

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL.**

**DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y COSTOS DE  
INDUSTRIALIZACIÓN PRIMARIA DE MADERA DE Balsa (*ochroma  
pyramidale*) CON DIFERENTES CLASES DIAMÉTRICAS EN LA  
INDUSTRIA SILVERCORP S.A.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el Título de  
Ingeniero Forestal**

**AUTOR:**

**Jorge Gonzalo Morejón Almeida**

**DIRECTOR:**

**ING. EDGAR VÁSQUEZ MBA**

**IBARRA – ECUADOR**

**2012**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**

**AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

**TEMA:**

**DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y COSTOS DE  
INDUSTRIALIZACIÓN PRIMARIA DE MADERA DE Balsa (*Ochroma  
pyramidale*) CON DIFERENTES CLASES DIAMÉTRICAS EN LA  
INDUSTRIA SILVERCORP S.A.**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA:**

Ing. Edgar Vásquez MBA.

-----

Director

Econ. Armando Estrada

-----

Asesor

Ing. Antonio Jaramillo MSc.

-----

Asesor

Ing. Roberto Sánchez MSc.

-----

Asesor

Ibarra – Ecuador

Año 2012

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100243049-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MOREJÓN ALMEIDA JORGE GONZALO		
DIRECCIÓN	IBARRA LA ESPERANZA CALLE GALO PLAZA LAZO		
EMAIL:	<a href="mailto:georgeaid@yahoo.com">georgeaid@yahoo.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	062 2660 298	TELÉFONO MÓVIL:	089053671

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Determinación del rendimiento primario y costos de industrialización primaria de madera de balsa ( <i>Ochroma pyramidale</i> ) con diferentes clases diamétricas en la industria silvercorp s.a.".
AUTOR:	MOREJÓN ALMEIDA JORGE GONZALO
FECHA:	15 de junio del 2012
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	X PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO FORESTAL
DIRECTOR:	Ing. EDGAR VÁSQUEZ MBA.

## **2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, MOREJÓN ALMEIDA JORGE GONZALO, con cédula de ciudadanía Nro. **100243049-2** ; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 143.

## **2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de junio de 2012

### **EL AUTOR:**

Morejón Almeida Jorge Gonzalo

**C.C.: 100243049-2**

### **ACEPTACIÓN:**

Esp. Ximena Vallejo

### **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, MOREJÓN ALMEIDA JORGE GONZALO, con cédula de ciudadanía Nro. **100243049-2**; manifestó la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada, "Determinación del rendimiento y costos de industrialización primaria de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) con diferentes clases diamétricas en la industria silvercorp s.a.". que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Morejón Almeida Jorge Gonzalo

**C.C.: 100243049-2**

Ibarra, a los 26 días del mes de junio de 2012

## Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 26 de junio de 2012

**MOREJÓN ALMEIDA JORGE GONZALO.** " Determinación del rendimiento y costos de industrialización primaria de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) con diferentes clases diamétricas en la industria silvercorp s.a.". / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. EC. Junio de 2012. 90 p. anex., diagr.

**DIRECTOR:** Ing. Vásquez Edgar MBA

La industria del aserrado, a nivel mundial ha implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los coeficientes de rendimiento de la materia prima, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado por una parte, apoyándose fundamentalmente en la pericia y habilidad del personal del aserradero y por otra, en las características de las trozas hasta el uso de programas de optimización, que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo.

La forma primaria de procesar la madera de balsa, a partir de la troza, es el aserrado mediante diferentes máquinas y herramientas que pueden ser desde manuales con motosierra, hasta los aserríos de alta tecnología, capaces de producir madera aserrada con menor desperdicio y mejor calidad.

La presente investigación contribuyo a generar la siguiente información: Conocer el porcentaje de rendimiento de madera en troza a madera aserrada con lo cual se puede proyectar de una mejor manera la cantidad de materia prima en troza que necesitaría la industria para el proceso de manufactura. Por tal motivo es necesario determinar el rendimiento en el procesamiento de la madera, a través de mensuraciones desde que las trozas ingresan al aserradero hasta que se obtienen los productos finales o madera aserrada.

Fecha: 15 DE JUNIO DE 2012.

Ing. Edgar Vásquez MBA.

Jorge G. Morejón

f) Director de Tesis

f) Autor

## **DEDICATORIA**

A mis padres, MARTHA ALMEIDA Y DANIEL MOREJÓN por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación académica, y siendo un apoyo incondicional para lograrlo.

A mis hermanos WILSON Y JHONNY, mis sobrinos. DANIEL, NICOLE. Y DANIELA, que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar y así mismo ayudándome en lo que fuera posible, dándome consejos y orientación.

## AGRADECIMIENTO

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

Un reconocimiento a la planta Silvercorp S.A., en especial al Arq. Julio Díaz, por haberme permitido realizar esta investigación.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino de la carrera, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación.

De igual forma a mi director. Ing. Edgar Vázquez quien me ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca el escalón hacia un futuro en donde sea participe en el mejoramiento.

Así mismo mi más sincero agradecimiento a mis asesores, los cuales me orientaron en la realización de esta investigación como lo son: Ing. Antonio Jaramillo, Ing. Roberto Sánchez y Econ. Armando Estrada.



## ÍNDICE GENERAL

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
I	INTRODUCCION	14
1.1	PROBLEMA	15
1.2	JUSTIFICACION	15
1.3	OBETIVOS	16
1.3.1	Objetivo general	16
1.3.2	Objetivo específicos	16
1.4	PREGUNTAS A RESPONDER	16
II	REVISION DE LITERATURA	18
2.1	BALSA: TAXONOMIA E IDENTIFICACIÓN BOTANICA	18
2.1.1	Descripción dendrológica	18
2.1.2	Propiedades tecnológicas de la balsa	19
2.1.2.1	Principales características	19
2.1.2.2	Usos	20
2.1.2.3	Uso Industrial	20
2.2	DEFECTOS	20
2.3	ASERRADO	23
2.3.1	Los Aserraderos	23
2.3.1.1	Tipos de aserraderos	24
2.4	EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASERRADO	24
2.4.1	Análisis de diferentes factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada	25
2.5	PARTES Y DIMENSIONES DE PIEZAS ASERRADAS	27
2.5.1	Dimensiones comerciales y dimensiones reales	27
2.6	DEFECTOS POR ASERRADO	28
2.6.1	Control de la calidad de la madera aserrada	28
2.7	ANALISIS DE COSTOS	28
III	MATERIALES Y METODOS	30
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	30
3.2	CARACTERISTICAS DE LA INDUSTRIA	30
3.3	MATERIALES Y EQUIPOS	30
3.3.1	Materiales	30
3.3.2	Maquinas y Equipos	30
3.3.3	Materiales y Equipos de oficina	31
3.4	METODOLOGÍA	31
3.4.1	Selección de trozas	31
3.4.2	Determinación de las clases diamétricas	31
3.4.3	Marcación	31
3.4.4	Repeticiones	31
3.4.5	Descripción de la troza	31

3.4.7	Aserrado de trozas	32
3.4.8	Cubicación de madera aserrada	32
3.4.9	Determinación del rendimiento	32
3.5	DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	33
3.6	PRINCIPALES DEFECTOS DE TROZAS DE MADERA	33
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1	RENDIMIENTO DE LAS TROZAS	34
4.2	RENDIMIENTO DEL ASERRÍO EN PORCENTAJE POR CLASE DIAMÉTRICA DE Balsa	37
4.3	IDENTIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS MÁS FRECUENTES DE LAS TROZAS Y EL NIVEL DE INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	46
4.4	COSTOS DE PRODUCCION	51
4.5	PUNTO DE EQUILIBRIO	54
4.6	PROPUESTA DE MEJORA	55
4.6.1	Manejo Silvicultural	55
4.6.2	Aprovechamiento	55
4.6.3	Aserrado	56
V	CONCLUSIONES	57
VI	RECOMENDACIONES	59
VII	RESUMEN	60
VIII	SUMARY	62
IX	BIBLIOGRAFIA	64
X	ANEXOS	66
	ANEXO 1 Matriz de comprobación de objetivos y preguntas	66
	ANEXO 2 Glosario Ilustrado de Términos	70
	ANEXO 3 Cuadros de toma de datos	81
	ANEXO 4 Gráficos de corte	85

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1.	Rendimiento de Trozas	34
Cuadro 2.	Determinación del Rendimiento General Con Defecto	36
Cuadro 3.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 15-19.9	38
Cuadro 4.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 20-24.9	39
Cuadro 5.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 25-29.9	40
Cuadro 6.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 30-34.9	41
Cuadro 7.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 34-39.9	42
Cuadro 8.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 40-44.9	43
Cuadro 9.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 45-49.9	44
Cuadro 10.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 50 y Mas	45
Cuadro 11.	Rendimiento General por Clase Diamétrica	46
Cuadro 12.	Rendimiento General con Defecto Corazón de Agua	46
Cuadro 13.	Rendimiento General con Defecto Torcedura	47
Cuadro 14.	Rendimiento General con Defecto Rajadura	48
Cuadro 15.	Rendimiento General con Defecto Nudo	49
Cuadro 16.	Amortización de Aserrío y Motosierra	51
Cuadro 17.	Costos Financieros	51
Cuadro 18.	Mano de Obra	51
Cuadro 19.	Costos de madera	51
Cuadro 21.	Combustible	52
Cuadro 22.	Repuestos de Aserrío y Motosierra	52
Cuadro 23.	Resumen de Costos	53
Cuadro 24.	Costo de Aserrado	53
Cuadro 25.	Punto de equilibrio	54
<b>ANEXOS</b>		
Cuadro 1.	Hoja de toma de datos	81
Cuadro 2.	Hoja de toma de datos de producción	82
Cuadro 3.	Registro recepción de madera verde	83
Cuadro 4.	Normas de recepción de madera verde	84

## ÍNDICE GRÁFICOS

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Gráficos1.	Rendimiento de Trozas	35
Gráficos 2.	Determinación del Rendimiento General Con Defecto	37
Gráficos 3.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 15-19.9	38
Gráficos 4.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 20-24.9	39
Gráficos 5.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 25-29.9	40
Gráficos 6.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 30-34.9	41
Gráficos 7.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 35-39.9	42
Gráficos 8.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 40-44.9	43
Gráficos 9.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 45-49.9	44
Gráficos 10.	Rendimiento de la Clase Diamétrica 50 y Mas	45
Gráficos 11.	Rendimiento General por Clase Diamétrica	46
Gráficos 12.	Rendimiento General con Defecto Corazón de Agua	47
Gráficos 13.	Rendimiento General con Defecto Torcedura	48
Gráficos 14.	Rendimiento General con Defecto Rajadura	49
Gráficos 15.	Rendimiento General con Defecto Nudo	50
Gráfico 16.	Punto de Equilibrio	54
<b>ANEXOS</b>		
Grafico 1.	Diagrama de corte de madera de balsa para diámetros desde 15 a 24.9cm de dap	85
Grafico 2	Diagrama de corte de madera de balsa para diámetros desde 15 a 24.9cm de dap	85
Grafico 3.	Diagrama de corte de madera de balsa para diámetros desde 25 a 34.9 cm de dap	86
Grafico 4.	Diagrama de corte de madera de balsa para diámetros mayores 35cm de dap	86

## ÍNDICE FOTOGRÁFICO

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
Foto 1.	ACEBOLLATURA	70
Foto 2.	ASERRIO CIRCULAR DE MONTAÑA	71
Foto 3.	CORAZÓN DE AGUA	72
Foto 4.	CORCHO	72
Foto 5.	DIAMETRO	73
Foto 6.	FIBRA TORCIDA	73
Foto 7.	HORMA	74
Foto 8.	MADERA ASERRADA	74
Foto 9.	MANCHAS AZULES O NEGRAS	75
Foto 10.	MANCHAS MINERALES Y CAFÉ	75
Foto 11.	MEDULA O CORAZÓN	76
Foto 12.	MENGUA	76
Foto 13.	NUDO SANO	77
Foto 14.	NUDO HUECO	77
Foto 15.	NUDILLOS	78
Foto 16.	OJOS DE PAJÁRO	78
Foto 17.	PODREDUMBRE	79
Foto 18.	POLILLAS NEGRAS	79
Foto 19.	POLILLAS BLANCAS	79
Foto 20.	RAJADURA	80

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La industria del aserrado, a nivel mundial ha implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los coeficientes de rendimiento de la materia prima, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado por una parte, apoyándose fundamentalmente en la pericia y habilidad del personal del aserradero y por otra, en las características de las trozas hasta el uso de programas de optimización, que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo.

La forma primaria de procesar la madera de balsa, a partir de la troza, es el aserrado mediante diferentes máquinas y herramientas que pueden ser desde manuales con motosierra, hasta los aserríos de alta tecnología, capaces de producir madera aserrada con menor desperdicio y mejor calidad.

La evaluación de las industrias del aserrío está sujeta a la interacción de un sin número de variables, a las que se agregan constantemente nuevos factores que pueden modificar considerablemente las operaciones iniciales.

El desarrollo del sector de balsa está influenciado directamente por: calidad de la materia prima, basado principalmente en su bajo peso específico y ausencia de defectos (rajadura, nudos, corazón de agua y torcedura), la edad, tamaño y forma de la troza.

La calidad de los procesos, reducción de costos, destrezas y conocimientos del talento humano, evaluación de la demanda de los productos, renovación tecnológica, además influirán de manera determinante en los efectos del hombre sobre el ambiente.

Se pueden citar una serie de fenómenos que están influyendo sobre los elementos antes mencionados, entre los que se puede destacar:

Un mercado mundial sujeto a la necesidad de madera de balsa de buena calidad, continuidad en el abastecimiento, y un precio competitivo, por lo que cada vez resulta difícil acceder a los mercados internacionales debido a las exigencias de los mismos.

La competitividad y globalización, en plantaciones de balsa manejadas que produzcan, materia prima de calidad, y que a su vez genere fuentes de empleo.

## **1.1 PROBLEMA**

El proceso de aserrado de balsa difiere del aserrado de otras especies maderables, debido a que en balsa se aprovechan las trozas en diferentes longitudes, a partir de 2 pies más sobremedida (0.68m) hasta 8 pies más sobremedida (2.60m); así se puede optimizar el aprovechamiento.

En otras especies las trozas son de similar longitud: 2.4m en sierra y oriente, 3.20 o 4m en costa.

De igual manera se produce la madera aserrada de balsa en diferentes dimensiones tanto en ancho como espesor, en cambio para otras especies maderables los espesores son determinados.

Se conoce el rendimiento y costos de aserrado para otras especies maderables, pero para balsa no existe esta información.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación contribuirá a generar la siguiente información: Conocer el porcentaje de rendimiento de madera en troza a madera aserrada con lo cual se puede

proyectar de una mejor manera la cantidad de materia prima en troza que necesitaría la industria para el proceso de manufactura. Por tal motivo es necesario determinar el rendimiento en el procesamiento de la madera, a través de mensuraciones desde que las trozas ingresan al aserradero hasta que se obtienen los productos finales o madera aserrada.

Es necesario determinar las fases específicas del proceso de transformación y de igual forma determinar el costo implica esta actividad, identificando las debilidades del mismo, lo cual posibilitará realizar los ajustes necesarios que conduzcan a la reducción de costos y a una mayor eficiencia en la industrialización primaria de balsa.

La información de la estructura del costo, para diferentes etapas del proceso, permitirá priorizar la optimización de costos de producción, posibilitando mayores utilidades.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar el rendimiento y costos de industrialización primaria en madera de balsa (*Ochroma pyramidale*).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

1. Análisis del rendimiento en el proceso de aserrado de las trozas de madera de balsa, y evaluación del volumen obtenido, en relación con el volumen de madera rolliza empleada.
2. Identificación de los defectos más frecuentes de las trozas y el nivel de incidencia en el rendimiento de la materia prima.
3. Determinación de la estructura de costos en la producción de madera aserrada.
4. Propuesta de optimización de rendimiento y costos de la madera aserrada.

