

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**TÍTULO: Influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de  
madera de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla),  
para la obtención de Tablillas y Decking, en la empresa “FORESTAL  
RIO PIEDRAS S.A.C.”**

**TESISTA: BACH. HERVING GIM KAHN GONZALES**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**PUERTO MALDONADO – PERÚ**

**(2014)**

**“MADRE DE DIOS CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ”**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**TÍTULO: Influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de  
madera de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla),  
para la obtención de Tablillas y Decking, en la empresa “FORESTAL  
RIO PIEDRAS S.A.C.”**

**TESISTA: BACH. HERVING GIM KAHN GONZALES**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**PUERTO MALDONADO – PERÚ**

**(2014)**

## DEDICATORIA

*A Dios por ser luz de sabiduría y paz que me ha guiado y encaminado durante este reto importante para conseguir esta meta.*

*Con mucho cariño a mis padres **Betty Gonzales Grifa y Anibal Kahn Gonzales** símbolo de amor, esfuerzo, sacrificio, ayuda, comprensión y paciencia brindado a mi persona, y quienes me motivaron a seguir siempre adelante y seguir superándome cada vez más, a una persona muy especial en mi vida, **Mary Karen** así como también a mis hermanos, **José Luis, Oswaldo, Maykol**, por brindarme su apoyo, felicidad y afecto.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Es gratificante para mí poder expresar un sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra forma incentivaron y colaboraron para culminar mi investigación, en especial a mi familia quienes a través del tiempo me brindaron su ayuda, cariño y comprensión.*

*A la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente y a sus profesores que me formaron para ser una mejor persona profesionalmente.*

*A mi asesor. **Ing. Mg. Emer Ronald Rosales Solórzano** que gracias a su conocimiento y fortaleza supo guiarme en el proceso de elaboración de este trabajo.*

*Así también a la empresa **Forestal Rio Piedras S.A.C.** por su apoyo incondicional.*

*A todos aquellos quienes con sus sugerencias permitieron que éste trabajo sea algo productivo, que sirva como guía para las futuras generaciones.*

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
<b>I. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>3</b>
1.1.- Antecedentes de estudios realizados sobre rendimiento de madera rolliza a madera aserrada.....	3
1.2.- Revisiones Bibliográficas	
1.2.1.Características de la Especie.....	5
1.2.1.1.- División taxonómica.....	5
1.2.1.2.- Descripción botánica de la especie en estudio.....	5
1.2.1.3.- Descripción de la madera.....	6
1.2.1.4.- Características Tecnológicas.....	7
1.2.1.5- Características de la Troza.....	7
1.2.1.6- Aserrío y Secado.....	8
1.2.1.7.- Durabilidad natural y Usos.....	8
1.3.- Industria de la Madera.....	9
1.4.- El rendimiento en la transformación de la madera.....	9
1.5.- Transformación de la madera.....	10
1.6.- ¿Qué es un Estudio de Rendimiento en el Aserrío de Trozas?.....	10
1.7.- Los Aserraderos.....	11
1.7.1.- Tipos de Aserraderos en Madre de Dios.....	11
1.8.- Maquinas utilizados para el proceso de transformación primaria en el aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C.....	12
1.9.-Tabla de volumen.....	15
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
2.1.- Características generales.....	16
2.1.1.- Ubicación del área de estudio.....	16

2.2.- Materiales, maquinas, equipos y herramientas.....	17
2.2.1.- Materiales de campo.....	17
2.2.2.- Materiales de gabinete.....	17
2.2.3.- Maquinas utilizados para la ejecución del estudio.....	17
2.3.- Metodología.....	17
2.3.1.- Procedimiento.....	18
2.3.1.1.- Fase de campo.....	18
2.3.1.1.1.- Selección de la especie.....	18
2.3.1.1.2.- Recolección de datos.....	18
2.3.1.1.3.- Recolección de datos.....	18
2.3.1.1.4.- Tamaño de la muestra.....	18
2.3.1.1.5.- Selección de las trozas.....	19
2.3.1.1.6.- Marcado de la troza.....	20
2.3.1.1.7.- Medición de la troza.....	20
2.3.1.1.8.- Determinación de las clases diamétricas.....	20
2.3.1.1.9.- Proceso de aserrío.....	21
2.3.1.1.10.- Cuantificación del volumen de madera recuperada.....	23
2.3.1.1.11.- Medición y conteo del producto aserrado.....	23
2.3.1.1.12.- Tipo de productos que se produce para la especie en estudio.....	24
2.3.1.2.- Fase de gabinete.....	24
2.3.1.2.1.- Evaluación y cálculos.....	24
2.3.1.2.2.- Determinación del rendimiento.....	25
2.3.1.2.3.- Análisis de regresión.....	26
2.3.1.2.4.- Análisis de varianza.....	27
2.3.1.2.5.- Elaboración de una tabla de volumen para madera aserrada.....	27
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>28</b>
3.1.- Parámetros de la troza.....	28
3.2.- Distribución y rendimiento por clase diamétricas.....	29

3.3.- Determinación del rendimiento total en volumen de la especie <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).....	34
3.4.- Resultados del Análisis Estadístico.....	36
3.5.- Tabla de volumen de rendimiento de madera aserrada de <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) para la obtención de tablillas y decking.....	39
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	42
Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	43
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	44

