000	0.03642000	0.0296500 a
Motosierra	0.02020000	0.02666000	0.0234300 b
Promedio	0.0215400 b	0.0315400 a	

CV: 7,40 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Esta variable también se la puede expresar como rendimiento en pies tablares por metro lineal de troza, que es un parámetro de aserradero. Así, en el Cuadro 9, puede observarse y con diferencias estadísticas altamente significativas que la cortadora continua en trozas de más de 30 cm de diámetro generó 15.3341 pies tablares, siendo esta la mayor producción en comparación con los otros tratamientos, de los cuales, la motosierra en trozas de hasta 30 cm, presentó el valor más bajo con 8.6017 pies tablares.

Cuadro 9. Pies tablares de madera aserrada por metro lineal de troza

Tratamientos	Pie tablar
1. Cortadora continua en troza de hasta 30 cm.	9.7743 c
2. Cortadora continua en troza de más de 30 cm.	15.3341 a
3. Motosierra en troza de hasta 30 cm.	8.6017 d
4. Motosierra en troza de más de 30 cm.	11.4190 b
CV: 7.06 %	
Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.	

Al analizar factorialmente esta variable y con diferencias altamente significativas entre factores, se determinó que la cortadora continua generó el mayor número de pies tablares 12.57. Por otro lado, las trozas de más de 30 cm de diámetro rindieron 13.37 pies tablares, siendo este valor estadísticamente superior a las trozas de menos de 30 cm de diámetro(Cuadro 10).

Cuadro 10. Pies tablares de madera aserrada por metro lineal de troza

Tipo de cortadora	Diámetro de troza		
	1. Hasta 30 cm	2. Más de 30 cm	
Cortadora continua	9.69	15.44	12.57 a
Motosierra	8.56	11.31	9.93 b
Promedio	9.12 b	13.37 a	
CV: 7,39 %			
Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.			

En el Cuadro 11 se presentan los valores generados por los distintos tratamientos en esta variable. Con diferencias estadísticas altamente significativas se puede constatar que la cortadora continua en trozas de más de 30 cm. de diámetro presenta los valores más elevados en porcentaje de rendimiento de madera aserrada, mientras que el tratamiento

concerniente a motosierra en trozas de menos de 30 cm. exhibe el menor porcentaje, con 36.60 %.

Cuadro 11. Porcentaje de rendimiento de madera aserrada

Tratamientos	%
1. Cortadora continua en troza de hasta 30 cm.	41.63 b
2. Cortadora continua en troza de más de 30 cm.	54.09 a
3. Motosierra en troza de hasta 30 cm.	36.60 c
4. Motosierra en troza de más de 30 cm.	40.35 b c

CV: 8.81 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Al realizar el análisis estadístico de los factores en estudio en esta variable, se determinó con diferencias altamente significativas entre factores, así, dentro del factor Cortadoras, el correspondiente a cortadora continua produjo el mayor porcentaje de rendimiento de madera aserrada en comparación con la motosierra (48.02 y 39.03 % respectivamente). En dentro del factor diámetro de troza, el correspondiente a más de 30 cm. generó el porcentaje más elevado, 48.08% (Cuadro 12).

Cuadro 12. Porcentaje de rendimiento de madera aserrada

Tipo de cortadora	Diámetro de troza		Promedio
	Hasta 30 cm.	Más de 30 cm.	
Cortadora continua	42.48	55.56	49.025 a
Motosierra	37.51	40.60	39.063 b
Promedio	40.003 b	48.084 a	

CV: 7.43 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

4.3. Volumen de desperdicio.

Se utilizó una báscula y se pesó toda la merma que se obtuvo a partir de los cortes que produce cada una de los equipos utilizados.

4.3.1 Equipo Sierra continua

Para obtener la merma se ubicó debajo de la plataforma de corte de hoja de sierra un plástico para que esta recepte todo lo que produzca el corte, luego de ubicado lo recogido, se lo pesó dando los siguientes resultados que se muestran en el Cuadro 13.

Se ve claramente que con la sierra continua hasta 30 cm de diámetro hay menos merma que en diámetro de más de 30 cm.