### **1.4 PREGUNTAS A RESPONDER**



¿Cuáles son los porcentajes promedios de rendimiento de materia prima para las diferentes clases diamétricas?

¿El rendimiento de madera aserrada de balsa es mayor que en aserrío de otras especies?

¿Determinar cómo afecta los defectos de la madera en el rendimiento?

¿Los defectos de las trozas de balsa son diferentes a los que se presentan en otras especies maderables?

¿La información obtenida en el estudio permitirá mejorar la producción y productividad?

¿El costo de aserrado de madera de balsa es mayor que el aserrado circular y moto sierra?

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Balsa: TAXONOMÍA E IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

*Ochroma pyramidale*. Pertenece a la familia botánica BOMBACACEAE. Según León y Alain (1993), sus principales sinónimos son *Ochroma lagopus*, *Bombax pyramidale* Cav. Y *O. pirámide* Urb Little y otros (1967) dicen que la balsa de Puerto Rico es *O. pyramidalis* (Cav) (Lamprecht, 1990)

Las especies del género *Ochroma*, son conocidas con los nombres comunes de Balsa, lanero, ceibón lanero, y ceibón botija (Cuba); balsa lanero y guano (Puerto Rico); lana, palo de lana y lanero (República Dominicana), boya y balsa (Ecuador y Perú) (Lamprecht, 1990).

##### 2.1.1 Descripción dendrológica.

Según Lampercht, 1990: La balsa es un árbol de tamaño mediano a grande.

En condiciones óptimas puede alcanzar de 25m a 30m de altura y entre 70 cm y 80 cm de diámetro.

Hojas.- Dispuestas en espiral, simples alternas de 15 cm a 30 cm de largo y aproximadamente, igual ancho acorazonado en la base y con el ápice redondeado

Flores.- Solitarias, miden de 10 cm a 15 cm de largo, con 5 lóbulos extendidos de color blanquecino a amarillo pálido.

Frutos.- En capsula de forma peculiar, casi cilíndrica de 10 cm a 20 cm de largo y entre 3cm y 5cm de diámetro; los árboles empiezan a fructificar desde que tienen 4 a 5 años de edad.

Semillas.- De color castaño oscuro miden de 2 mm a 4mm de largo y, aproximadamente, 1,5 mm de diámetro. Entre 100.000 y 140.000 semillas pesan 1 kg.

## **2.1.2 Propiedades tecnológicas de la balsa.**

### **2.1.2.1 Principales características.**

La densidad varía entre 0.07 g/ cm<sup>3</sup>, la más corriente es de 0.12 g/cm<sup>3</sup>. En Ecuador han determinado que el peso específico varía mucho y que el promedio es de 0.13 g/cm<sup>3</sup>, en peso seco al horno. La madera es más ligera cuando los árboles tienen de 4 a 6 años de edad, que es la oportunidad donde se deben talar, ya que a los 10 años es más densa y pierde su valor comercial. Estudios realizados en Ecuador han permitido llegar a la conclusión de que, a partir de los 8 años, el árbol empieza a formar madera de color ligeramente rosado ( la cual generalmente no se usa ), y que después de 10 años la madera que se forma en las capas exteriores es bastante dura (Dudek, 1974)

Esta madera es muy blanca; con poca diferencia entre albura y duramen. No tiene olor ni sabor, o éstos son poco distinguibles. Es de grano recto y buen lustre; los poros son gruesos y dispersos, pero no muy numerosos; los radios de 2 tamaños los grandes son anchos aproximadamente, igual que el diámetro de los poros también se presentan radios muy finos. La contracción total, con peso específico de 0.13 g/cm<sup>3</sup>, es longitudinal 0.6%; radial 3.0%; tangencial 3.5 %; y volumétrica 7,1 %; se considera una madera de baja contracción (Dudek, 1974)

El secado de la madera en general no debe realizarse rápidamente, sino en dos fases; en estufa a temperaturas bajas, en la práctica sin embargo es recomendable secar la madera al horno con temperaturas bajas ya que la exposición de la madera al ambiente genera defectos como manchas, podredumbres, rajaduras y otros defectos. En cuanto a la cualidad de trabajo, la madera de balsa es fácil de trabajar si se emplea cuchillas bien afiladas para que no se produzcan desgarraduras en los cortes, permite la penetración fácil de clavos y tornillos, pero a causa de ser tan blanda no los retienen bien; tiene buen encolado; el cepillado es satisfactorio; la

resistencia a las rajaduras por tornillos es excelente; el moldeado, taladrado y torneado son algo deficientes; el lijado es regular (Lamprecht, 1990)

#### **2.1.2.2 Usos.**

Como árbol es usado: en la agricultura, para sombra de los cultivos de café y cacao. En forestación, para producción de madera, protección y recuperación de los suelos .en ganadería, para sombra del ganado (Profors, 1999)

#### **2.1.2.3 Uso Industrial.**

Cualidades especiales de la madera: buen aislamiento térmico, alta resistencia mecánica en relación a su poco peso, lo que permite su utilización en forma industrial y artesanal (Profors, 1999)

Aislante térmico, acústico y eléctrico de vibraciones. En chapas o capas interiores de tableros contrachapados. Aislante de la cabina y capas interiores de los aviones. Cajas para empaque de material desechable. Elaboración de tableros aglomerados (Profors, 1999)

Construcciones: rellenos y soportes en condensadores, transformadores eléctricos. Cometas meteorológicas. Partes interiores y espaciadores en muebles. Balsas, flotadores, boyas, redes salvavidas. Cajonería para sombreros, chocolates y tabacos. Embarcaciones de vela. Capas internas de botes de fibra de vidrio. Forros de tanques en barcos petroleros. Artículos deportivos: corchos y anzuelos, mangos de cuchillos de pesca, cinturones de nadar y tablas para flotar sobre el rompiente (Profors, 1999)

### **2.2 DEFECTOS (Vásquez, 1999)**

Definición y Cuantificación de Defectos

#### **➤ Acebolladura**

Es una rajadura que se produce por la separación de los anillos de crecimiento. Se acepta cuando no hay mayor separación del tejido. Para encolados no hay restricción.

➤ **Corazón de agua**

Son bolsas de agua contenidas en tejido leñoso no lignificado. Durante el proceso de secado estas porciones de madera con corazón de agua, sufren ruptura de las paredes celulares y por lo tanto un colapso, determinado Por una contracción fuerte de la madera. Este defecto no es aceptado.

➤ **Corcho**

Madera que contiene fibras que han perdido su condición leñosa. Existen dos tipos de corcho: corcho suave y corcho granulado. El primero es aceptado Porque su comportamiento luego del secado es similar al resto de la madera, con una pequeña reducción de sus propiedades mecánicas. En cambio el corcho granulado no es aceptado en virtud de que después del secado, este tejido se endurece y se torna muy frágil y pierde sus propiedades mecánicas; se desprende del resto del tejido con facilidad.

➤ **Fibra torcida**

Se refiere a la inclinación del grano o de la fibra. Puede tener su origen en deficiencias de crecimiento del árbol o en fallas de aserrado. Se acepta sin restricción.

➤ **Huecos de polilla**

Normalmente son perforaciones producidas por un insecto denominado polilla, perteneciente a los géneros Ambrosia o Lyctus. El diámetro de tales perforaciones fluctúa entre 3/3" (2,38 mm) a 1/8" (3,18 mm.) Este defecto se acepta con moderación.

➤ **Manchas azules o negras**

Son originadas por hongos cromógenos, es decir, que se alimentan de lignina (substancia de pegamento para las fibras). No alteran las propiedades mecánicas de la madera, pero sí el color y estética de la madera. Se acepta sin limitaciones.

➤ **Manchas minerales y café**

Estas en cambio son producidas por exudaciones o reacciones químicas de algunas sustancias extractivas que tiene la madera. Tampoco alteran las propiedades mecánicas de la madera, pero si el color y la estética. Este defecto es aceptado sin restricciones.

➤ **Médula o corazón**

Es la porción de la madera localizada más o menos en la parte central del tronco del árbol, cuyo diámetro puede ser de hasta 1". Está formada por un tejido no lignificado, de naturaleza corchosa, extremadamente suave, que se puede romper con la presión de un dedo; de coloración más blanca que el resto de la madera. La presencia de este defecto se puede aceptar si es superficial, hasta una profundidad de 1/4" medida en el extremo más crítico, bajo el criterio de que se eliminará con el cepillado de la pieza. Para la producción de láminas o chapas de madera, la presencia de este defecto en la parte interna de la pieza, puede significar la pérdida de algunas chapas o de muchas, dependiendo de la dirección de la médula con respecto al canto de la piezas por lo que se puede aceptar bajo la condición de que la médula sea paralela al canto de la pieza, con la correspondiente reducción del ancho afectado.

➤ **Mengua**

Es la falta de madera en una o más aristas de una pieza de madera aserrada. Generalmente proviene de la parte exterior de una troza. Es una falla de aserrado. Se conoce también como arista faltante. Se acepta en uno o dos cantos con un ancho que no exceda del 10% del ancho de la pieza.

➤ **Nudos**

Los nudos son originados por las ramas, y se consideran como tales cuando tienen más de 1/4" de diámetro. Depende del manejo forestal de las plantaciones para que la madera tenga mayor o menor cantidad de nudos, con diámetros grandes o pequeños. Se conocen dos tipos de nudos:

Nudos sanos, cuando el vestigio de rama se encuentra sólidamente adherida al resto de la madera, aun después de secada. Se aceptan los nudos sanos que tengan hasta 2" de diámetro, y hasta 3" de diámetro, si se considera el nudo y la sombra (área de influencia).

Nudos huecos, cuando el vestigio de rama ha iniciado su desprendimiento del resto de la madera, esperándose que se separe completamente luego del secado. Por esta razón no se aceptan piezas con nudos huecos. En el caso de la producción de chapas, se puede recibir si es que al eliminar la porción de pieza con este defecto, el resto de la misma mantiene el largo mínimo requerido.

➤ **Nudillos**

Se consideran como nudillos a los nudos pequeños que tienen un diámetro menor a 1/4" se acepta este defecto sin límites.

➤ **Ojos de pájaro**

En la zona de influencia de un nudo se genera lo que se conoce como ojo de pájaro se acepta sin límite.

➤ **Podredumbre**

Es provocado por el ataque de hongos xilófagos que se alimentan de la celulosa contenida en la pared celular. Se conocen algunos tipos de pudrición las más frecuentes son la blanca y la café. No se acepta este defecto, no solo porque la madera ha sido destruida por los hongos, sino porque constituye un foco de infección para el resto de la madera.

➤ **Polilla**

Son perforaciones muy pequeñas de hasta 1/16" de diámetro producidas por insectos. Se conocen las polillas blancas, que se aceptan sin límites, y las negras que se aceptan hasta 10 perforaciones por pieza.

➤ **Rajadura**

Es la separación de las fibras en la dirección de los radios de la madera. Se aceptan si no están abiertas; caso contrario dan lugar a la reducción de medidas de una pieza.

### **2.3.-ASERRADO (García, 2002)**

El aserrado es la actividad de cortar la madera en sentido longitudinal, para obtener secciones de diferentes dimensiones (Vivanco, 2000). Mientras que la madera aserrada para el mismo autor es aquella que proviene del seccionamiento longitudinal de las trozas en dimensiones diferentes que caracterizan y dan nombres a los productos obtenidos.

#### **2.3.1 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 %.(cabe señalar que estos nombres se aplica a otras maderas no en balsa).

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

### **2.3.1.1 Tipos de aserraderos**

De acuerdo a su estabilidad o permanencia los aserraderos pueden ser:

- Aserraderos fijos
- Aserraderos móviles

Los aserraderos fijos, son aquellas que tienen una ubicación permanente y por tanto todos sus elementos responden a esta idea.

Los aserraderos móviles son aquellos que se instalan por el periodo que dure el aprovechamiento de la plantación.

La principal ventaja y el origen de las instalaciones móviles es que los residuos y desperdicios quedan en el mismo lugar de elaboración, y lo que se transporta en lugar de ser madera en rollo es producto elaborado o semielaborado, con la consiguiente economía de transporte. La integración de la industria aserradora con la de tableros de partículas anula, en un cierto porcentaje, esta ventaja.

## **2.4 EFICIENCIA DEL PROCESO DE ASERRADO**

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 m<sup>3</sup>) expresado en porcentaje.

El rendimiento volumétrico total caracteriza el nivel de utilización de la madera de la troza (Rendimiento es igual al volumen madera aserrada dividido para el volumen en troza por 100) 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. Egas. (1998)

#### **2.4.1 Análisis de diferentes factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada**

**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 es mayor 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. Fahey y Ayer-Sachet (1993)

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. Fahey y Ayer-Sachet (1993)

El efecto del diámetro sobre el rendimiento 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. Fahey y Ayer-Sachet (1993)

**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 las trozas. En la medida que aumenten ambos parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza.

En todos estos aspectos se coincide con Binagorov (1984) y Wade (1992)

**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.

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 %.

**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 principal de banda, en lugar de sierra alternativa múltiple o circular, para un mejor aprovechamiento de la materia prima; aspecto este que se logra entre otros aspectos a partir de la regulación del ancho de corte.

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

**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.

## **2.5 PARTES Y DIMENSIONES DE PIEZAS ASERRADAS**

Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural SACLAME-PADT-REFORT (1984), citado por Vivanco (2000), señala que una pieza consta de las siguientes partes:

**Aristas.** Línea formada la intersección de la cara y el canto de una pieza.

**Cabeza.** Llamada así a los extremos de la pieza cuya madera presenta un corte transversal a la dirección del grano.

**Cantos.** Son las superficies planas menores, perpendiculares a las caras, paralelas entre si y al eje longitudinal de la pieza.

**Cara.** Superficies planas mayores, paralelas entre si al eje longitudinal de la pieza.

Manual de Clasificación Visual para madera Estructural (1984), citado por Vivanco (2000), señala, que dimensión es la magnitud de medida de un cuerpo en sus tres planos (largo, ancho y espesor), elementos que permiten calcular el volumen.

### **2.5.1 Dimensiones comerciales y dimensiones reales**

Junta del Acuerdo de Cartagena (1984), indica que la comercialización de la madera se realiza en función de las dimensiones iniciales, o sea de las nominales, y que únicamente se utilizan para la determinación del volumen que se entrega al comprador, ya que las dimensiones resultantes son menores. Además la diferencia de las medidas es originada por pérdidas en el corte, cepillado, contracciones naturales de la pieza; entonces las dimensiones reales son aquellas que tienen sus dimensiones homogéneas y están listas para la construcción.

## **2.6 DEFECTOS POR ASERRADO**

Según Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural (1984), citado por Vivanco (2000), los defectos por aserrado son un conjunto de fallas que se producen en la madera como resultado de las actividades de preparación de los productos: apeo de los árboles, aserrado, mala manipulación de las piezas y un mal manejo de maquinarias.

### **2.6.1 Control de la calidad de la madera aserrada**

Bertrand y Prabhakar (1990) expresan que el control de calidad hace referencia a un proceso o un conjunto de actividades y técnicas operacionales que se usan para cumplir los requerimientos de calidad. Esta definición podría implicar que cualquier operación que sirva para mejorar, dirigir o asegurar la calidad podría ser una actividad de control de calidad. Básicamente se podría resumir como todo aquello que significa comprobar que lo realizado se ajusta a lo planificado.

Denig (1990) expresa que el aseguramiento de la calidad en pequeñas y medianas empresas es tan imprescindible como la gestión de las finanzas o la de las ventas.

Brown (1986) expone que mediante esas líneas o límites de control (superior e inferior) lo que definimos es el margen de oscilación de las mediciones que se acepta para considerar el proceso bajo control.