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Valores estadísticos para determinar la cantidad de trozas necesarias para realizar el estudio de rendimiento.....	20
Tabla N° 02 Medidas de los tipos de productos.....	24
Tabla N° 03 Modelos de regresión del análisis de los datos.....	27
Tabla N° 04 Parámetros estadísticos del diámetro y longitud de las trozas evaluadas.....	29
Tabla N° 05 Distribución de las clases diamétricas.....	30
Tabla N° 06 Rendimientos, volúmenes rollizos ingresados y volúmenes aserrados para tablillas y decking por clase diamétricas.....	31
Tabla N° 07 ANOVA de comparación de rendimientos por clase diamétricas.....	32
Tabla N° 08 Resultados de significancia vertical.....	33
Tabla N° 09 Distribución porcentual de productos por clase diamétricas..	33
Tabla N° 10 Total de volumen ingresado Vs volumen aserrado y rendimiento.....	35

Tabla N° 11	Coeficiente de aserrío para tablillas y decking por clase diamétrica.....	36
Tabla N° 12	Rendimiento total aserrado por tipo de producto.....	36
Tabla N° 13	Coeficiente de correlación lineal entre el volumen rollizo sobre el volumen aserrado.....	37
Tabla N° 14	Ecuación de la Recta.....	38
Tabla N° 15	Resumen estadístico de la regresión.....	38
Tabla N° 16	ANOVA de regresión lineal del volumen rollizo sobre el volumen aserrado en <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).....	39
Tabla N° 17	Tabla de rendimiento de madera aserrada de <i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) para la obtención de tablillas y decking.....	40

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01	Flujo del proceso de producción del aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. ....	14
Figura N° 02	Ubicación del aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. ....	16
Figura N° 03.	Toma de medidas de la troza.....	21
Figura N° 04.	Distribución porcentual del rendimiento/clase diamétrica...	31
Figura N° 05.	Porcentaje de productos /clase diamétrica.....	34
Figura N° 06.	Volumen ingresado Vs volumen aserrado.....	35
Figura N° 07.	Rendimiento total por tipo de producto.....	36
Figura N° 08.	Relación volumen rollizo Vs volumen aserrado.....	37

## ANEXOS

Figura N° 09.	Rampa de acopio de las trozas.
Figura N° 10.	Tableado en la sierra principal.
Figura N° 11.	Proceso de canteado.
Figura N° 12.	Proceso de despuntado.
Figura N° 13.	Proceso de recuperación en la reaserradora.
Figura N° 14.	Proceso en la mesa de recuperación.
Figura N° 15.	Medición y conteo del producto aserrado

## RESUMEN

A raíz de la limitada información en nuestra región sobre estudios de rendimientos y falta de sistemas que permitan a los empresarios madereros a tomar decisiones sobre el rendimiento aserrado que se va a obtener por especie antes de ser procesado en el aserradero. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de madera aserrada de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), en diferentes fases del procesamiento primario, así como también construir una tabla de volúmenes para estimación de madera aserrada a partir de volúmenes de trozas para la obtención de productos tablillas y decking. El estudio se realizó en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C., donde se evaluó 120 trozas distribuidas en cinco clases diamétricas y se cuantificó el volumen de materia prima rolliza y de los productos aserrados resultantes de dicho proceso. Los rendimientos obtenidos por clase diamétrica fueron: Clase I = 23%, Clase II = 25%, Clase III = 30%, Clase IV = 32% y Clase V = 32% respectivamente. La ecuación de la recta que se determinó para la estimación de madera aserrada para productos tablillas y decking a partir del volumen rollizo de la troza fue  $Y = - 0.1257 + 0.3446 (X)$

## ABSTRACT

As very limited information about yields studies and lack of systems that allow logging companies to make decisions about sawing performance is to be obtained by species before being processed at the mill. The present study aimed to determine the influence of the diameter class performance lumber species *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), at different stages of primary processing, as well as build a table to estimate volumes of lumber from log volumes to obtain tablillas and decking products. The study was conducted in Forestal Rio Piedras S.A.C., where logs distributed 120 was evaluated in five diameter classes and the volume of feedstock roundwood and sawn products resulting from this process was quantified. Yields obtained by diameter class were: Class I = 23%, Class II = 25%, Class III = 30%, = 32% Class IV and Class V = 32% respectively. The equation of the line that determined to estimate lumber for shingles for tablillas and decking products from the volume of the log was  $Y = - 0.1257 + 0.3446 (X)$ .

## INTRODUCCION.

Si se considera que la industria maderera es la encargada de dar valor agregado al producto forestal y de contribuir a la conservación y desarrollo de estos recursos mediante el aprovechamiento adecuado de la materia prima que sale del bosque, se comprenderá la necesidad de mejorar los rendimientos obtenidos hasta ahora, y buscar alternativas para el aprovechamiento de los residuos generados durante el proceso primario de transformación de la madera (Soto, Méndez y Páez. 2000).

La madera aserrada es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal. El estudio del procesamiento de la madera en troza resultante en madera aserrada y su calidad obtenida, son importantes para determinar la rentabilidad de la operación (Chávez, 1997).

El área de producción de madera aserrada es una de las actividades que más se identifica con el sector industrial maderero. Esta área se relaciona con la producción primaria, la cual transforma trozas en madera dimensionada para su posterior comercialización y uso de acuerdo a las necesidades del mercado (Spichiger, 2004).

En la industria del aserrío es importante tener información sobre factores de conversión de madera rolliza a madera aserrada con máximas aproximaciones para las condiciones locales y regionales del país. Conociendo esto, se podrían efectuar comercios justos y equitativos entre el vendedor y comprador de madera. Así mismo se podrá calcular el rendimiento promedio de trozas a madera aserrada según su diámetro y largo, expresándose en volumen o pies tablares de madera aserrada (Rosales, 2003).