Cuadro 13: Merma en el corte

Herramienta Sierra Continua			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	0.00047194	0.00070791	metro cúbico
2	0.00047194	0.00070791	
3	0.00047194	0.00070791	
4	0.00047194	0.00070791	
5	0.00047194	0.00070791	
6	0.00070791	0.00070791	
7	0.00047194	0.00094389	
8	0.00047194	0.00070791	
9	0.00047194	0.00070791	
10	0.00047194	0.00070791	

4.3.2 Equipo Motosierra

Para poder recolectar la viruta o merma a partir del corte con la motosierra se utilizó un plástico, para recoger en este recipiente a diferencia del otro equipo se hizo como forma de paredes para poder capturar lo más posible debido que por ser un equipo que genera mucha

vibración los cortes no son totalmente parejos y hay mayor desperdicio que prácticamente sale por todas partes.

Cuadro 14: Merma en el corte

Herramienta: Motosierra			
Unidad Experimental	Diámetro hasta 30 cm	Diámetro 2 con más de 30 cm	
1	0.00117986	0.00117986	metro cúbico
2	0.00117986	0.00141583	
3	0.00117986	0.00141583	
4	0.00094389	0.00117986	
5	0.00094389	0.00117986	
6	0.00117986	0.00117986	
7	0.00094389	0.00117986	
8	0.00094389	0.00117986	
9	0.00094389	0.00117986	
10	0.00094389	0.00094389	

En el Cuadro 15, se presentan los valores obtenidos en esta variable. Con diferencias estadísticas altamente significativas se observa que el tratamiento correspondiente a motosierra en trozas de hasta 30 cm. de diámetro presentaron el porcentaje más elevado de desperdicio, con 63.4 %, frente a 45.91% de desperdicio correspondiente al tratamiento cortadora continua en trozas mayores a 30 cm. de diámetro.

Cuadro 15. Porcentaje de desperdicio de madera

Tratamientos	%
1. Cortadora continua en troza de hasta 30 cm.	58.36 b
2. Cortadora continua en troza de más de 30 cm.	45.91 c
3. Motosierra en troza de hasta 30 cm.	63.40 a
4. Motosierra en troza de más de 30 cm	59.64 ab

CV: 6.69 %

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Por último, y al realizar el análisis factorial de los tratamientos y con diferencias estadísticas altamente significativas entre factores, se determinó que dentro del factor Cortadoras, el correspondiente a motosierra generó el valor más alto de desperdicio con 60.93% frente a 50.97 % de la cortadora continua, Cuadro 16.

Tipo de cortadora	Diámetro de troza		Promedio
	Hasta 30 cm.	Más de 30 cm.	
Cortadora continua	57.51	44.43	50.97 b
Motosierra	62.48	59.39	60.93 a
Promedio	59.99 a	51.91 b	
CV: 5.85 %			
Valores con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.			

4.4. Hora / Hombre (inversión).

Se obtuvo la medición del tiempo por corte mediante un cronómetro sumando todo los cortes y se determinó el valor por hora / hombre. En ambas técnicas se realizó la sumatoria total de los tiempos, así tenemos en el cuadro 17 y 18, los valores obtenidos.

Cuadro 17: Valor hora/hombre equipo sierra continua

	Herramienta: Sierra Continua			
	Diámetro 1	Valor H/H	Diámetro 2	Valor H/H
Total segundos	121	1.00	154	1.50

Cuadro 18: Valor hora/hombre equipo motosierra

	Herramienta: Motosierra			
	Diámetro 1	Valor H/H	Diámetro 2	Valor H/H
Total segundos	666	5.00	954	7.00

4.5. Costo de las dos técnicas de corte.

Al utilizar las herramientas, estas generaron costos de electricidad y de gasolina, sumando además el valor de hora / hombre y el tiempo en realizar una tanda de cortes. Así tenemos los valores:

Cuadro 19: Costo con equipo de sierra continúa

Herramienta Sierra Continua						
	Diámetro 1	Valor H/H	Total	Diámetro 2	Valor H/H	Total
Electricidad	0.25	1.00	1.25	0.25	1.50	1.75

Cuadro 20: Costo con equipo moto sierra

Herramienta Moto sierra						
	Diámetro 1	Valor H/H	Total	Diámetro 2	Valor H/H	Total
Gasolina	0.75	5.00	5.75	0.75	7.00	7.75

Se puede determinar que realizando un corte con sierra continua con trozas del diámetro 1 el costo es de USD \$ 1.00 siendo así el más económico que el diámetro 2, existiendo una diferencia en valores de USD \$ 0.25.