## **2.7 ANÁLISIS DE COSTOS**

Para Jaramillo (s.f.), costos son los gastos o pagos en dinero de toda persona natural jurídica, por concepto de pago de salarios de trabajadores, compra de terreno, de insumos de servicios, etc. Es la suma de los valores consumidos en una producción.

Para Gómez (CATIE, Turrialba s.f.), el análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores, a nivel de aprovechamiento es necesario considerar la subdivisión de costos fijos y variables, dado que este análisis se realiza en periodos cortos.

Para el autor antes citado los costos totales se subdividen en dos categorías: costos variables y costos fijos. Los costos variables son aquellos gastos que se realizan en actividades que varían en proporción directa con el nivel de producción. Es decir, con el área de manejo o con el volumen de aprovechamiento de madera, como la mano de obra, los materiales y los servicios utilizados en las actividades de aprovechamiento y manejo del bosque. Los costos fijos son aquellos que no varían con el nivel de producción en el corto plazo porque derivan de inversiones fijas, como caminos, maquinaria, equipos etc., con una vida útil de varios años. Anaya y Christiansen (1986)

Para establecer costos Anaya y Christiansen (1986), determina que es necesario tener claro ciertos conceptos como:

**Vida útil.** Indica el tiempo durante el cual es posible usar una máquina, esta puede ser técnicamente anticuada o técnicamente gastada, Anaya y Christiansen (1986)

**Depreciación.** Es el valor que se carga al costo de producción por el uso o desgaste de una maquinaria. Anaya y Christiansen (1986)

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

La planta de procesamiento se encuentra ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en el cantón La Concordia, Km 44 de la vía Santo Domingo - Quininde a 655 m.s.n.m. en las coordenadas geográficas 00° 10' latitud norte y 79° 30' longitud oeste, con una precipitación anual de 2000-4700mm, y temperatura promedio 22°C

#### **3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA.**

La industria está integrada por seis secciones de procesamiento: Aserrado, madera verde, secado, proceso industrial o manufactura, encolaje, almacenamiento.

El área total de la industria es de 1.5 hectáreas, y es utilizada para los diferentes procesos de producción.

La industria de manufactura cuenta con dos sierras despuntadoras tipo péndulo, dos cepillos un resanador y un planeador, una moldurera, dos sierras de mesa y tres prensas.

#### **3.3 MATERIALES Y EQUIPOS.**

##### **3.3.1 Materiales**

Trozas de madera de balsa de diferentes clases diamétricas.

Hojas de registros de rendimiento.

Marcadores permanentes o crayones.

Pintura de colores.

##### **3.3.2 Máquinas y Equipos**

Aserrío de montaña circular

Cámara fotográfica

Cinta métrica

Flexómetro

Hormas para la obtención de diferentes medidas de piezas aserradas.

Motosierra

### **3.3.3 Materiales y Equipos de oficina.**

Calculadora

Computadora

Hojas de registro de cálculo de volúmenes.

Papelería.

### **3.4 METODOLOGÍA.**

**Para determinar el rendimiento de las trozas de balsa por cada clase diamétrica se realizó el siguiente proceso:**

#### **3.4.1 Selección de trozas.**

Las trozas se seleccionaron en el patio del aserradero de manera aleatoria, tomando como referencia las clases diamétricas, para luego obtener una muestra representativa.

Se utilizó trozas de buena calidad y con defectos tales como, rajadura, nudo, corazón de agua y torcedura.

#### **3.4.2 Determinación de las clases diamétricas.**

Para la determinación de las clases diamétricas, se utilizó una cinta métrica, se tomó la medida del diámetro menor y diámetro mayor, con lo cual se obtuvo el diámetro medio, procediéndose a clasificar por clases diamétricas las mismas que van desde 15-19.9, 20-24.9, 25-29.9, 30-34.9, 35-39.9, 40-44.9 y 45-50.

#### **3.4.3 Marcación**

Clasificadas las trozas por clase diamétrica se marcó y se registró sus valores a cada una de ellas.

#### **3.4.4 Repeticiones.**

Por cada clase diamétrica se procesaron 10 piezas, en las cuales están incluidas una troza con cada uno de los defectos: corazón de agua, torcedura, rajadura, nudos.

#### **3.4.5 Descripción de la troza**

Las trozas que se utilizaron fueron piezas con y sin defectos.

#### **3.4.6 Volumen de trozas**

Para cuantificar el volumen de materia prima rolliza se midió el diámetro de las trozas, para lo cual se tomó dos medidas en forma de cruz en cada extremo de la troza, para obtener el diámetro promedio; se midió la longitud en metros a partir

del cual se determinó el respectivo volumen. Para este cálculo se aplicó la siguiente fórmula:

$$V_t = (d^2) \times 0.7854 \times L$$

d = diámetro promedio de m.

$$0.7854 = \pi/4$$

L = Longitud

### **3.4.7 Aserrado de trozas.**

El aserrado de las trozas se realizó de acuerdo a las medidas y características o parámetros de aceptación de materia prima de la planta industrial.

### **3.4.8 Cubicación de madera aserrada.**

El volumen de madera en los productos del procesamiento industrial primario se cuantificó en forma separada según cada troza. Para esto se usó la siguiente expresión matemática:

$$V = (L * A * E) / 10000$$

Dónde:

V = volumen de cada producto de madera procesado (m<sup>3</sup>)

L = largo de la pieza (m).

A = ancho de la pieza (cm)

E = espesor de la pieza (cm)

### **3.4.9 Determinación del rendimiento.**

A partir de los valores de volumen de productos obtenidos en cada etapa del procesamiento

Industrial primario y el volumen de materia prima utilizada, se determinó el porcentaje de rendimiento para cada troza a través de la siguiente fórmula:

**% Rendimiento** = 100\* (Volumen total de madera aserrada/volumen total de madera en troza)

Para lo cual se determinó los siguientes conceptos:

**Promedio General con Defecto:** Es el resultado promedio de las 144 trozas utilizadas en el estudio, en la cual se encuentran incluidas piezas con defecto



corazón de agua, torcedura, rajadura y nudo, las mismas que están distribuidas en las ocho clases diamétricas las cuales van desde 15 centímetros hasta más de 50 centímetros de diámetro estudiadas.

**Promedio General sin Defecto:** Es el volumen promedio resultante de las 80 trozas estudiadas, en la cual no se incluyen trozas de madera con defecto.

**Promedios por defecto:** En los promedios por defecto se utilizaron 2 piezas por cada uno de los defectos y por cada una de las clases diamétricas, obteniendo así las medias de los siguientes defectos: corazón de agua, rajadura, torcedura y nudo.

### **3.5 DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Se analizó todos los costos y la producción de madera aserrada en la jornada laboral, para lo cual se tomó en cuenta; Insumos (materia prima, maquinaria, repuestos, sueldos de obreros, repuestos de maquinaria); mientras que la producción se evaluó de acuerdo a la cantidad de materia prima procesada, y la cantidad de madera aserrada obtenida en la transformación primaria.

Con estos datos se procedió a realizar el análisis del valor del costo de troza puesta en patio más lo costos de procesamiento o industrialización.

### **3.6 PRINCIPALES DEFECTOS DE TROZAS DE MADERA**

Los defectos de los fustes de balsa fueron observadas en las jornadas de aserrado, los cuales se identificaron de forma visual y se procedió a la recopilación de esta información, en hojas de registros con su respectiva imagen.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

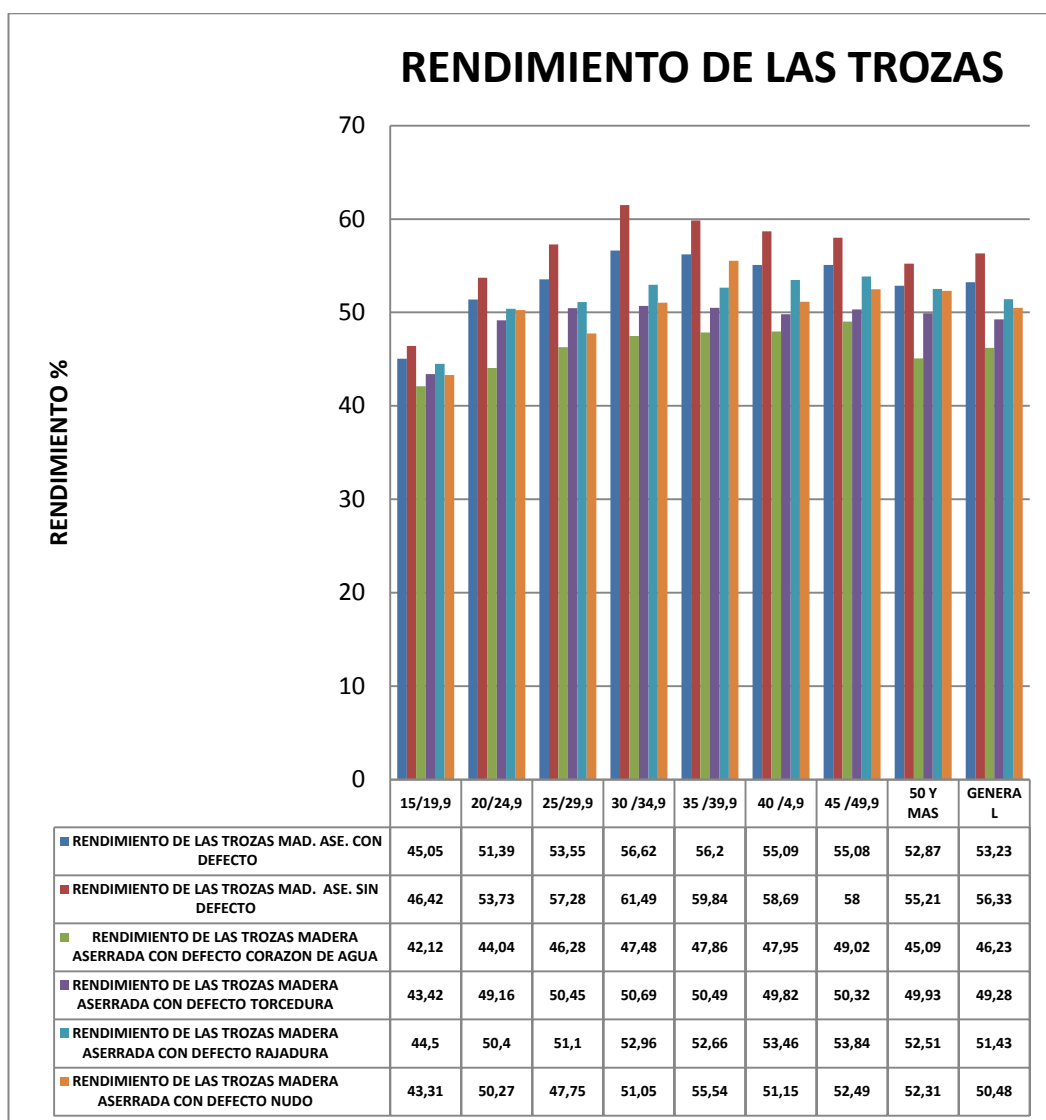
#### 4.1. RENDIMIENTO DE LAS TROZAS.

En el estudio de transformación primaria, utilizando 144 trozas de madera se obtuvo un rendimiento promedio general de madera con defecto de 53.23%, mientras que con la utilización de 80 piezas de balsa, en la cual no están incluidas piezas con defecto se obtiene una media de 56.33%, mostrando una diferencia 3.10% en la afectación de los defectos con respecto al rendimiento.

**CUADRO 1.** Rendimiento de Trozas

<b>RENDIMIENTO DE LAS TROZAS</b>						
<b>CLASE DIAMÉTRIC A</b>	<b>MAD. ASE. CON DEFECT O</b>	<b>MAD. ASE. SIN DEFECTO</b>	<b>MADERA ASERRADA CON DEFECTO</b>			
			<b>CORAZÓN DE AGUA</b>	<b>TORCEDUR A</b>	<b>RAJADUR A</b>	<b>NUDO</b>
<b>15/19,9</b>	45,05	46,42	42,12	43,42	44,5	43,31
<b>20/24,9</b>	51,39	53,73	44,04	49,16	50,4	50,27
<b>25/29,9</b>	53,55	57,28	46,28	50,45	51,1	47,75
<b>30 /34,9</b>	56,62	61,49	47,48	50,69	52,96	51,05
<b>35 /39,9</b>	56,2	59,84	47,86	50,49	52,66	55,54
<b>40 /4,9</b>	55,09	58,69	47,95	49,82	53,46	51,15
<b>45 /49,9</b>	55,08	58	49,02	50,32	53,84	52,49
<b>50 Y MAS</b>	52,87	55,21	45,09	49,93	52,51	52,31
<b>GENERAL</b>	53,23	56,33	46,23	49,28	51,43	50,48

**GRÁFICO 1.** Rendimiento de las Trozas



En el gráfico 1 nos permite analizar la influencia del diámetro con relación al rendimiento siendo la clase diamétrica de 30-34,9 la de mayor optimización con un rendimiento de 56,62%, mientras que la clase diamétrica de 15 a 19,9 es la de menor aprovechamiento con un promedio de desperdicio del 45,05%.

De igual forma se puede observar que el defecto que mayor desperdicio causa en el proceso de aserrado es el corazón de agua, afectando en todas las clases diamétricas con un promedio general de 46,23%.

Con los datos obtenidos mediante la fase de experimentación se pudo confirmar que en la madera sin defectos el rendimiento está influenciado por la clase diamétrica: el rendimiento no es proporcional al diámetro, es parcial debido a que

existe un decrecimiento en la curva de análisis de rendimiento, a partir de la clase diamétrica de 40 en adelante.

A diámetros mayores aumenta el rendimiento por que se producen piezas de mayor tamaño, con menor número de cortes que son los que originan desperdicio. Una caracterización geométrica de trozas permite afirmar que las de mayor diámetro difieren en rendimiento de las trozas de menor diámetro. Las trozas de menor diámetro provienen de las partes altas del árbol, donde la presencia de abundantes ramas origina desvíos del fuste y generan arqueaduras en las trozas afectando la geometría (sección elíptica e irregular), de éstas y en consecuencia el rendimiento de materia prima.

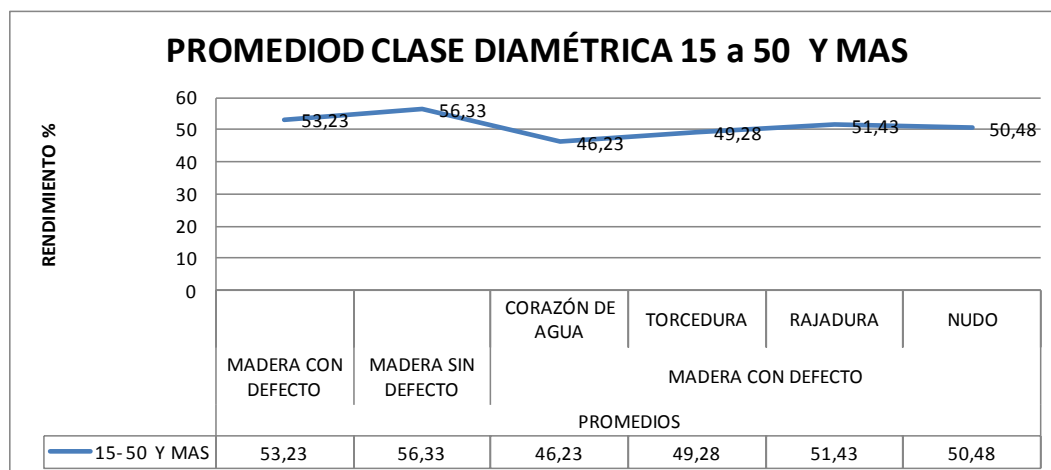
Se observa que a medida que se incrementa el diámetro mayor, es el rendimiento pero cabe señalar que los diámetros mayores a 40 cm de diámetro se reduce en cierta proporción el rendimiento, debido que a las trozas antes de ser procesadas tienen que ser cortadas por la mitad utilizando la motosierra causando una pérdida, para posteriormente pasar por el aserrío, generando una pérdida más notable en las clases diamétricas 50 y mas, de igual forma en menor proporción en las clases diamétricas 40 a 44.9 y 45 a 49.9 respectivamente.