Con el incremento de la demanda de madera aserrada tanto a nivel nacional e internacional, la industria del aserrío requiere ser más competitiva en los procesos de transformación primario. Para mejorar el coeficiente de aserrío y la productividad del proceso de aserrío, requiere optimizar la interacción de los parámetros que definen las características de las máquinas. La calidad y volúmenes de las trozas procesadas, los productos generados y tiempos de producción en el proceso de aserrío (Ccahuana, 2007).

En el año 2002, fue otorgada en concesión Forestal Otorongo S.A.C., realizando aprovechamiento forestal, enfocado más que todo a las especies comerciales de mayor demanda en el mercado Nacional e Internacional; estando dentro de ellas la especie en

estudio; *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla); dichas muestras (Trozas) fueron provenientes de esta concesión forestal.

La presente investigación se realizó en el aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C., ubicada en la provincia de Tambopata, el presente estudio consistió en evaluar 120 trozas de dicha especie y obtener el porcentaje de rendimiento para productos Tablillas y Decking, siendo esta, muy importante para la industria forestal, así como también realizar investigaciones sobre rendimientos para las especies comerciales de nuestro país, y poder determinar aquellos factores que influyen directamente sobre el rendimiento de la especie a investigar. Cabe mencionar que actualmente no se ha evaluado técnicamente un estudio de rendimientos en el proceso de transformación primaria para dicha especie en nuestro departamento; por tanto este estudio es importante y pretende aportar antecedentes que permitan conocer sobre el aprovechamiento real, ya que hay una incertidumbre de cuanto rinde un metro cubico rollizo a madera aserrada y de cuanto es la pérdida (merma) para dicha especie.

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de madera de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) en el proceso de transformación primaria para la obtención de Tablillas y Decking, siendo los objetivos específicos los siguientes:

- Determinar el rendimiento total en volumen, porcentaje y coeficiente de aserrió para *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).
- Evaluar el rendimiento de madera aserrada para la obtención de Tablillas y Decking por clase diamétrica.
- Construir una tabla de rendimiento de volúmenes para producción de Tablillas y Decking.

## CAPITULO I

### I. MARCO TEÓRICO.

#### 1.1.- Antecedentes de estudios realizados sobre rendimiento de madera rolliza a madera aserrada.

**FAO. (1981).**- Para convertir trozas en madera aserrada, suelen usarse fundamentalmente dos tipos de corte: Cortes cónicos y Cortes céntricos, obteniéndose con el primero mayor número de piezas de alta calidad y la realización de los cortes paralelos a la corteza; se necesita dispositivos especiales. Los cortes céntricos constan de cortes paralelos al eje longitudinal de la troza sin tomar en consideración si es cónica o no, no se necesita dispositivos especiales, son los cortes más usuales en el Perú y en nuestro medio, se obtiene un aprovechamiento de la madera en función de la cantidad, es más rápido de efectuar.

**Bruce y Schumacher (1965).**- Afirman que el rendimiento en aserrío de la madera depende de varios factores: diámetro de la troza, configuración y rectitud de las trozas, modo de corte y espesor de la pieza de madera aserrada, técnica y tipo de sierra utilizada, defectos de origen biológico. Entre todos estos factores en el rendimiento en aserrío es el diámetro de las trozas.

**Valles (1986).**- Realizó estudios donde determino el rendimiento de madera aserrada de las especies Cedro (*Cedrela odorata*), Shihuahuaco (*Dypterix sp*), Moena (*Ocotea sp*), y Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), para el cálculo del volumen rollizo se utilizó la regla Doyle y la formula de Smalian. Encontró los siguientes rendimientos: Cedro 55,959%, Shihuahuaco 53,831%, Moena 41,768% y Tornillo 54,026%.

**Bazán (1951).**- Estima un coeficiente de conversión de 0,42 para trozas dedicadas al aserrío, parquet y tableros compresados; mientras que para postes y pilotes el valor es de 0,6 y para carbón y leña le asignan un coeficiente de conversión de 0,125.

Actualmente, la DGFFS (Dirección general de flora y fauna silvestre), usa un factor de 52% (220 PT. por cada metro cúbico de madera rolliza) que representa el valor promedio a nivel mundial para cualquier tipo de sierra y que suele emplearse especialmente para fines estadísticos.

Cabe indicar que un estudio práctico, bajo condiciones comparable con aquellas que actualmente imperan en la industria de aserrío del Perú, determinó un factor de conversión de solo 35%. (Benítez, 1981).

**Arreaga (2007).**- Realizó estudios de Rendimiento de la especie *Swietenia macrophylla* (Caoba) en dos aserraderos del Municipio de Peten – Guatemala obteniendo un factor de rendimiento de 56% y 53% respectivamente.

**Rosales (2003).**- Indica que el factor encontrado para *Dipteryx odorata* Aublet-Willd, (Shihuahuaco) realizado en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C., es de 45%, superior al 35% encontrado por Benítez e inferior al 52% establecido por la DGFFS.

**Alarcón, Cardozo, Vilavila (2005).**- Realizaron estudio de la especie *Hymenanea oblongifolia* (Azúcar Huayo) en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. donde se determinó un rendimiento o coeficiente de aserrío de 55,02% de considerando las secciones de duramen y albura, y de 31,95% de rendimiento de la sección del duramen.