Con el equipo de motosierra y utilizando el diámetro 1 el valor es de USD \$ 5.00 y comparando con el diámetro 2 de las trozas la diferencia de + USD\$ 2,75.

5. DISCUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos se puede considerar que en términos de tiempo de corte de troza de la madera, la utilización de cortadora continua es muy productiva y conveniente con respecto al empleo de motosierra ya que emplea hasta nueve veces menos tiempo. En relación al tiempo de corte con respecto al diámetro de la troza y con base en los análisis estadísticos que determinan que existe interacción entre factores se puede indicar que mientras el corte sea realizado por la motosierra hay un efecto del tiempo de corte sobre el diámetro de la troza; en motosierra mientras el diámetro de la troza es mayor, el tiempo de corte también lo será.

En cuanto a rendimiento de madera expresada en m^3 de madera aserrada por metro lineal de troza, es indudable que la cortadora continua es muy eficiente, generando una producción de $0,03616 m^3$ en el análisis global y $0.0296500 m^3$ en el análisis factorial. Esta respuesta se debería a que la cortadora continua, entre otros factores genera mayores revoluciones por minuto en su motor, es estática, generando mayor comodidad y eficiencia de trabajo para los operadores y los cortes son más precisos posiblemente debido a que posee una cuchilla circular considerablemente delgada en comparación con la cuchilla de cadena de la motosierra.

La eficiencia en el rendimiento también fue comprobada al medir la producción de pies tablares que es una medida de aserradero; en esta se puede confirmar lo observado en la variable de rendimiento; constatando nuevamente que la cortadora continua es muy eficiente en la producción de madera aserrada con respecto a la motosierra, por las mismas razones ya explicadas.

El análisis de los resultados realizado hasta ahora, lo confirma la variable que mide en términos porcentuales la eficiencia del aserrío de madera; el porcentaje de rendimiento de madera aserrada de balsa y en este parámetro podemos observar que la cortadora continua genera 10 % más de rendimiento con respecto a la motosierra; y si se suman otros

beneficios como los ya anotados, sobre todo tiempo de corte, este equipo es realmente eficiente.

El análisis de la variable de costos de producción, la herramienta de sierra continua basado su fuerza en la corriente eléctrica genera un costo menor aún 70 % sobre la herramienta de motosierra que además genera con gasolina. La herramienta sierra continua además ofrece mayor resistencia al uso, es decir, su vida útil es mayor.

Con lo referente al diámetro de los troncos y realizando el análisis de costo, el diámetro de 1.25 se obtiene un mejor rendimiento que a diferencia entre las otras medidas, utilizando la sierra continua existe un costo menor del 0.10 % de diferencia, esto se lo determina por el incremento en hora / hombre que fue de USD \$ 0.25 medido por el tiempo que fue mayor para aserrar los troncos, obteniendo ganancia.