El rendimiento de aserrado con aserradero circular de montaña utilizando ocho diferentes clases diamétricas es de 53,23% mientras que Burbano y Chulde 2004, en la tesis realizada de madera aserrada con motosierra más marco guía obtuvieron un rendimiento de 38,64% en copal y 56,64 % en madera de canelo, teniendo el aserrado de canelo un mejor aprovechamiento con relación a la madera de balsa, debido a que las trozas de canelo son más cilíndricas.

**CUADRO 2. Determinación del Rendimiento General Con Defecto**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
15-50 YMAS	53,23	56,33	46,23	49,28	51,43	50,48

## GRÁFICO 2. Determinación del Rendimiento



Cuadro 2, se puede observar que el promedio del rendimiento general con defecto es de 53.23% mientras que la media de madera sin defecto es de 56.33%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 46.23%, torcedura 49,28%, rajadura 51.43%, nudo 50,48%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo, como se puede observar en la Gráfico 2.

Los diferentes tipos de defectos más frecuentes y de mayor incidencia en cuanto al rendimiento de la madera en troza transformada mediante aserradero circular de montaña en listones de diferentes medidas tanto en ancho como en espesor, nos da una disminución del 3.10% con relación al a madera que no tiene ningún tipo de defecto.

### 4.2. RENDIMIENTO DEL ASERRÍO EN PORCENTAJE POR CLASE DIAMÉTRICA DE Balsa

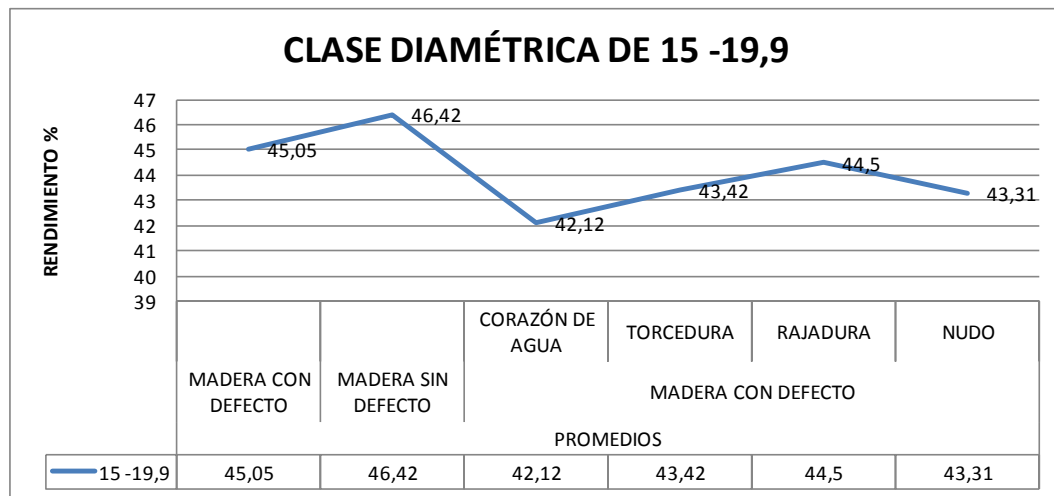
#### CLASE DIAMÉTRICA 15-19,9

Con los resultados obtenidos se determinó que se tiene un promedio de un 45.05% de madera aprovechada mientras que el desperdicio es 54.95%.

**CUADRO 3. Rendimiento de la Clase Diamétrica 15-19.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
15-19,9	45,05	46,42	42,12	43,42	44,5	43,31

**GRÁFICO 3. Gráfico del rendimiento de la Clase Diamétrica 15-19.9**



Cuadro 3, se puede observar que el rendimiento es de 45.05%, y que el promedio por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 42.12%, torcedura 43.42%, rajadura 44.50%, nudo 43.31%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura como se puede observar en la Gráfico 3.

En efecto, diámetros menores se producen mayor desperdicio de materia prima. En el proceso de transformación primaria se elimina primeramente la parte central de la troza llamada medula, cuyo tamaño es grande en balsa y está constituido por un tejido no lignificado que no es aceptado en los diferentes productos de balsa. De igual forma a diámetros menores se obtiene listones finos tanto en anchos y espesores.

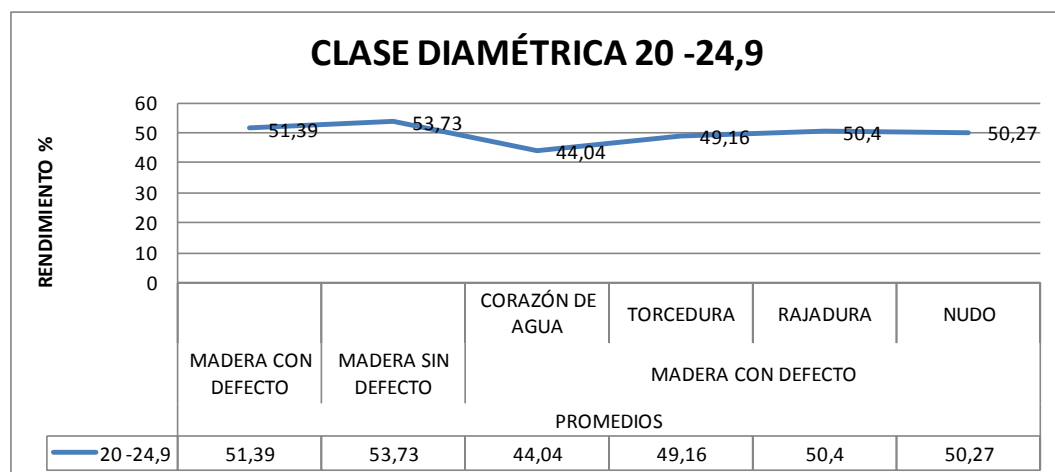
### CLASE DIAMÉTRICA 20-24.9

En el estudio de transformación primaria, de trozas de balsa a madera aserrada con aserradero circular de montaña en la clase diamétrica 20-24.9 el promedio de madera con defecto es 51,39%,

**CUADRO 4. Rendimiento de la Clase Diamétrica 20-24.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
20-24,9	51,39	53,73	44,04	49,16	50,4	50,27

**GRÁFICO 4. Rendimiento de la Clase Diamétrica 20.24.9**



Como se puede observar en la gráfica se determina que el mayor desperdicio se da con el defecto corazón de agua con un 55.96% de desperdicio siendo uno de los defectos que mayor incidencia tiene en el rendimiento de la madera, mientras que la media es de 51.39% tal se mira en la Gráfica4.

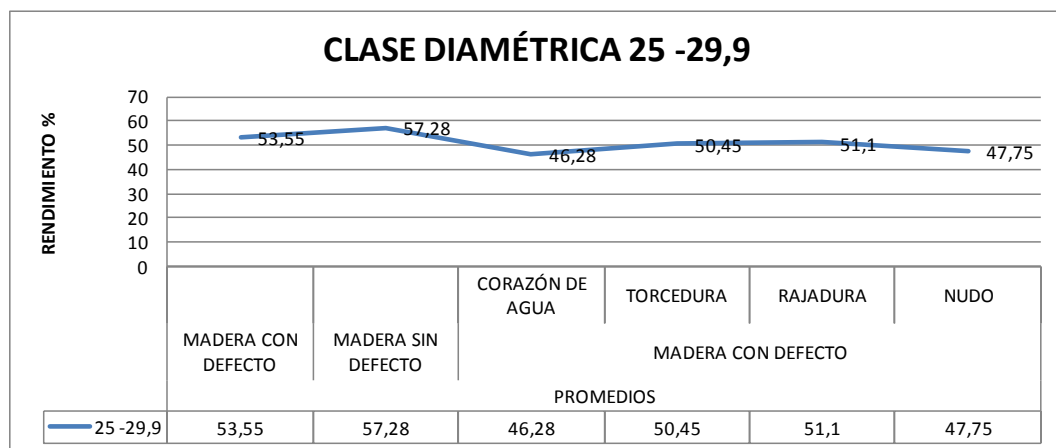
### CLASE DIAMÉTRICA 25-29.9

Al realizar la comparación entre el volumen en metros cúbicos del rollizo y producción en listones de diferentes medidas tanto en ancho como en espesor, en la clase diamétrica 25.29.9 el promedio general de madera con defecto es 53.55%,

**CUADRO 5. Rendimiento de la Clase Diamétrica 25-29.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
25-29,9	53,55	57,28	46,28	50,45	51,1	47,75

**GRÁFICO 5. Rendimiento de la Clase Diamétrica 25-29.9**



Cuadro 5, se puede observar que el promedio general de madera con defecto en la clase diamétrica 25-29.9 es de 53.55% mientras que la media de madera sin defecto es de 57.28%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 46.28%, torcedura 50.45%, rajadura 51.10%, nudo 47,75%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y nudo, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y torcedura como se puede observar en la Gráfico 5.

**CLASE DIAMÉTRICA 30.34.9**

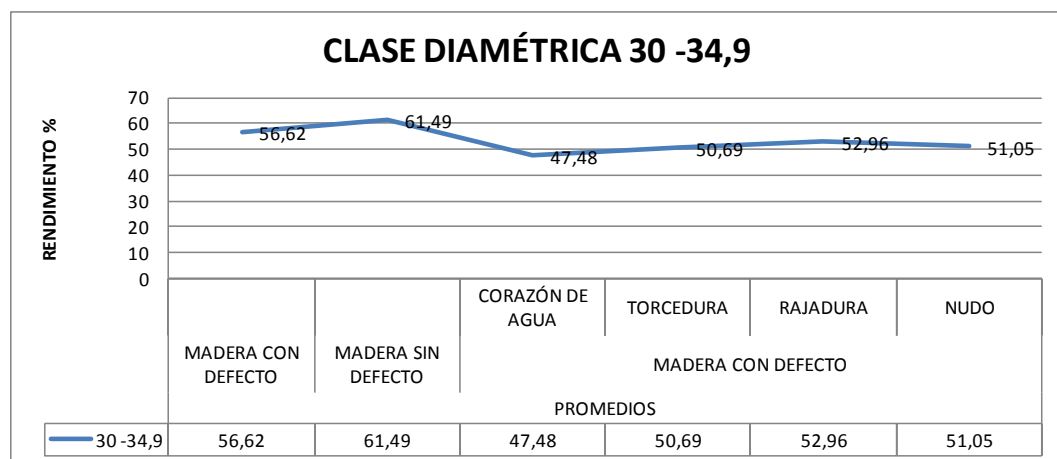
Del total de las trozas aserradas en esta clase diamétrica se obtuvo un rendimiento general de madera con defecto es de 56.62%, así mismo la mayor producción se da sin la utilización de trozas con defecto teniendo un rendimiento de 61.49%, al respecto ver el cuadro 6.



**CUADRO 6. Rendimiento de la Clase Diamétrica 30-34.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
30-34,9	56,62	61,49	47,48	50,69	52,96	51,05

**GRÁFICO 6. Rendimiento de la Clase Diamétrica 30-34.9**



Cuadro 6, se puede observar que el promedio general de madera con defecto en la clase diamétrica 30-34.9 es de 56.62% mientras la media en madera sin defecto es de 61,49%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 47.48%, torcedura 50,69%, rajadura 52,96%, nudo 51,05%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo como se puede observar en la Gráfico 6.

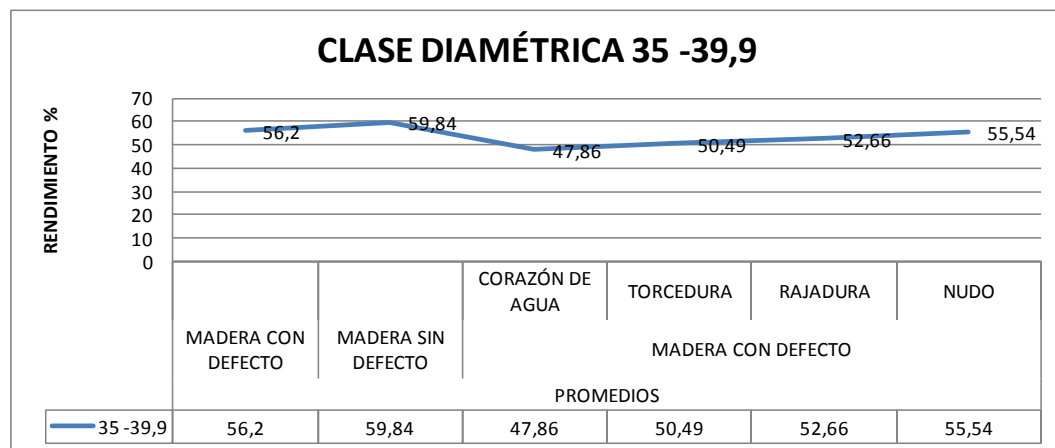
**CLASE DIAMÉTRICA 35-39.9**

Con la utilización de 18 trozas en la cual están incluidas piezas con defecto se obtuvo un promedio de rendimiento 56.20%, mientras que con la utilización de piezas sin defecto se obtiene un promedio de 59.84%

**CUADRO 7. Rendimiento de la Clase Diamétrica 35-39.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
35 -39,9	56,2	59,84	47,86	50,49	52,66	55,54

**GRÁFICO 7. Rendimiento de la Clase Diamétrica 35-39.9**



Cuadro 7; se puede observar que el promedio general de madera con defecto, en la clase diamétrica 35-39.9 es de 56,2% mientras que la media en madera sin defecto es de 59,84%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 47,86%, torcedura 50,49%, rajadura 52,66%, nudo 55,54%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura , mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo como se puede observar en la Gráfico 7

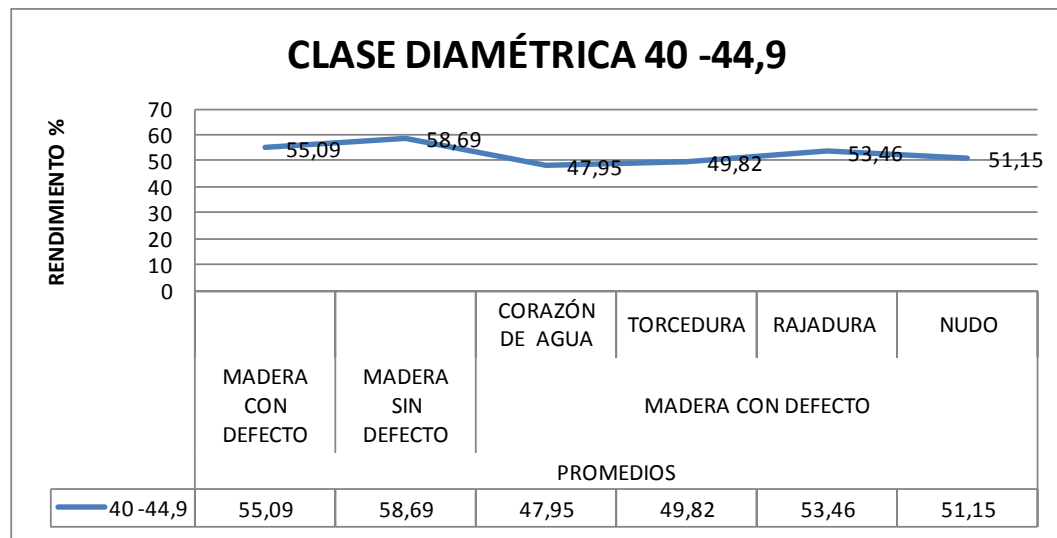
**CLASE DIAMÉTRICA 40-44.9**

Con la utilización de un aserradero circular de montaña, en el proceso de transformación primaria de madera de balsa a listones aserrados se obtiene un promedio de aprovechamiento del 55.09%.