**Miche (2006).**- Realizó estudios en la especie *Dipteryx odorata* Aublet-Willd (Shihuahuaco) en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. y estimó un coeficiente de aserrío de 49,39% del volumen de rollizo a madera aserrada en producto “tablillas pre parquet, tablillas recuperadas, tablillas para cerco y tablas para cerco”, superior a encontrado por Rosales pero inferior al 53% encontrado por Valles.

**Villacorta y Collazos (2010).**- Realizaron estudio de rendimiento y costos en la transformación primaria del *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), en un estudio de tesina en la que obtuvieron un coeficiente de aserrío de 40,57 % que significaba 172 pt por cada metro cubico rollizo de dicha especie.

**Ccahuana (2007).**- Realizó estudio de rendimiento y tiempos en el proceso de aserrío de la especie *Swietenia macrophylla* King (Caoba), en un aserradero de cinta vertical en el distrito de Iñapari, donde determinó un coeficiente de aserrío real de 45,06%

## 1.2.- Revisiones Bibliográficas

### 1.2.1.- Características de la Especie.

#### 1.2.1.1.- División taxonómica:

- REINO: Plantae o vegetal
- DIVISIÓN: Angiospermae
- CLASE: Dicotyledoneae
- ORDEN: Ebenales
- FAMILIA: Sapotaceae
- GÉNERO: *Manilkara*
- ESPECIE: *bidentata*
- NOMBRE COMÚN: Quinilla colorada.

Fuente: Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist.

#### 1.2.1.2.- Descripción botánica de la especie en estudio (*Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev.).

Según: C. Reynel, R. T. Pennington, T. D. Pennington, C. Flores, A. Daza. (2003)

- **Árbol**, grande de unos 20 – 35 m de altura total, con diámetro de 50 – 150 cm, con el fuste cilíndrico y la ramificación desde el segundo tercio.
- **Raíz**, la base del fuste, generalmente con aletas de regular tamaño.
- **Corteza externa**, agrietada, profundamente fisurada, color marrón rojizo, las grietas de unos 3 – 5 cm, el ritidoma coriáceo o suberoso en placas rectangulares.
- **Corteza interna**, de textura laminar fibrosa, color rosado blanquecino, al ser cortada exuda látex blanco pegajoso.

- **Hojas**, simples, alternas, agrupadas al extremo de las ramitas; laminas oblongas a obovadas, de unos 12 – 18 cm de longitud y 4 – 7 cm de ancho, enteras, glabras, coriáceas, lustrosas, el ápice obtuso o redondo, la base aguda.
- **Inflorescencias**, en fascículos axilares en los nudos de las ramitas, con flores muy pequeños de unos 4 – 7 cm de ancho, enteras, glabras, coriáceas, lustrosas, el ápice obtuso o redondo, la base aguda.
- **Frutos**, bayas rojas, de forma ovoide, de unos 2 – 3 cm de diámetro, lustrosos. Los frutos son comestibles, dulces, con una semilla. Los frutos sirven de alimento a varias especies de mamíferos.
- **Comportamiento Fenológico**, la floración ocurre con más frecuencia en el mes de septiembre. La caída de los frutos ocurre entre diciembre y mayo, pero con mayor frecuencia en febrero.
- **Usos**, la madera es de excelente calidad, dura y pesada de color marrón rojizo, con grano recto y textura fina. Con ella se elabora parquet, en materiales de construcción, tales como puntales, vigas y chapas decorativas.
- **Habitad**, Región Amazónica, mayormente debajo de los 700 m.s.n.m. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante. Es una especie esciofita, presente en bosques primarios, en suelos arcillosos a limosos con pedregosidad baja a media.
- **Procedencia**, Se encuentra distribuida en América Tropical. En el Perú se encuentra distribuida en los departamentos de Loreto, San Martín y Madre de Dios. Se desarrolla en las formaciones ecológicas de bosque seco tropical (bs-T) y bosque húmedo tropical (bh-T), en suelos bajos de las riberas de los ríos formando rodales generalmente puros, asociada con *Guarea* sp., *Ficus* sp., *Cecropia* sp., *Calycophyllum spruceanum*, *Hura crepitans*, *Aniba* sp., y otras.

### 1.2.1.3.- Descripción de la madera.

- **Color:** Albura diferenciada del duramen. Albura de color marrón pálido. Duramen de color rojo claro a rosado.
- **Brillo:** No presenta.
- **Grano:** Recto algunas veces entrecruzado.
- **Textura:** Fina.
- **Veteado:** Sin veteado característico.
- **Olor:** Ausente o no distintivo.

(Confederación Peruana de la Madera, 2008)

### 1.2.1.4.- Características Tecnológicas.

#### ➤ Propiedades Físicas

- **Densidad Básica:** 0,87 gr/cm<sup>3</sup>
- **Contracción Volumétrica:** 15,80 %
- **Relación T/R:** 2,50
- **Contracción Tangencial:** 11,01 %
- **Contracción Radial:** 6,76 %

#### ➤ Propiedades Mecánicas

- **Módulo de Elasticidad en flexión:** 184,00 tn/cm<sup>2</sup>
- **Módulo de Ruptura en flexión:** 1204,00 kg/cm<sup>2</sup>
- **Compresión Paralela:** 476,00 kg/cm<sup>2</sup>
- **Compresión Perpendicular:** 140,00 kg/cm<sup>2</sup>
- **Corte paralelo a las Fibras:** 135,00 kg/cm<sup>2</sup>
- **Dureza de lados:** 1090,00 kg/cm<sup>2</sup>
- **Tenacidad:** 6,60 kg-m

(Confederación Peruana de la Madera, 2008)

### 1.2.1.5- Características de la Troza.

Moderadamente difícil de aserrar y de excelente trabajabilidad. Presenta una resistencia mecánica muy alta. Comportamiento al cepillado excelente. El comportamiento al torneado, taladrado y moldurado es excelente. El secado natural es lento. Presenta un buen comportamiento al secado artificial, con un programa suave.