Con lo referente a los valores de evolución de la balsa desde el año 2007 hasta la proyección del año 2013, se ha incrementado en un 25 % aproximadamente su valor garantizando que todos los actores de la cadena de la balsa obtengan beneficios, el análisis también marca un incremento en los volúmenes de cerca de 4 787 toneladas en el 2007 a, un volumen de aproximadamente 20 264 toneladas en el 2012 determinando un incremento del 400 % en un periodo de 5 años, puede ser debido a las demandas del exterior, aun buen manejo de la balsa, a los programas estatales de incentivo forestal y productivo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El porcentaje de desperdicio es más alto en el corte realizado con motosierra, superando en forma global en 10 % con respecto a la cortadora continua, que en términos de aserrío es un valor alto.
- La pérdida por desperdicio se ubicó en las distintas etapas de la obtención de la madera, esto es: aserrío, cepillado, canteado y resaneo principalmente.
- El uso de la sierra de corte continua garantiza que los costos de producción no sean elevados, puesto que su utilidad además de garantizar un producto mejor procesado es significativamente más económico que utilizar el equipo de motosierra.
- El funcionamiento óptimo de los equipos es el resultado de aplicar la práctica adecuada de mantenimiento preventivo, que permite estandarizar la producción de volumen de madera y mantener los costos de producción ideales.
- El incremento de las zonas de producción de balsa está aumentando considerablemente, llegando a optimizar todos los recursos desde el manejo del cultivo, procesamiento, aserraderos, y técnicas de conservación y sobre todo se respeta al cliente y se cumple con los parámetros o normas solicitadas, además de mantener un aporte gubernamental en las negociaciones con países interesados y más aún cuando son normas ambientales.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda como control de la producción, el realizar continuamente ejercicios de calibres en las piezas aserradas, midiendo el espesor de una muestra seleccionada al azar, para verificar tanto si la escala esté bien calibrada como si el marcador está realizando con precisión la medida del corte.
- Identificar nuevas áreas de forestación de este cultivo para así mejorar las ofertas y sobre todo mantener las líneas o cadenas de comercialización.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ; EGAS, 2002. Factores fundamentales para aumentar los rendimientos de madera aserrada en aserraderos con sierras de banda. CIGET Pinar del Río Vol.4 No.2 abril-junio 2002 Universidad de Pinar del Río, Cuba
- ALVAREZ, JIMÉNEZ, PRADES, ESTÉVEZ, 2004. Eficiencia de los aserraderos. Trabajo de investigación. Colombia.
- BETANCOURT, 2008. Monografía de la balsa o lanero. Técnica Forestal 3. Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestales. 7 p.
- BINAGOROV, 1984. Tecnología del aprovechamiento forestal. Editorial Industria Forestal. Moscú. p 20162002
- BONET, COELLO, ANDRADE. 2010. Balsa, Tierra, Sol y Agua. Balseurop Ecuato Española, SL España. pág. 63
- BUTTERFIELD, 2005. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico N° 260,41p.
- CAÑADAS 2003. El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG ó PRONAREG. Quito, Ecuador. 210 p.
- CASADO, 1997. Tecnología de las industrias forestales. Tomo I. Serie Forestal 26. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. España. 191 pp.
- CORONEL, 2008. Búsqueda y análisis de mercados europeos para la exportación de madera de balsa. Tesis de Maestría. Universidad Pontificia Salesiana. Guayaquil. Ecuador. 106 p.
- CHUDNOFF, 1984. Tropical timbers of the world. Agric. Handb. 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464p.

- DYKSTRA, y HEINRICH, 1996. Técnicas de corta con motosierra. Código Modelo de Prácticas de Aprovechamiento Forestal de FAO. P 14.
- ECUADOR FORESTAL, 2007. Planificación Estratégica Transformación y Comercialización de la madera en el Ecuador. Quito. P 130.
- ESPINOZA,2007. Incentivan cultivo de Balsa. (En línea). Consultado 12 Oct. 2009. Disponible en http://www.e-campo.com/?event=news_display&id=A3662695-188B-7C0F-A69FDD2F484F46. Ecuador.
- EGAS, 1998.Consideraciones para elevar los rendimientos en aserraderos con sierras de banda. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 100 pp.
- FAHEY, SACHET, 1993.Lumberrecovery of ponderosa pine in Arizona and New México.USDA Forest Service Paper PNW-RP-467. Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon. 18 pp.
- FORS, 1965.Maderas cubanas. Habana, Cuba: Instituto Nacional de Reforma Agrícola. 162 p.
- GARCÍA, GUINDEO, PERAZA, PALACIOS, 2002.La madera y su tecnología. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Multiprensa. AITIM. Madrid. 322 p
- GONZÁLEZ,CERVANTES TORRES, SÁNCHEZ y SIMBA L.2010. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos ó Ecuador. Ciencia y Tecnología. 3(2): 7-11
- HUECK, 2011. The forests of Venezuela. Heft 14. Hamburg, Germany: Verlag Paul Parey. 106 p.
- MARSHALL, 2009.Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press. 247 p.

LEÓN, MUÑOZ, 2008. Maderas colombianas. Bogotá, Colombia: Fondo de Promoción de Exportaciones. 117 p.

LONGWOOD, 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean. Agric. Handb. 207. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 167 p.