**CUADRO 8. Rendimiento de la Clase Diamétrica 40-44.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
40-44,9	55,09	58,69	47,95	49,82	53,46	51,15

**GRÁFICO 8. Rendimiento de la Clase Diamétrica 40-44.9**



Cuadro 8, se puede observar que el promedio general de madera con defecto, en la clase diamétrica 40-44.9 es de 55.09% mientras que la media de madera sin defecto es de 58,69%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 47.95%, torcedura 49,82%, rajadura 53,46%, nudo 51.15%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo como se puede observar en la Gráfico 8.

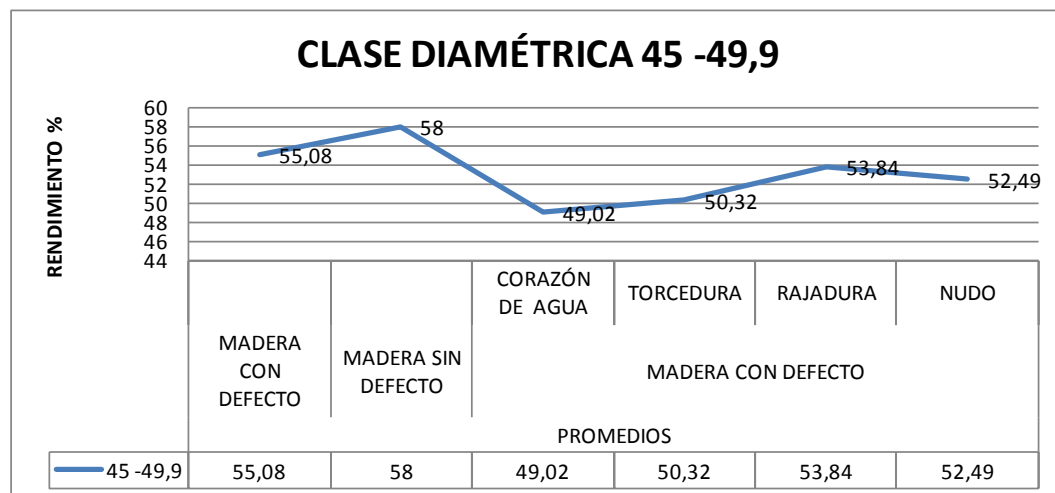
#### **CLASE DIAMÉTRICA 45-49.9**

Realizando el estudio de transformación primaria con madera de balsa en la clase diamétricas de 45cm a 49.9cm de diámetro se desprende que el rendimiento por esta actividad es de 55.08% mientras que el desperdicio en aserrín, gambas o jampas es de 44.92%

**CUADRO 9. Rendimiento de la Clase Diamétrica 45-49.9**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
45-49,9	55,08	58	49,02	50,32	53,84	52,49

**GRÁFICO 9. Rendimiento de la Clase Diamétrica 45-49.9**



Cuadro 9, se puede observar que el promedio general de madera con defecto en la clase diamétrica 45-49.9 es de 55.08% mientras que la media de madera sin defecto es 58 %, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 49,02%, torcedura 50,32%, rajadura 53,84%, nudo 52,49%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo como se puede observar en la Gráfico 9.

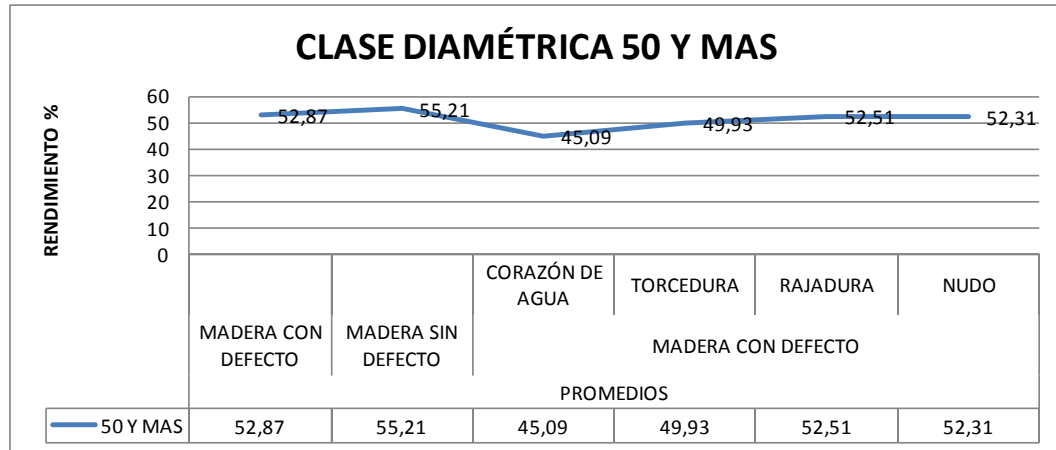
### **CLASE DIAMÉTRICA 50 Y MAS**

El procesamiento de las trozas de balsa, hasta lograr productos finales, utilizando un aserradero circular de montaña, esta actividad arrojó los siguientes resultados, en la clase diamétrica 50 y más, el promedio general de madera con defecto es 52,87%,

**CUADRO 10. Rendimiento de la Clase Diamétrica 50 y Más**

CLASE DIAMÉTRICA	PROMEDIOS					
	MADERA CON DEFECTO	MADERA SIN DEFECTO	MADERA CON DEFECTO			
			CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO
50 Y MAS	52,87	55,21	45,09	49,93	52,51	52,31

**GRÁFICO 10. Rendimiento de la Clase Diamétrica 50 y Mas**



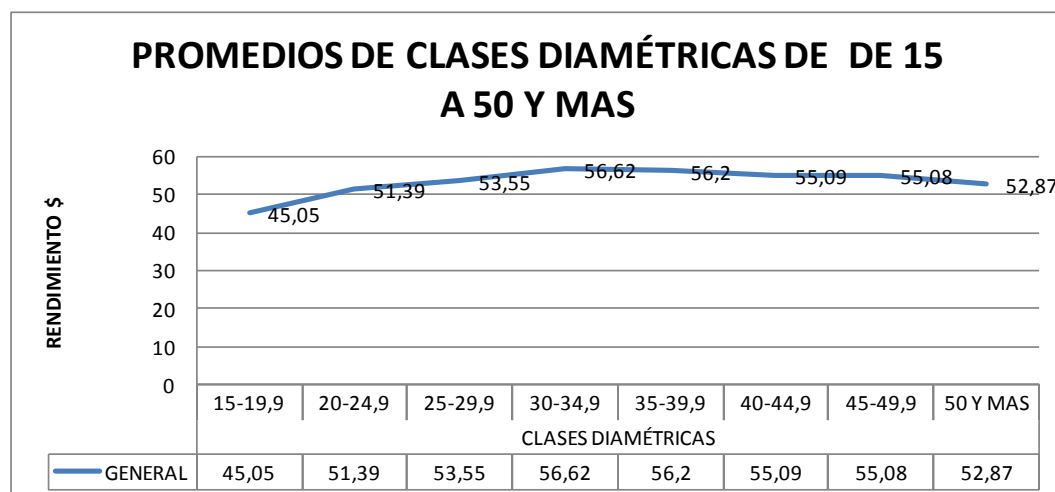
Cuadro 10, se puede observar que el promedio general de madera con defecto en la clase diamétrica 50 y más, es de 52,87% mientras que la media en madera sin defecto es de 55,21%, y por cada uno de los defectos las medias son: corazón de agua 45,09%, torcedura 49,93%, rajadura 52,51%, nudo 52,31%, siendo el defecto con mayor desperdicio corazón de agua y torcedura, mientras que el mejor aprovechamiento de los defectos se obtiene con el defecto rajadura y nudo como se puede observar en la Gráfico 10.

**4.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS MÁS FRECUENTES DE LAS TROZAS Y EL NIVEL DE INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.**

**CUADRO 11. Rendimiento General por Clase Diamétrica.**

RENDIMIENTO	CLASES DIAMÉTRICAS							
	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	50 YMAS
GENERAL	45,05	51,39	53,55	56,62	56,2	55,09	55,08	52,87

**GRÁFICO 11. Rendimiento General por Clase Diamétrica.**



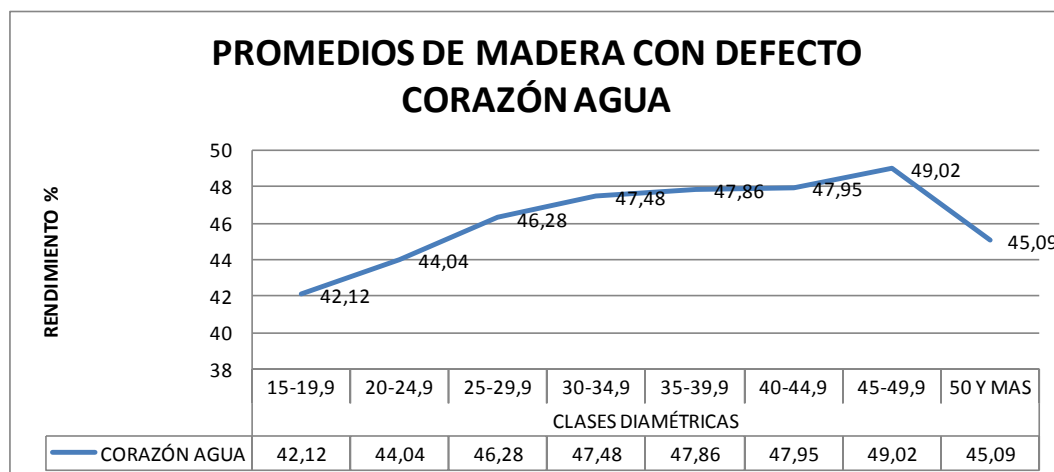
El mejor rendimiento en el proceso de transformación primaria con madera de balsa utilizando un aserradero circular de montaña, mediante los datos obtenidos, se da en la clase diamétrica 30-34.9 con un promedio de 56.62%, mientras que en la clase diamétrica 15-19.9 se observa el menor rendimiento con un promedio de 45.05%, como se observa en el Cuadro 11.

**Rendimiento Con Defecto Corazón de Agua.**

**CUADRO 12. Rendimiento General con Defecto Corazón de Agua**

RENDIMIENTO	CLASES DIAMÉTRICAS							
	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	50 YMAS
CORAZÓN AGUA	42,12	44,04	46,28	47,48	47,86	47,95	49,02	45,09

**GRÁFICO 12.** Rendimiento General con Defecto Corazón de Agua



El mejor rendimiento con el defecto corazón de agua, en el proceso de transformación primaria con madera de balsa utilizando un aserradero circular de montaña, mediante los datos obtenidos se da en la clase diamétrica 45-49.9 con un promedio de 49.02%, mientras que en la clase diamétrica 15-19.9 se observa el menor rendimiento con un promedio de 42.12%. Cuadro 12

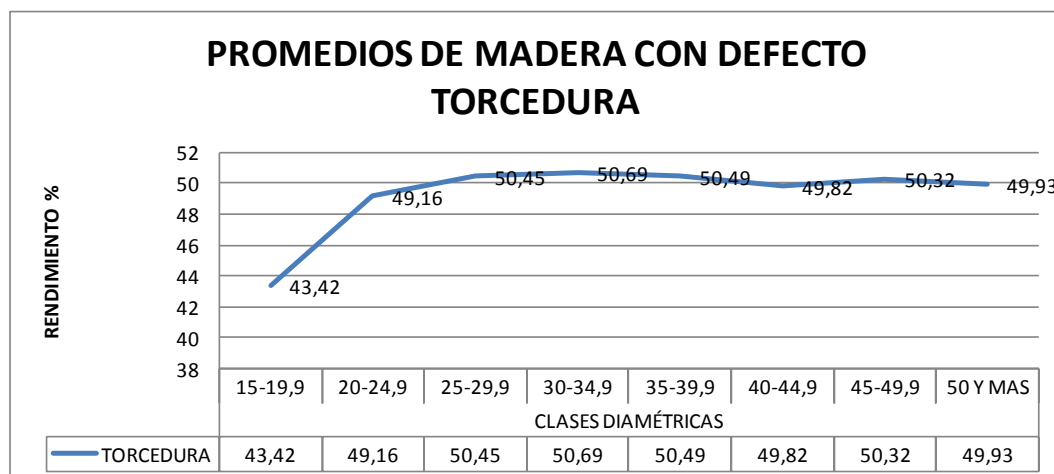
Dentro de los defectos que influyen en el rendimiento es el corazón de agua, es el que causa mayor desperdicio en la transformación primaria para todas las clases diamétricas estudiadas, esto se da debido al tamaño del defecto, causando pérdidas económicas considerables porque no puede ser aprovechada de la mejor manera en la transformación secundaria de la industria balseira.

**Rendimiento General con Defecto Torcedura.**

**CUADRO 13.** Rendimiento General con Defecto Torcedura

RENDIMIENTO	CLASES DIAMÉTRICAS							
	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	50 YMAS
TORCEDURA	43,42	49,16	50,45	50,69	50,49	49,82	50,32	49,93

**GRÁFICO 13.** Rendimiento General con Defecto Torcedura



El mejor rendimiento con el defecto torcedura, en el proceso de transformación primaria con madera de balsa utilizando un aserradero circular de montaña, mediante los datos obtenidos el mejor rendimiento se da en la clase diamétrica 30-34.9 con un promedio de rendimiento 50.69%, mientras que en la clase diamétrica 15-19.9 se observa el menor rendimiento con un promedio de 43.42%. Cuadro 13.

La torcedura es otro de los defectos en madera de balsa que tiene mayor incidencia en el aprovechamiento primario, la madera con este tipo de defecto es procesada sin mayor complicación en el taller de manufactura, causando pérdidas menores, con relación al corazón de agua y en el procesamiento secundario de la madera.

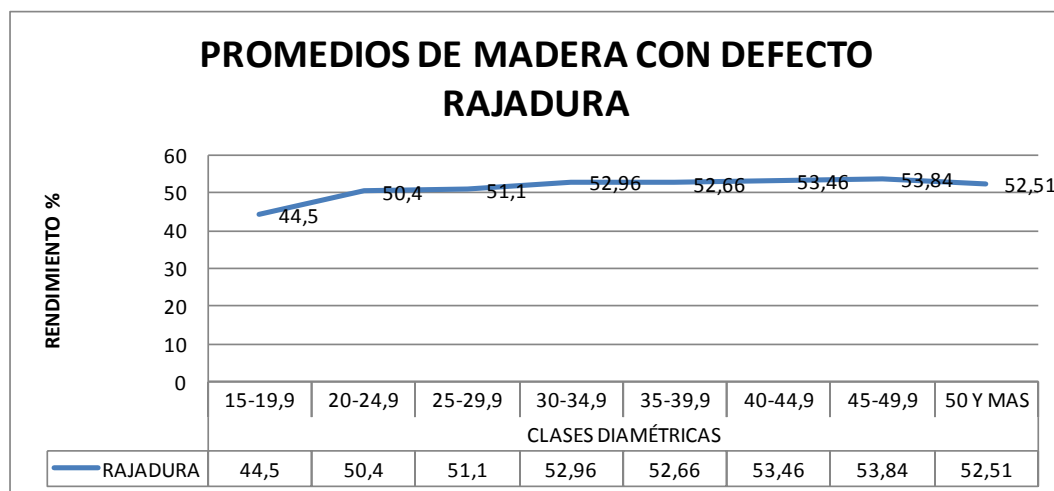
**Rendimiento General con Defecto Rajadura.**

**CUADRO 14.** Rendimiento General con Defecto Rajadura

RENDIMIENTO	CLASES DIAMÉTRICAS							
	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	50 YMAS
RAJADURA	44,5	50,4	51,1	52,96	52,66	53,46	53,84	52,51



**GRÁFICO 14.** Rendimiento General con Defecto Rajadura



El mejor rendimiento con el defecto rajadura, en el proceso de transformación primaria con madera de balsa utilizando un aserradero circular de montaña, mediante los datos obtenidos el mejor rendimiento se da en la clase diamétrica 45-49,9 con un promedio de 53,84%, mientras que en la clase diamétrica 15-19.9 se observa el menor rendimiento con un promedio de 44.50%. Cuadro 14

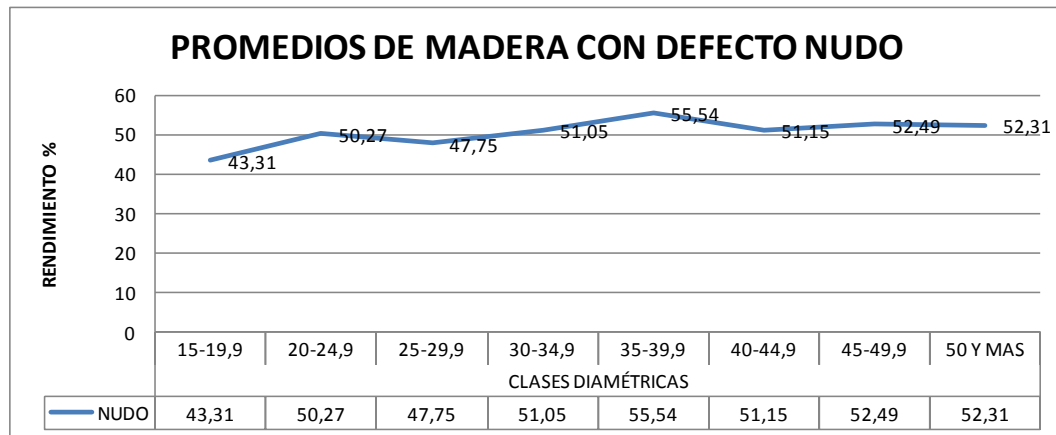
La rajadura tiene la menor incidencia en el procesamiento de transformación primaria, siendo el rendimiento más alto en relación a los defectos analizados en esta investigación. Esto se debe a que la madera ingresa al horno secador cuando está en condición muy húmeda, (la rajadura se produce por la pérdida del agua libre de la madera, siendo en balsa la pérdida del agua muy rápida).