**Diámetro:** Diámetro promedio de 35 pulgadas.

**Forma:** Cilíndrica.

**Defectos:** Muy pocos.

**Conservación:** La Quinilla Colorada es una madera altamente resistente al ataque de insectos, termitas y hongos. Sin embargo el tiempo de almacenamiento en el bosque debe ser prudencial. Su resistencia a insectos marinos es baja.

(Confederación Peruana de la Madera, 2008)

### 1.2.1.6- Aserrío y Secado.

**Durabilidad natural:** El duramen tiene un alto grado de resistencia al ataque de hongos, insectos y termitas. Su resistencia a insectos marinos es baja.

**Preservación:** Muy difícil de preservar por el tratamiento de baño caliente-frío y moderadamente tratable por el tratamiento de vacío a presión.

**Usos:** Construcción pesada. Postes de telégrafo. Horcones. Durmientes. Parquet. Cimientos. Piezas de puente. Chapas decorativas. Artesanía. Herramientas. Instrumentos. Arcos de violín.

(Confederación Peruana de la Madera, 2008)

### 1.2.1.7.- Durabilidad natural y Usos.

La Quinilla Colorado tiene una densidad básica muy alta. Presenta una resistencia mecánica muy alta. Presenta un buen comportamiento al secado artificial con un programa suave. Es una madera moderadamente difícil de aserrar y excelente trabajabilidad. El duramen tiene un alto grado de resistencia al ataque de hongos, insectos y termitas.

(Confederación Peruana de la Madera, 2008)

### **1.3.- Industria de la Madera.**

La industria maderera está comprendida casi en su totalidad por la transformación mecánica de madera rolliza a madera escuadrada, abarcando las líneas de aserrado, parquet, laminados y otros productos. Esta industria se abastece esencialmente de maderas provenientes de bosques tropicales y por ello se ubica en la región de la selva. Los procesos de transformación primaria cuentan con una maquinaria obsoleta y sobredimensionada y se realizan de forma independiente de la extracción, de manera que los industriales generalmente adquieren su materia prima a través de contratos con agentes extractores (Salas, 2007).

En el contexto internacional el comercio de productos forestales muestra una tendencia creciente. Los principales importadores mundiales de madera con transformación primaria son la Unión Europea, Estados Unidos, Japón, Italia y China. Estados Unidos es el principal y más grande mercado de madera y productos de madera en el mundo. Es también el mayor mercado de destino de las exportaciones peruanas. Ofrece excelentes posibilidades para la madera aserrada, frisas para pisos, pisos blanco lijados, productos estos últimos que están destinados exclusivamente a la construcción. Adicionalmente, hay una demanda de puertas, chapas decorativas como partes y piezas (Salas, 2007).

El diámetro, el largo, la forma y la sanidad de las trozas, la fase de desarrollo del árbol de donde provinieron y la posición de la troza en el fuste, influyen diferencialmente sobre el rendimiento del aserradero (Donoso y Caldentey, 1996).

### **1.4.- El rendimiento en la transformación de la madera.**

El incremento de los costos de la madera agudiza la necesidad de aprovechar la troza con mayor eficacia. La industria del aserrío se caracteriza por su escasa eficacia de conversión. La proporción del insumo de trozas que se transforma en madera aserrada rara vez alcanza el 60-70 por ciento. El resto queda en forma de costeros, recortes y testas, virutas y aserrín. Los informes del Japón acusan índices medios de recuperación nada menos que del 60 al 70 por ciento. Pero la elevación del índice de recuperación no mejora necesariamente el rendimiento económico, ya que éste puede significar sencillamente un incremento de la

producción de las calidades inferiores de madera aserrada. Más bien se logrará esta mejora, por ejemplo, con un aserrío más preciso, con la reducción de la vía de sierra y cortando la troza con el máximo aprovechamiento (Catie, 2005).

### **1.5.- Transformación de la madera.**

La forma más simple de industrializar la madera a partir de la troza, es su aserrado mediante gran variedad de máquinas y herramientas que pueden ser desde manual hasta los aserríos sumamente automatizados, capaces de producir 250 m<sup>3</sup> de madera aserrada en sección de trabajo. El desarrollo de este sector está influenciado directamente por la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos, además influirán de manera determinante los efectos del hombre sobre el medio ambiente (Zavala, 1991).

Egas (1998) expresa que estas tendencias tienen consecuencias importantes sobre la industria del aserrado actual, por lo que a nivel mundial se han implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los indicadores de la eficiencia en los aserraderos, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose fundamentalmente en la pericia y habilidad del personal técnico del aserradero y en las 7 características de la materia prima, hasta las que parten de programas de optimización que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo.

### **1.6.- ¿Qué es un Estudio de Rendimiento en el Aserrío de Trozas?**

Un estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada (Chávez, 1997).

El rendimiento es un parámetro que puede servir de base para que los manejadores de los aserraderos evalúen con relativa transparencia si las operaciones de producción están siendo ejecutadas correctamente en la empresa (Rocha, 2002).