OBREGÓN, 2005. La Balsa una especie con futuro. (en línea). Consultado 10 Oct. 2009. Disponible en <http://www.revista-mm.com/rev54/especie.pdf> Streets, R. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.

PLAN NACIONAL DE FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN DEL ECUADOR
GOBIERNO NACIONAL ó Ministerio del Ambiente ó Septiembre 2003

STEELE, WAGNER, 1990. A model to estimate regional softwood sawmill conversion efficiency. Forest Products Journal. 40 (10): 29-34 EEUU.

RODRÍGUEZ, BARRERA, CUERVO, HERNÁNDEZ, 2010. Manual de buenas prácticas en aserraderos de comunidades forestales. México. Consultado en línea en: <http://era-mx.org/biblio/aserraderos4.pdf>

STREETS, 2002. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, England: Clarendon Press. 750 p.

TODOROKI, 1995. Log rotation effect on carriage sawing of sweep logs. New Zealand Journal of Forestry Science 25 (2): 246-255

VOCALIA. 2007. Cultivo de la Balsa. (en línea). Consultado 13 Oct. 2009. Disponible en <http://www.fdacm.com/aero/artic/articulo.asp?id=28>. Ecuador.

VILLAVELEZ, MENIADO, 1979. Notes on balsa (*Ochroma pyramidale Cav.*) For pride Digest. 8(3/4):25-30. Witmore, C; Wooi-Khoon, G. 1983. Growth analysis of the seedlings of balsa, *Ochroma lagopus*. New Phytologist. 95:305-311

WITMORE, WOUI-KHOON, 1983. Growth analysis of the seedlings of balsa, *Ochroma lagopus*. New Phytologist. 95:305-311. Malasia.

ANEXOS

Anexo 1: Precios y mercados.

Mediante consultas e investigación se podrá exponer los precios y mercados actuales de la balsa aserrada.

En el cuadro 21 se observa que la balsa mantiene un nivel de exportación interesante siendo sus puntos más altos en el año 2008, y se ha mantenido entre los años 2010 al 2012 la proyección del 2013 en el primer trimestre (enero a marzo) estima que se llegará a obtener un volumen de exportación de aproximadamente USD\$70.000,00.

Cuadro 21:

Código	Descripción del producto	Exportaciones ecuatorianas						
		Miles USD FOB						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
4407.22.00.00	Virola, Imbuia y balsa	14.559	64.497	47.270	75.761	81.506	76.498	16.897
	TOTAL	14.559	64.497	47.270	75.761	81.506	76.498	16.897

* Datos de enero-marzo 2013

Fuente: Banco Central del Ecuador

El volumen de exportación en Toneladas, (Cuadro 22) es relacionado con los valores en ingresos monetarios, siendo el mismo análisis de años vemos que el 2008 fue el de mejor volumen, entre los valores del 2007 y 2009. Entre el periodo 2010 al 2013 haciendo en este último año la proyección se ha mantenido un tonelaje igual, este puede significar una estandarización de los volúmenes de exportación que se iguala con los valores de ingreso de divisas.

Cuadro 22:

		Exportaciones ecuatorianas						
		TONELADAS						
Código	Descripción del producto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
4407.22.00.00	Virola, Imbuia y balsa	4.787	19.553	13.876	20.690	20.264	18.066	4.097
TOTAL		4.787	19.553	13.876	20.690	20.264	18.066	4.097

* Datos de enero-marzo 2013

Fuente: Banco Central del Ecuador

En el cuadro 23, dentro del periodo de estudio en el año 2012 el valor por tonelada de balsa fue el mejor llegando a dar valores de USD\$ 4,23, pero al precio referencial se ha estandarizado en USD\$ 4,02, es decir, USD\$ 4.002,00 por tonelada.

Cuadro 23:

		Precios referenciales de exportación de Balsa						
		Miles USD/Toneladas						
Código	Descripción del producto	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
4407.22.00.00	Virola, Imbuia y balsa	3,04	3,30	3,41	3,66	4,02	4,23	4,12
Precio referencial		3,04	3,30	3,41	3,66	4,02	4,02	4,02

* Datos de enero-marzo 2013

Fuente: Banco Central del Ecuador