**Rendimiento General con Defecto Nudo.**

**CUADRO 15.** Rendimiento General con Defecto Nudo

RENDIMIENTO	CLASES DIAMÉTRICAS							
	15-19,9	20-24,9	25-29,9	30-34,9	35-39,9	40-44,9	45-49,9	50 Y MAS
NUDO	43,31	50,27	47,75	51,05	55,54	51,15	52,49	52,31

**GRÁFICO 15.** Rendimiento General con Defecto Nudo.



El mejor rendimiento con el defecto rajadura, en el proceso de transformación primaria con madera de balsa utilizando un aserradero circular de montaña, mediante los datos obtenidos el mejor rendimiento se da en la clase diamétrica 35-39.9 con un promedio de 55,54%, mientras que en la clase diamétrica 15-19.9 se observa el menor rendimiento con un promedio de 43.31%. Cuadro 15

El nudo causa pérdidas de rendimiento no muy considerables con relación a los anteriores defectos, permitiendo recuperar en mayor proporción madera dentro del taller de manufactura, y con relación al rendimiento general.

#### 4.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

##### CUADRO 16. Amortización de Aserrío y Motosierra

AMORTIZACIONES	AÑO/USD\$	DÍA/USD\$	DEPRECIACIÓN	AÑO/USD\$	DÍA/USD\$
ASERRÍO	5000	13,7	ASERRÍO	830	2,27
MOTOSIERRA	956	2,62	MOTOSIERRA	415,5	1,14
<b>TOTAL</b>	<b>5956</b>	<b>16,32</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1245,5</b>	<b>3,41</b>

##### CUADRO 17. Costos Financieros

COSTOS FINANCIEROS	AÑO/USD\$	DÍA/USD\$
INTERESES 16,25%	<b>967,85</b>	<b>2,65</b>

##### CUADRO 18. Costo de Madera

COSTO DE MADERA DE BALSA EN TROZA				
MADERA	METRO 3	COSTO M3/USD\$	M3 USADOS	TOTAL/USD\$
TROZAS DE BALSA	1	40	12,75	<b>510</b>

##### CUADRO 19. Mano de Obra

MANO DE OBRA				
PERSONAL	N HORAS - DÍA	USD\$/HORA	USD\$/DÍA	TOTAL/USD\$
ASERRADOR	8	3,09	24,72	<b>70,32</b>
ALADOR	8	2,85	22,8	
ASERRINERO	8	2,85	22,8	

##### CUADRO 20. Alimentación

ALIMENTACIÓN		
ALMUERZO	COSTO UNITARIO/USD\$	TOTAL/USD\$
3	1,75	<b>5,25</b>

**CUADRO 21. Combustible**

<b>COSTOS COMBUSTIBLES</b>				
COMBUSTIBLE	COSTO GALÓN/USD\$	GALÓN-DÍA	SUB TOTAL/USD\$	TOTAL/USD\$
DIESEL	1,05	3	3,15	<b>7,99</b>
GASOLINA	1,7	1 LITRO	0,43	
ACEITE 40	17	1 LITRO	4,25	
ACEITE QUEMADO	1,3	0,5 LITRO	0,16	

**CUADRO 22. Repuestos de Aserrío y Motosierra**

<b>COSTOS DE REPUESTOS ASERRÍO Y MOTOSIERRA</b>						
REPUESTOS	COSTO UNITARIO USD\$	CANTIDAD	SUBTOTAL USD\$	CAMBIO	COSTO DÍA USD\$	TOTAL USD\$
DIENTES	2	18	36	3 DÍAS	12	<b>12</b>
CHUMACERAS	134,5	1	134,5	183 DÍAS	0,73	
MEDIASLUNAS	27,5	2,1	57,75	200 DÍAS	0,29	
FILTRO	4,2	2	8,4	90 DÍAS	0,09	
KIT CARBURADOR	18	1	18	65 DÍAS	0,28	
BUÍA	2,5	1	2,5	30 DÍAS	0,08	
LIMAS	2,8	2	5,6	10 DÍAS	0,56	
ESPADA	68	1	68	200 DÍAS	0,34	

**CUADRO 23. Resumen de costos**

<b>RESUMEN DE COSTOS (USD\$)</b>		
		<b>PORCENTAJE %</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>		
AMORTIZACIONES	16,32	2,59%
DEPRECIACIONES	3,41	0,54%
MANO DE OBRA	70,32	11,17%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>90,05</b>	<b>14,30%</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>		
MADERA	510	81,01%
ALIMENTACIÓN	5,25	0,83%
COMBUSTIBLES	7,99	1,27%
REPUESTOS	12	1,91%
COSTOS FINANCIEROS	2,65	0,42%
MANTENIMIENTO	1,65	0,26%
<b>SUBTOTAL</b>	<b>539,54</b>	<b>85,70%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>629,59</b>	<b>100,00%</b>

**CUADRO 24. Costos de Aserrado**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO m<sup>3</sup> (USD\$)</b>
<b>COSTO ASERRADO POR m3</b>	<b>14,34</b>
<b>COSTO DE MADERA POR m3</b>	<b>61,24</b>
<b>TOTAL COSTO M3 ASERRADO</b>	<b>75,58</b>
<b>ASERRADO PRODUCCIÓN DIARIA (m3)</b>	<b>8,33</b>

El costo por aserrado de un metro cubico de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña es de 14,34 dólares americanos, mientras que el valor de un metro cubico incluido el costo de la madera es de 75.58dólares americanos.

Se analizó el costo de aserrado utilizando aserradero circular de montaña, así se obtuvo que los costos variables con un porcentaje del 85,70% son los de mayor influencia en el costo de transformación primaria con relación a los costos fijos que representa el 14,30%.

Siendo la madera uno de los costos más representativo en la estructura del costo de aserrado, con un porcentaje del 81,01%, respecto a que es la materia prima principal para realizar este proceso, la mano de obra representa el segundo egreso más alto en la transformación primaria con un porcentaje del 11,17% del total, debido a que es el eje motriz para realizar esta operación.

#### 4.5. PUNTO DE EQUILIBRIO.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se determinó el punto de equilibrio.

$$PE = CF / 1 - (CV/VT)$$

PE=Punto de equilibrio

CF=Costos fijos

CV=Costos variables

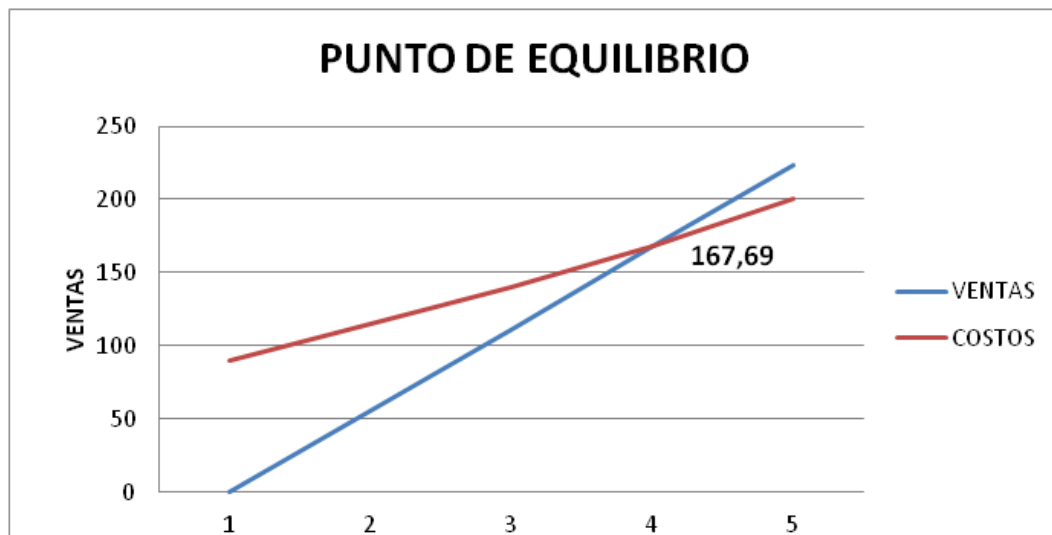
VT= Venta total

**CUADRO 25.- Punto de Equilibrio**

DESCRIPCIÓN	VALOR USD/m <sup>3</sup>
Costos fijos	90,05
Costos variables	88,25
Venta m <sup>3</sup>	190,66
Punto de equilibrio	<b>167,69m<sup>3</sup></b>

El punto de equilibrio en el proceso de aserrado de madera, y la aplicación de la fórmula se establece que el punto de equilibrio se alcanza con una producción mensual de 167,69 m<sup>3</sup>, siendo la producción de la empresa 183,26 m<sup>3</sup>/mes, obteniendo una ganancia neta de 8,82%/ mes.

**GRÁFICO 16.** Punto de Equilibrio.



## **4.6. PROPUESTA DE MEJORA.**

### **4.6.1. Manejo Silvicultural.**

**a.** Para el establecimiento de la plantación de madera de balsa se debe tomar en cuenta que el tipo de suelo sea favorable para la producción del cultivo. Debe tener, un buen drenaje, estructura y textura adecuados, con estas medidas en cierta manera evitaremos el defecto corazón de agua, el mismo que tiene alta incidencia en el rendimiento primario.

**b.** En una plantación se debe tomar en cuenta la distancia entre plantas, ubicando 1111 plantas por hectárea a una distancia de 3m x 3m entre plantas, lo que permitirá evitar el desarrollo de las ramas, las mismas que son causantes del defecto nudo.

**c.** Para reducir el diámetro de los nudos, es necesario realizar las operaciones silvícolas, como son las podas las mismas que deben ser realizadas de acuerdo al desarrollo de la plantación, con la finalidad de obtener trozas libres de nudos o piezas con nudos inferiores a 5 cm de diámetro.

### **4.6.2. Aprovechamiento.**

**a.** Para el aprovechamiento primario de arboles de balsa, debe realizarse la tumba y el troceado de acuerdo a las dimensiones y defectos que presenta el árbol, considerando los siguientes rangos de longitud: 0,70 m, 1,0m, 1,30m, 1,60m, 1,90m; para de esta manera obtener un mejor aprovechamiento del árbol.

**b.** Es necesario enviar las trozas producto de la tumba inmediatamente al patio de aserrado, para realizar la transformación primaria en un máximo de 48 horas, para evitar la formación del defecto rajadura.

**c.** Es necesario tomar en cuenta que se debe aprovechar la madera en época seca, tomando en cuenta el ciclo de la luna, el cual debe realizarse en la etapa de menguante, para evitar el ataque de hongos xilófagos y cromógenos e insectos, los mismos que afectan las propiedades de la madera.

**d.** En las operaciones extractivas se tiene que realizar talas controladas o dirigidas para evitar la formación de rajaduras en la troza.

**e.** En el troceado del árbol es necesario eliminar los defectos que esté presente, para un mejor control de calidad y obtener trozas libres de defectos.

#### **4.6.3. Aserrado.**

- a.** La orientación del corte debe ser paralelo a la rajadura, para obtener mayor rendimiento en el proceso de aserrado.
- b.** En el aserrado se debe tener en cuenta que la rajadura sea cerrada y no vaya de canto a canto o de canto a cara o de cara a cara y su largo no sea mayor a 6”.
- c.** Se propone reducir la flecha de curvatura, partiendo la troza donde la curvatura se presenta con mayor proporción.

Con esta propuesta de mejora se aumentara en cierta proporción el rendimiento, de igual forma se realizara menores cortes en el proceso de aserrado por lo cual se aumentara la producción diaria, con lo que el costo de aserrado se reducirá en cierta proporción, obteniendo así mejores resultados tanto en rendimiento como en costos de producción.



## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. En el aserrado con ocho tipos de clases diamétricas, utilizando madera de balsa sin defecto y trozas que tienen defecto, el rendimiento promedio en la transformación primaria utilizando aserradero circular de montaña es de 53.23%, mientras que la media de aprovechamiento utilizando solo madera sin defecto es 56.33%, mejorando en un 3.10% el aprovechamiento.
2. El mejor rendimiento por todas las clases diamétricas estudiadas, en el procesamiento primario de los fustes de balsa, utilizando un aserradero circular de montaña, en la obtención de listones de diferentes medidas tanto en espesor como ancho, se da en la clase diamétrica 30 a 34,9 con una media 56,62%
3. Utilizando un aserradero circular de montaña en el procesamiento de transformación primaria para la obtención de piezas aserradas de diferentes medidas, el menor rendimiento promedio de las ocho clases diamétricas utilizadas, se da en la clase diamétrica que va desde 15 a 19.9 con un 45,05% de aprovechamiento.
4. El rendimiento mientras mayor es el diámetro mayor rendimiento de la troza, únicamente hasta la clase diamétrica de 40 cm; luego hay un decrecimiento en la curva de análisis de rendimiento, a partir de la clase diamétrica de 40 en adelante.
5. El defecto que más desperdicio produce en el aserrado primario de balsa utilizando ocho clases diamétricas, es el corazón de agua, debido al tamaño del mismo, con un promedio de rendimiento de 46,23%, siendo este desperfecto el causante del mayor desperdicio de madera y de igual forma eleva en cierta proporción el costo de aserrado.
6. Uno de los defectos que se encuentran en las trozas de balsa, que menor desperdicio o un mejor aprovechamiento tiene, en cuestión a los defectos más frecuentes y que mayor incidencia tienen en el aprovechamiento es la rajadura con un 51,43%.

7. El defecto que no se acepta y que significa el 100% de pérdida en la transformación primaria es la podredumbre, debido a que la industria no procesa este tipo de listones.

8. La producción diaria de un equipo de trabajo (aserrador, jalador y aserrinero), en el procesamiento de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña fue 8,33 metros cúbicos de madera balsa en trozas a madera aserrada en listones.

9. El costo por aserrado de un metro cubico de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña es de 14,34 dólares americanos, mientras que el valor aserrado de un metro cubico incluido el costo de la madera es de 75.58 dólares americanos, siendo este costo inferior al aserrado utilizando motosierra.