## **1.7.- Los Aserraderos.**

Zavala (1991) expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en rollo para obtener madera aserrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos. En los aserraderos, aunque es recomendable que la operación de elaboración se complemente con la de secado en cámaras de los productos obtenidos, no tienen por qué incluir necesariamente esta última. Generalmente, los productos finales de aserrado, tablones, tablas, vigas y viguetas se venden con una humedad del 15 al 20 %. Reciben el nombre de aserríos porque los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidos exclusivamente por sierras.

### **1.7.1.- Tipos de Aserraderos en Madre de Dios.**

Miche (2006), expresa que el proceso de industrialización de las especies arbóreas (forestales) en el Madre de Dios; se realizaba la producción de madera Bruta (madera escuadrada); el trabajo de transformación se realizaba con aserraderos portátiles (aserraderos con armazón de castillo con fuerza de dos motosierras); quiere decir transformados en el lugar donde la especie es talada; lo cual con el paso del tiempo La región del Madre de Dios fue industrializándose con maquinarias sofisticadas para la transformación y producción de madera escuadrada, quiere decir aserraderos portátiles tales como:

- ✓ Aserradero portátil a sierra disco, con fuerza de un peke-peke 16 Hp; este tipo de maquinaria también es transportada al mismo lugar de trabajo, quiere decir donde árbol es talado, con la ventaja de que con este tipo de maquinaria la extracción de madera no está restringida como si lo está con aserradero con armazón de castillo.
- ✓ Aserradero estacionario a sierra disco, con fuerza motor Toyota, para este tipo de aserraderos es necesario llevar las trozas de madera hasta el lugar o plataforma de aserrado, quiere decir todas las trozas a ser transformadas tienen que ser llevados de su lugar de origen hasta donde se encontrase instalado el aserradero.

- ✓ Aserraderos Estacionario Mite Mite, con fuerza de motor Volkswagen aserradero con armazón de castillo para aserrado de madera en una plataforma y lo cual las trozas tiene que será transportadas desde el lugar de origen hasta la instalación del aserradero; tipo de aserradero a disco.
  
- ✓ Aserraderos de sierra a Cinta, el avance tecnológico de la industria para la transformación de madera en el Madre de Dios fue positiva; por que se iba implementando con mejores maquinarias para un mejor aprovechamiento y evitar mayor desperdicios de las trozas, claro está estas empresas madereras fueron instaladas por su alto costo en la Ciudad de Puerto Maldonado; las trozas de madera para el abastecimiento de los mencionados aserraderos las trozas son extraídas de lugares muy distantes donde se encuentra instaladas; el transporte es por vía acuática como también por vía terrestre.

#### **1.8.- Maquinas utilizados para el proceso de transformación primaria en el aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C.**

- ✓ **Sierra cinta electrónica o sierra principal (Schiffer).**- Este tipo de maquinaria se denomina sin fin vertical u horizontal simple; siendo en este caso para el aserradero, una sierra cinta vertical, y su corte es en un solo sentido.  
El sistema de corte más empleado es el de desdoble tangencial, que cuenta con un motor de 125 HP de fuerza.
  
- ✓ **Canteadora múltiple (Schiffer).**- Se utiliza para producir tablas o cuartones (bloques) con cantos paralelos, eliminando los cantos con inclusión de corteza y albura. Las tablas o tablones provenientes de la sierra principal, son transportados y alimentados a la canteadora en forma manual para su canteado por medio de dos a más sierras circulares que sirven para dar el ancho adecuado, dicha maquina cuenta con un motor de 40 HP de fuerza.

- ✓ **Despuntadora (Schiffer).**- Esta máquina se basa en una sierra circular que realiza cortes transversales o perpendiculares al eje de la tabla, que cuenta con un motor de 5 HP de fuerza. Su función es cortar los extremos de las tablas o cuartones de forma que éstas tengan ángulos rectos en sus extremos. También se las utiliza para eliminar defectos en las tablas como rajaduras, extremos podridos, grietas, etc.
  
- ✓ **Reaserradora o tableadora (Brenta).**- Este tipo de maquina es una sierra cinta pero más pequeña, que cuenta con un motor de 50 HP de fuerza, a diferencia de la sierra principal donde entran las trozas para ser aserrados, es que solo ingresan cuartones o llamados también bloques ya sean por daños, rajaduras o mal estado de la trozas es de ahí donde salen este tipo de producto para poder ser recuperados en esta máquina (Reaserradora), que consistirá en tablear a dicho producto, y su corte es en un solo sentido.
  
- ✓ **Mesa de recuperación (Siemens).**- Son pequeñas máquinas que constan de una sierra circular de mesa, cuenta con motor de 7 HP de fuerza, las cuales se utilizan para recuperar piezas sanas de dimensiones menores eliminando los cantos dañados o la albura existente en la madera.

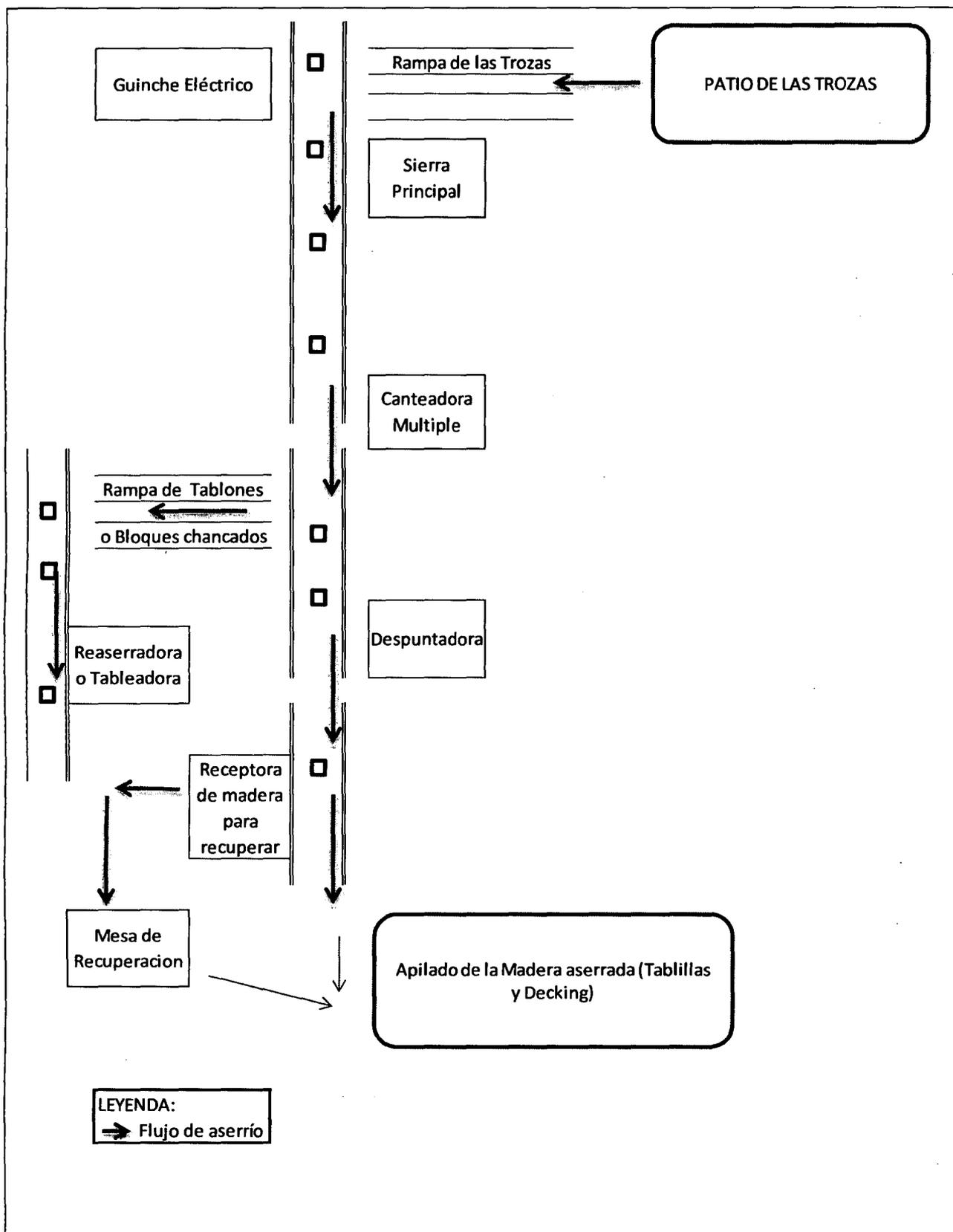


Figura N° 01. Flujo del proceso de producción del aserradero Forestal Río Piedras S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

### 1.9.-Tabla de volumen.

Malleux, Montenegro (1971), manifiesta que es una representación matemática y gráfica de la relación existente entre uno o más parámetros cuantitativos de los arboles (Dap y Altura) con el volumen maderable de los mismos, con el fin de facilitar los cálculos y resumirlos en un documento fácil de ser utilizado, es de gran importancia en la cubicación de madera en pie y aserrada y su uso es intenso. De acuerdo a los parámetros de relación con el volumen, las tablas pueden clasificarse en:

- **Las Tablas estandar.-** Son las que relacionan por lo menos dos parámetros con el volumen; estos parámetros son generalmente el Dap y la Altura comercial. Estas tablas son más laboriosas pero tiene la ventaja de su exactitud y son en realidad las más recomendables y pueden usarse en áreas o zonas amplias.
  
- **Las Tablas locales.-** son las que relacionan un solo parámetro con el volumen, este parámetro casi siempre es el Dap porque es el más fácil de medir en forma directa y en menor tiempo; además, está en relación directa con otros parámetros como la altura total y comercial. Su elaboración es relativamente sencilla por lo que está más difundida. Como puede deducirse, una tabla de volumen es elaborada tomando información de una cierta localidad, en consecuencia, su uso debe ser restringido, ya que las condiciones o características de los árboles, incluso los de una especie, varían de zona a zona

Mavrex (1969), describe un método “abreviado” para la construcción de tablas de cubicación para árboles en pie, utilizando directamente datos de una muestra representativa de la población a estudiar permitiendo una gran simplificación en los cálculos ya que se obtiene una ecuación que relaciona los datos con una exactitud considerable y utilizando sólo métodos estadísticos simples.

## CAPITULO II

### II. MATERIALES Y METODOS.

#### 2.1.- Características generales.

##### 2.1.1.- Ubicación del área de estudio.

El estudio se realizó en el aserradero FORESTAL RIO PIEDRAS S.A.C., departamento Madre de Dios, provincia Tambopata y distrito Tambopata, ubicado en la carretera a la cachuela Km 1,8 margen derecho, dicho aserradero cuenta con 2 plantas de transformación, 1 horno de secado de la madera y una planta de cepilladora.