10. Con la propuesta de mejora se aumentara el rendimiento, de igual forma se realizará menores cortes en el proceso de aserrado con lo que se acrecentara la producción diaria, y el costo de aserrado se reducirá en cierta proporción, obteniendo así mejores resultados tanto en rendimiento como en costos de producción.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda promocionar a todos los productores de balsa utilizar el aserradero circular de montaña debido a que existe un mayor rendimiento y rentabilidad con relación al procesamiento o transformación primaria de la madera utilizando motosierra.
2. Se recomienda a la planta industrial Silvercorp S.A. que continúe en el mejoramiento de los equipos y herramientas para el aserrado de madera de balsa para obtener mejores rendimientos en el aprovechamiento de madera y reducir los costos de operación.
3. Es necesario que la planta industrial dé asistencia técnica a los proveedores de madera de balsa en trozas, para que ellos obtengan mejores réditos y se desperdicie lo menos posible la madera proveniente de los bosques o plantaciones.
4. Se recomienda al Ministerio del Ambiente, definir los porcentajes máximos de desperdicio a nivel de transformación primaria, de acuerdo a los principales productos en los que se transforma la madera, y así establecer una base de datos de acuerdo a las especies más aprovechadas y los principales productos que se extraen en el país.
5. Se recomienda a las Universidades, Centros de investigación forestal o estudiantes egresados, que realicen estudios similares en la misma especie usando clases diamétricas similares ala de la investigación pero en diferentes largos.
6. Los operadores de la máquina de aserrado están expuestos a fuertes ruidos, contaminación, vibración y riesgo de accidentes, por lo tanto se recomienda que los grupos de trabajo deben contar con el respectivo equipo de seguridad industrial como lo son: (orejeras, botas de cuero con punta de acero, guantes de pupillo, mascarilla y gafas transparentes), y capacitaciones en temas de seguridad laboral al iniciar las actividades forestales.
7. Antes de iniciar las labores de aserrado es necesario realizar el mantenimiento de las máquinas y herramientas utilizadas en las labores diarias, para realizar el trabajo de la forma más eficiente.

## CAPITULO VII

### RESUMEN

El presente estudio se realizó en la planta industrial Silvercorp S.A. ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el cantón La Concordia, en el análisis de transformación primaria de madera de balsa y costos de producción, usando un aserradero circular de montaña, se analizaron los siguientes objetivos;

- Análisis del rendimiento en el proceso de aserrado de las trozas de madera de balsa, y evaluación del volumen obtenido, en relación con el volumen de madera rolliza empleada.
- Identificación de los defectos más frecuentes de las trozas y el nivel de incidencia en el rendimiento de la materia prima.
- Determinación la estructura de costos en la producción de madera aserrada.

La especie utilizada en este ensayo fue la balsa utilizando ocho diferentes tipos de clases diamétricas las cuales están distribuidas de la siguiente forma 1 (15 a 19,9), 2 (20 a 24,9), 3 (25 a 29,9), 4 (30 a 34,9), 5 (35 a 39,9), 6 (40 a 44,9), 7 (45 a 49,9), y la 8 (50 y mas), el largo utilizado fue 1,30 metros para todas las piezas,

Se utilizaron trozas de madera normal sin defecto y con defecto, entre los de más afectación en el proceso de transformación primaria son el corazón agua, torcedura, rajadura, nudo, y podredumbre.

De donde se determinó que el volumen de madera en troza con relación a madera aserrada en listones es de 53,23% de aprovechamiento, de las ocho clases diamétricas analizadas, en la cuales estaban incluidas trozas de madera con defecto y sin defecto.

Mientras que el mejor rendimiento con relación al aprovechamiento se da en la clase diamétrica 30 a 34,9 con una media de 56,62%, y la clase diamétrica de 15 a 19.9 que menor producción con un promedio de 45,05%.

Las trozas que tienen el defecto corazón de agua causa la mayor pérdida de madera con relación al volumen empleado versus volumen obtenido, con un 53,77% de merma en la obtención de piezas aserradas, seguido de torcedura, nudo, y rajadura.

Dentro de los costos de transformación primaria se establecieron tanto los costos fijos con un 14,30% y los costos variables con un 85,70%.

Entre los costos fijos se encuentran los siguientes: amortizaciones y depreciaciones de la maquinaria empleada representando 2.59% y 0.54% respectivamente; la mano de obra la cual figura el egreso más representativo con un 11,17%.

Los costos variables de mayor incidencia en el proceso de aserrado son los siguientes: la madera con un 81,10% es la más alta; mientras que los costos de los combustibles, repuestos y mantenimiento de la maquinaria y equipos son 1.27%, 1,91% y 0,26% individualmente, asimismo se incluyen los costos financieros y alimentación con un 0,42% y 0,83%.

Dentro de los gastos que más influencia tiene en el proceso de aserrado: son la madera y la mano de obra respectivamente. Por lo tanto el costo por aserrado de un metro cubico de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña es de 14,34 dólares americanos, mientras que el valor aserrado de un metro cubico incluido el costo de la madera es de 75.58dólares americanos.

## **CAPITULO VIII**

### **SUMMARY**

This study was conducted for the analysis of primary processing of balsa wood and production costs in the industrial plant Silvercorp S.A. located in the province of Esmeraldas in the city of La Concordia, using a circular sawmill mountain. The following objectives were analyzed;

Performance analysis in the process of sawing pieces of balsa wood and the volume assessment obtained, in relation to the volume of round wood used.

Identification of the most common defects of the wooden pieces and the level of impact on the performance of the raw material.

Determining the cost structure in the production of lumber.

The specie used in this trial was raft, using eight types of diameter classes which are distributed as follows:

1(15 to 19, 9), 2(20 to 24,9), 3(25 to 29,9), 4(30 to 34,9), 5(35 to 39,9), 6(40 to 44,9), 7(45 to 49,9) y la 8(50 an more) the length they used was 1,30 meters for all the pieces.

Pieces of wood were used as normal, the heart water, twisting, splitting, knot and rot are without blemish and defect which also are more involvement in the process of primary processing.

Where the volume of logs was determined with respect to the lumber strips which is 53.23% utilization of the eight diameter classes as analyzed, in which logs of wood were covered with defect and without defect.

While the best performance with relation to the use occurs in the diameter class of 30 to 34.9 with an average of 56.62%, and the diameter class of 15 to 19.9 of lower production at a lower average of 45, 05%.

The logs with the "water heart 'defect causes the greatest loss of wood in relation to the volume employee versus volume obtained with a 53.77% loss in the production of sawn pieces, followed by twist, knot and crack.

The primary processing costs were established with a 14.30% fixed and variable costs of 85.70%.

Part of the fixed costs includes: depreciation and amortization representing the machinery used, representing 2.59% and 0.54% respectively, the labor contained the most representative discharge with 11.17%.

Variable costs of higher incidence in the sawing process are: the wood with a 81.10% which is the highest, while the costs of fuel, spare parts and maintenance of machinery and equipment are 1.27%, 1.91% and 0.26% respectively, and also includes the financial costs and feeding of 0.42% and 0.83%.

The sawing process, wood and labor respectively are some of the most influential expenses. Therefore the cost per cubic meter of sawn wood balsa using circular sawmill mountain is \$ 14.34 U.S., while the value of one cubic meter sawn including the cost of timber is U.S. \$ 75.58

## **CAPITULO IX**

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. BROWN, T. D. (1979). Determining lumber target sizes and monitoring sawing accuracy. *Forest Product Journal*. 29 (4): 48-54 pp.
2. BROWN, T. D. (1986). Lumber size control. *Forestry Business*. College of Forestry. Oregon State University. USA. 16 pp.
3. CASADO, M. M. (1997). Tecnología de las Industrias Forestales. Tomo I. Serie Forestal. Universidad de Valladolid. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. 191 pp.
4. DENIG, J. (1990). Control de la Calidad en aserraderos de Pino del sur. North Carolina Cooperative Extension Service. 47 pp.
5. DUDEK, S. 1974. Forestry and the wood industry in Santa Cruz, Bolivia.
6. EGAS, A, F. (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.
7. FOSADO, O. (1999). Tratamiento Económico Matemático de la Planificación operativa del Proceso de Aserrado de la Madera. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba. 100 pp.
8. GARCIA, L; GUINDEO, A; PERAZA, C Y DE PALACIOS, P. (2002). La Madera y su Tecnología. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Multiprensa. AITIM. Madrid. 322 p



9. GOMEZ, M. (s.f.). Análisis Financiero de Manejo de Bosques. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba-Costa Rica. Pg. 1-32.
10. JARAMILLO, A. (s.f.) Economía Forestal. Análisis Financiero. Pg. 2-3-4.
  
11. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA, 1984. Manual de Clasificación Visual para Madera estructural. Proyecto PADT-REFORT. Lima-Perú.
12. LAMPRECHT, H.1990 Silvicultura en los Trópicos. Deutschhh Gesellschat
13. PROFORS, 1999 Modulo agroforestal de la Finca Integral Balsa y Frejol caupí Sucumbíos-Ecuador.
14. MENDEZ, P. 2005. Propuesta de producción limpia para un aserradero PyME de la comuna de Valdivia. Obtenido de Universidad Austral de Chile:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fifm538p/doc/fifm538p.pdf>
  
15. TODOROKI, C. (1995). Log rotation effect on carriage sawing of sweep logs. New Zealand Journal of Forestry Science 25 (2): 246-255.
  
16. VASQUEZ, E. (1999). Principales lineamientos técnicos para la producción de chapas de balsa. Quito - Ecuador
  
17. VIVANCO, O. 2000. Sistema de clasificación y calificación de Madera aserrada proveniente de bosques húmedos tropicales. Quito-Ecuador. Pg. 10,21.

## CAPITULO X

### ANEXOS

#### ANEXOS N° 1 Matriz de Comprobación de objetivos y preguntas.

**OBJETIVO GENERAL.-** Determinar el rendimiento y costos de industrialización primaria en madera de balsa (*Ochroma pyramidale*).

OBJTIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTAS A RESPONDER	RESULTADOS		CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
		CLASE DIAMETRICA	RENDIMIENTO %		
1-Análisis del rendimiento en el proceso de aserrado de las trozas de madera de balsa, y evaluación del volumen obtenido, en relación con el volumen de madera rolliza empleada.	¿Cuáles son los porcentajes promedios de rendimiento de materia prima para las diferentes clases diamétricas?  ¿El rendimiento de madera aserrada de balsa es mayor que en aserrío de otras especies?			<p>1.- En el aserrado con ocho tipos de clases diamétricas, utilizando madera de balsa sin defecto y trozas que tienen defecto, el rendimiento promedio en la transformación primaria utilizando aserradero circular de montaña es de 53.23%, mientras que la media de aprovechamiento utilizando solo madera sin defecto es 56.33%, mejorando en un 3.10% el aprovechamiento.</p> <p>2.- El mejor rendimiento por todas las clases diamétricas estudiadas, en el procesamiento primario de los fustes de balsa, utilizando un aserradero circular de montaña, en la obtención de listones de diferentes medidas tanto en espesor como ancho, se da en la clase diamétrica 30 a 34,9 con una media 56,62%</p> <p>3.- Utilizando un aserradero circular de montaña en el procesamiento de transformación primaria para la obtención de piezas aserradas de diferentes medidas, el menor rendimiento promedio de las ocho clases diamétricas utilizadas, se da en la clase diamétrica que va desde 15 a 19.9 con un 45,05% de aprovechamiento</p>	<p>1.- Se recomienda a todos los productores de balsa utilizar el aserradero circular de montaña debido a que existe un mayor rendimiento y rentabilidad con relación al procesamiento o transformación primaria de la madera utilizando motosierra.</p> <p>2.- Se recomienda a la planta industrial Silvercorp S.A. que continúe en el mejoramiento de los equipos y herramientas para el aserrado de madera de balsa para obtener mejores rendimientos en el aprovechamiento de madera y reducir los costos de operación.</p> <p>3.- Es necesario que la planta industrial dé asistencia técnica a los proveedores de madera de balsa en trozas, para que ellos obtengan mejores réditos y se desperdicie lo menos posible la madera proveniente de los bosques o plantaciones.</p>
		15-19,9	45,05		
		20-24,9	51,39		
		25-29,9	53,55		
		30-34,9	56,62		
		35-39,9	56,20		
		40-44,9	55,09		
		45-49,9	55,08		
		50 Y MAS	52,87		
		GENERAL	53,23		
	El rendimiento de aserrado con aserradero circular de montaña utilizando ocho diferentes clases diamétricas es de 53,23% mientras que Burbano y Chulde 2004 en madera aserrada con motosierra más marco guía obtuvieron un rendimiento de 38,64% en copal y 56,64 % en madera de canelo, teniendo el aserrado de canelo un mejor aprovechamiento con relación a la madera de balsa, debido a que las trozas de canelo son más cilíndricas				

OBJTIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTAS A RESPONDER	RESULTADOS					CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
		CLASE DIAMETRICA	CORAZÓN DE AGUA	TORCEDURA	RAJADURA	NUDO		
2. Identificación de los defectos más frecuentes de las trozas y el nivel de incidencia en el rendimiento de la materia prima.	¿Determinar cómo afecta los defectos de la madera en el rendimiento?  ¿Los defectos de las trozas de balsa son diferentes a los que se presentan en otras especies maderables?	15-19,9	42,12	43,42	44,5	43,31	<p>5.- El defecto que más desperdicio produce en el aserrado primario de balsa utilizando ocho clases diamétricas, es el corazón de agua, debido al tamaño del mismo, con un promedio de rendimiento de 46,23%, siendo este desperfecto el causante del mayor desperdicio de madera y de igual forma eleva en cierta proporción el costo de aserrado.</p> <p>6.- Uno de los defectos que se encuentran en las trozas de balsa, que menor desperdicio o un mejor aprovechamiento tiene, en cuestión a los defectos más frecuentes y que mayor incidencia tienen en el aprovechamiento es la rajadura con un 51,43%</p> <p>7.- El defecto que no se acepta y que significa el 100% de pérdida en la transformación primaria es la podredumbre, debido a que la industria no procesa este tipo de listones.</p>	<p>4.- Se recomienda al Ministerio del Ambiente, definir los porcentajes máximos de desperdicio a nivel de transformación primaria, de acuerdo a los principales productos en los que se transforma la madera, y así establecer una base de datos de acuerdo a las especies más aprovechadas y los principales productos que se extraen en el país.</p> <p>5.- Se recomienda a las Universidades, Centros de investigación forestal o estudiantes egresados, que realicen estudios similares en la misma especie usando clases diamétricas similares ala de la investigación pero en diferentes largos.</p>
		20-24,9	44,04	49,16	50,4	50,27		
		25-29,9	46,28	50,45	51,1	47,75		
		30-34,9	47,48	50,69	52,96	51,05		
		35-39,9	47,86	50,49	52,66	55,54		
		40-44,9	47,95	49,82	53,46	51,15		
		45-49,9	49,02	50,32	53,84	52,49		
		50 Y MAS	45,09	49,93	52,51	52,31		
		GENERAL	46,23	49,28	51,43	50,48		

OBJTIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTAS A RESPONDER	RESULTADOS		CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES										
<p><b>3.-</b> Determinación de la estructura de costos en la producción de madera aserrada.</p>	<p>¿El costo de aserrado de madera de balsa es mayor que el aserrado circular y motosierra?</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="772 312 987 344">DESCRIPCIÓN</th> <th data-bbox="987 312 1326 344">COSTO m<sup>3</sup> (USD\$)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="772 344 987 400">Costo aserrado m<sup>3</sup></td> <td data-bbox="987 344 1326 400">14,34</td> </tr> <tr> <td data-bbox="772 400 987 456">Costo de madera m<sup>3</sup></td> <td data-bbox="987 400 1326 456">61,24</td> </tr> <tr> <td data-bbox="772 456 987 512">Total costo m<sup>3</sup> aserrado</td> <td data-bbox="987 456 1326 512">75,58</td> </tr> <tr> <td data-bbox="772 512 987 600">Aserrado producción diaria m<sup>3</sup></td> <td data-bbox="987 512 1326 600">8,33 m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>	DESCRIPCIÓN	COSTO m <sup>3</sup> (USD\$)	Costo aserrado m <sup>3</sup>	14,34	Costo de madera m <sup>3</sup>	61,24	Total costo m <sup>3</sup> aserrado	75,58	Aserrado producción diaria m <sup>3</sup>	8,33 m <sup>3</sup>		<p><b>8.-</b> La producción diaria de un equipo de trabajo (aserrador, jalador y aserrinero), en el procesamiento de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña fue 8,33 metros cúbicos de madera balsa en trozas a madera aserrada en listones.</p> <p><b>9.-</b> El costo por aserrado de un metro cubico de madera de balsa utilizando aserradero circular de montaña es de 14,34 dólares americanos, mientras que el valor aserrado de un metro cubico incluido el costo de la madera es de 75.58dólares americanos, siendo este costo inferior al aserrado utilizando motosierra.</p>	<p><b>2.-</b> Se recomienda a la planta industrial Silvercorp S.A. que continúe en el mejoramiento de los equipos y herramientas para el aserrado de madera de balsa para obtener mejores rendimientos en el aprovechamiento de madera y reducir los costos de operación.</p> <p><b>6.-</b> Los operadores de la máquina de aserrado están expuestos a fuertes ruidos, contaminación, vibración y riesgo de accidentes, por lo tanto se recomienda que los grupos de trabajo deben contar con el respectivo equipo de seguridad industrial como lo son: (orejeras, botas de cuero con punta de acero, guantes de pupillo, mascarilla y gafas transparentes), y capacitaciones en temas de seguridad laboral al iniciar las actividades forestales.</p>
DESCRIPCIÓN	COSTO m <sup>3</sup> (USD\$)														
Costo aserrado m <sup>3</sup>	14,34														
Costo de madera m <sup>3</sup>	61,24														
Total costo m <sup>3</sup> aserrado	75,58														
Aserrado producción diaria m <sup>3</sup>	8,33 m <sup>3</sup>														

OBJTIVOS ESPECIFICOS	PREGUNTASA RESPONDER	RESULTADOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
4. Propuesta de optimización de rendimiento y costos de la madera aserrada.	¿La información obtenida en el estudio permitirá mejorar la producción y productividad?	Propuesta de mejora. (Capítulo IV Resultados y discusión pág. (62-63)	<b>10.-</b> Con esta propuesta de mejora se aumentara en cierta proporción el rendimiento, de igual forma se realizara menores cortes en el proceso de aserrado por lo cual se aumentara la producción diaria, con lo que el costo de aserrado se reducirá en cierta proporción, obteniendo así mejores resultados tanto en rendimiento como en costos de producción.	<b>7.-</b> Antes de iniciar las labores de aserrado es necesario realizar el mantenimiento de las máquinas y herramientas utilizadas en las labores diarias, para realizar el trabajo de la forma más eficiente.

## ANEXO 2

### GLOSARIO ILUSTRADO DE TERMINOS

#### *DEFECTOS DE LA MADERA DE Balsa*

- **Acebolladura.-** es una rajadura que se produce por la separación de los anillos de crecimiento.



#### **FOTO 1**

- **Aserradero.-** Lugar al que se llevan las trozas obtenidas en las zonas de aprovechamiento forestal maderable, para su conversión en productos comercializables por medio de operaciones tales como el descortezado, el dimensionado, la medición, la clasificación, el cepillado, estufado y almacenamiento. Lugar donde la madera es aserrada.

- **Aserradero circular de montaña,** los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidos exclusivamente por sierras.



**FOTO 2**

- **Clase Diamétrica.-** Intervalos en que se a dividido la amplitud total de arboles o trozas.
- **Contaminantes.-** Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al medio ambiente.



- **Corazón de agua.-** son bolsas de agua contenidas en tejido leñoso no lignificado.



**FOTO 3**

- **Corcho.-** madera que contiene fibras que han perdido su condición leñosa.



**FOTO 4**



- **Diámetro.-** Línea recta que une dos extremos de un círculo, pasando por el centro.



FOTO 5

- **Fibra torcida.-** se refiere a la inclinación del grano o de la fibra. Puede tener su origen en deficiencias de crecimiento del árbol o en fallas de aserrado



FOTO 6

- **Fuste.-** Se le dice fuste al tronco o tallo de los arboles desde la base hasta el ápice o punta, sin incluir las ramas.

- **Hormas.-** Molde con que se fabrica o se da forma a una cosa.



**FOTO 7**

- **Madera.-** Tejidos lignificados conductores de agua, los de sostén y de reserva contenido en las ramas, tallos y raíces.
- **Madera aserrada.-** Es la pieza cortada longitudinalmente o producida por un proceso de labrado, la madera cepillada, machihembrada, ranurada, rebajada.



**FOTO 8**

- **Madera rolliza.-** Trozas, madera en la forma que el árbol la produce, redonda en la sección transversal.

- **Manchas azules o negras.-** son originadas por hongos cromógenos, es decir, que se alimentan de lignina (substancia de pegamento para las fibras).



**FOTO 9**

- **Manchas minerales y café.-** son producidas por exudaciones o reacciones químicas de algunas sustancias extractivas que tiene la madera.



**FOTO 10**



- **Médula o corazón,** es la porción de la madera localizada más o menos en la parte central del tronco del árbol, Está formada por un tejido no lignificado, de naturaleza corchosa, extremadamente suave, que se puede romper con la presión de un dedo; de coloración más blanca que el resto de la madera.



**FOTO 11**

- **Mengua.-** Es la falta de madera en una o más aristas de una pieza de madera aserrada.



**FOTO 12**

- **Muestreo.-** Labores relacionadas con la evaluación de los volúmenes maderables y otras características del bosque en determinada área de corta.

- **Nudos.-** son originados por las ramas, y se consideran como tales cuando tienen más de 1/4" de diámetro.

**Nudos sanos.-** Cuando el vestigio de rama se encuentra sólidamente adherida al resto de la madera, aun después de secada.



**FOTO 13**

**Nudos huecos.-** Cuando el vestigio de rama ha iniciado su desprendimiento del resto de la madera, esperándose que se separe completamente luego del secado.



**FOTO 14**

- **Nudillos.-** se consideran como nudillos a los nudos pequeños que tienen un diámetro menor a  $\frac{1}{4}$ ".



**FOTO 15**

- **Ojos de pájaro.-** en la zona de influencia de un nudo se genera lo que se conoce como ojo de pájaro.



**FOTO 16**

- **Patio.-** Lugar donde se almacena la madera



- **Podredumbre.-** es provocada por el ataque de hongos xilófagos que se alimentan de la celulosa contenida en la pared celular.



**FOTO 17**

- **Polilla.-** son perforaciones muy pequeñas de hasta 1/16” de diámetro producidas por insectos.

*POLILLAS NEGRAS*



**FOTO 18**

*POLILLAS BLANCAS*



**FOTO 19**

- **Rajadura.-** Es la separación de las fibras en la dirección de los radios de la madera



**FOTO 20**

- **Transformación Primaria.-** La madera desde que se extrae del árbol hasta que llega a ser empleada para la fabricación de objetos, pasa por el siguiente proceso de transformación: tala, descortezado y eliminación de ramas, aserrado y secado.





CUADRO No. 2: HOJA DE TOMA DE DATOS DE PRODUCCIÓN

TOMA DE DATOS DE PRODUCCIÓN DE MADERA DE Balsa ASERRADA				
LARGO (M)	ESPEJOR (Cm)	ANCHO	Nº DE PLANTILLAS	PRODUCCIÓN
<b>TOTAL</b>				
LARGO (M)	ESPEJOR (Cm)	ANCHO	Nº DE PLANTILLAS	PRODUCCIÓN
<b>TOTAL</b>				
LARGO (M)	ESPEJOR (Cm)	ANCHO	Nº DE PLANTILLAS	PRODUCCIÓN
<b>TOTAL</b>				

CUADRO No. 3: REGISTRO DE RECEPCIÓN DE MADERA VERDE.

DIMENSIONES Y LARGOS EN LISTONES ACEPTADOS EN SILVERCORP S. A.			
LARGO EN PIES	ESPEJOR PULGADAS	ANCHO PULGADAS	ESPEJOR COMERCIAL
2	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	Mayor a 2"	3
3	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	Mayor a 2"	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
4	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	Mayor a 2"	2
5	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	Mayor a 2"	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	Mayor a 2"	1

CUADRO 4. Normas de Recepción de Madera verde

Tabla C: Nuevos criterios de recepción (proyecto Black Belt) para la madera verde de nuestras Plantaciones: Normal y de Primera		
DEFECTOS	MADERA NORMAL B2K BB	MADERA DE PRIMERA
	SE ACEPTA	
Corazón de agua	Sí 5	No
Podredumbre	No	No
Decoloración	Si	No
Fibra torcida	Sí	No
Madera pesada	Sí	Si
Corazón superficial:	Si 3	Grueso 1/4" (6,4 mm) Si
		Grueso 1/4" (6,4 mm) No
Corazón interior:	No 1	No
Corcho granulado: No Fracturado Fracturado	Si	Si
	No	No
Corcho suave:	Si	Si
Nudo hueco < 1,5" (38,1 mm) :	Sí 2	No
Nudo sano < 1,5" (38,1 mm) :	Sí 2	No
Sombra de nudo:	Sí 4	No
Nudillos y ojos de pájaro	Sí	No
Polillas negras	1 0/ pieza	No
Polillas blancas	Sí	No
Rajaduras en puntas, abiertas Caras y Rajaduras cerradas	No	No
	Largo Max 6"	No
Manchas (azules, minerales y cafés)	Sí	No
Menguas: Espesor de 7/8" a 4"	Max 1/2" (12,7 mm)	Max 1/4" (6,4 mm)
Anchos:	Mín 2" (50,8 mm)	Ver nota (Madera de Primera)

Notas : - La madera en general debe estar exenta de : Podredumbre / Sheck /Colapso /Fibra rota /Escamas

**Para madera 'Normal'**

- 1 Corazón interior: Se acepta cuando afecte a menos de la mitad de la pieza.
  - 2 Nudos: Si el nudo se encuentra en las últimas 12" de la pieza, se rebajará el largo de la misma, la misma, al inmediato inferior y sólo se aceptará 1 nudo por pieza.
  - 3 Corazón superficial: En piezas de 1 1/4" (31,8 mm) de espesor (medida bruta) NO se acepta corazón superficial
  - 4 Sombra de nudos: Se aceptará como máximo 2 sombras de nudo por pieza.
  - 5 Corazón de agua: Siempre que el **espesor real** de la pieza sea **inferior a 2,5"** (63,5 mm).
- Una pieza con cualquier defecto que no sea aceptable no será rechazada en su totalidad sino que su medida será rebajada de acuerdo al defecto :
- Madera de 4' y más: se acepta recuperar mínimo 3' de largo
  - Madera de 3'z' y menos: se acepta recuperar mínimo 1 1/2' de largo

**Para madera de Primera:**

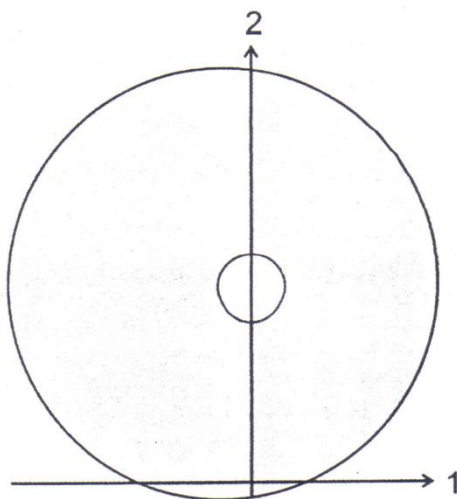
- Madera de 4' y 3'A' de largo: Se podrá recuperar piezas de 'Primera' de 3 1/2\ 3' de largo.
- Las demás medidas de largo se clasificarán como madera normal.
- Los 'anchos' aceptados son 3'i" y 4Vi", con espesores variables (Mínimo 2,5")

Fuente: **BALTEK**

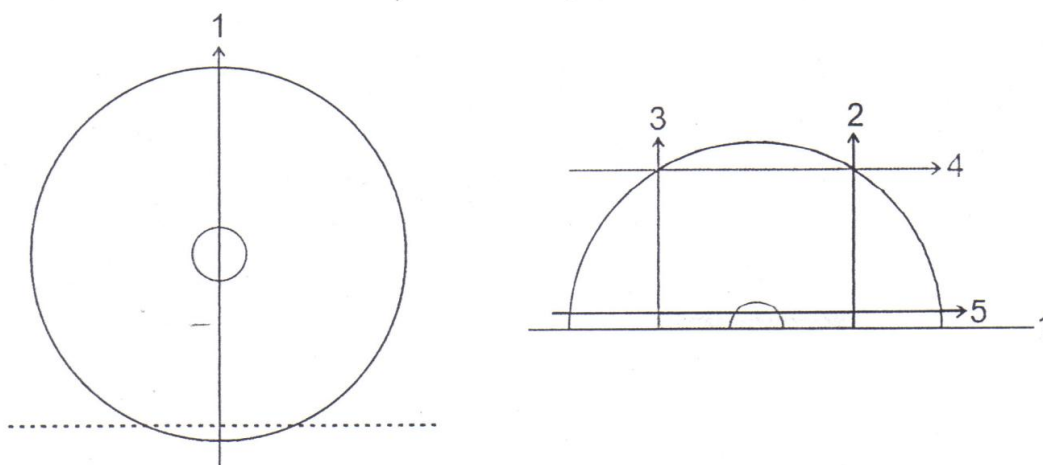
## ANEXO 4

### GRAFICO DE CORTES

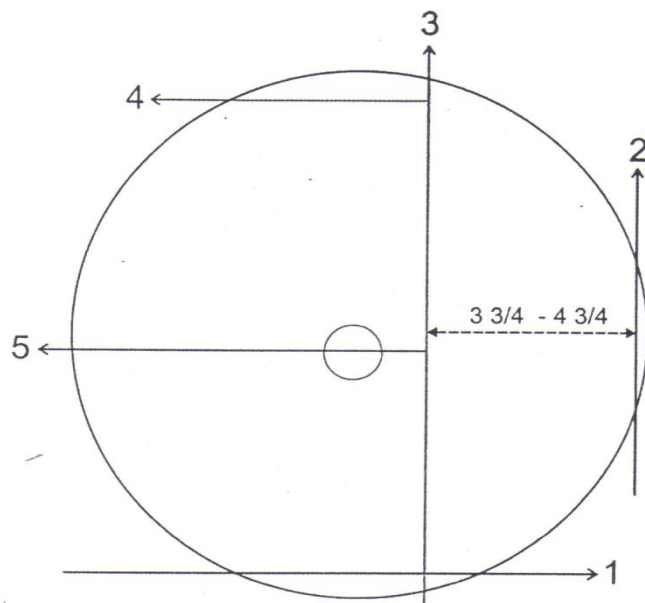
**GRÁFICO No. 1:** DIAGRAMA DE CORTE DE MADERA DE Balsa PARA DIÁMETROS DESDE 15 A 24.9cm DE DAP



**GRÁFICO No. 2:** DIAGRAMA DE CORTE DE MADERA DE Balsa PARA DIÁMETROS DESDE 15 A 24.9cm DE DAP



**GRÁFICO No. 3:** DIAGRAMA DE CORTE DE MADERA DE Balsa PARA  
DIÁMETROS DESDE 25 A 34.9 cm DE DAP



**GRÁFICO No. 4:** DIAGRAMA DE CORTE DE MADERA DE Balsa PARA  
DIÁMETROS MAYORES 35cm DE DAP