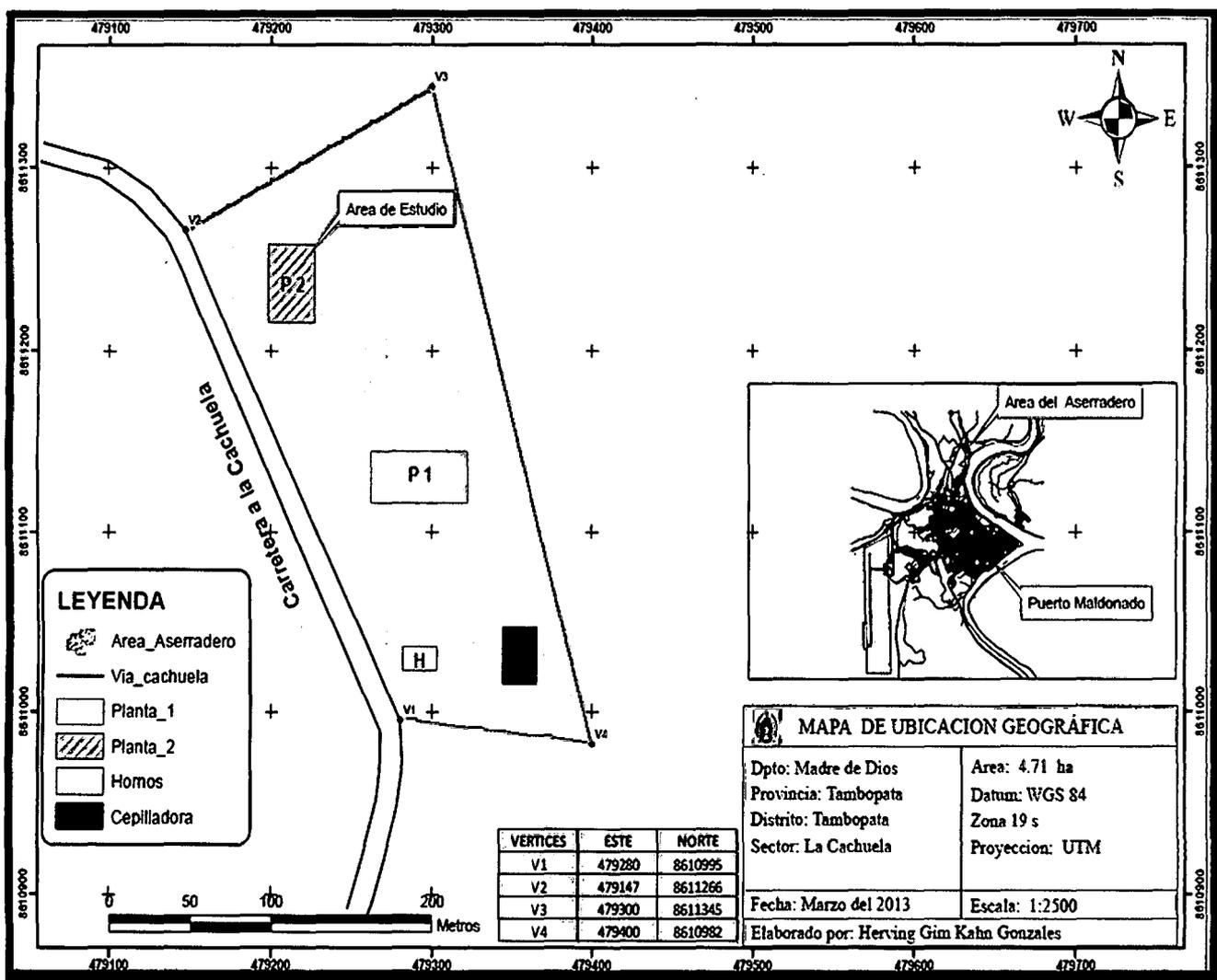


Figura N° 02. Ubicación del aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

## **2.2.- Materiales, maquinas, equipos y herramientas:**

### **2.2.1.- Materiales de campo.**

- ✓ Formatos para toma de datos
- ✓ Cámara fotográfica digital
- ✓ Wincha Métrica de 5 m
- ✓ Crayolas
- ✓ Lapiceros
- ✓ Lápices
- ✓ GPS

### **2.2.2.- Materiales de gabinete.**

- ✓ Programas estadísticos
- ✓ Útiles de escritorio
- ✓ Calculadora científica.
- ✓ Laptop
- ✓ Fólder
- ✓ Hojas bond.

### **2.2.3.- Maquinas utilizados para la ejecución del estudio.**

- ✓ Sierra cinta electrónica o Sierra principal (Schiffer)
- ✓ Canteadora Múltiple (Schiffer)
- ✓ Despuntadora (Schiffer)
- ✓ Reaserradora o Tableadora (Brenta)
- ✓ Mesa de Recuperación (Siemens)

## **2.3.- Metodología.**

El tipo de estudio de la investigación aplicado fue descriptivo y el método utilizado fue analítico descriptivo (cuantitativo), que consistió en someter un número determinado de trozas o volumen rollizo, en todo el proceso de transformación primaria para la obtención

de material aserrado en productos tablillas y decking de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), para determinar el rendimiento por la clase diamétrica.

### 2.3.1.- Procedimiento.

#### 2.3.1.1.- Fase de campo.

**2.3.1.1.1.- Selección de la especie.-** De las diferentes especies existentes en stock del aserradero se seleccionó la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), por no haber un estudio técnico de rendimiento en trozas a madera aserrada en el aserradero como también en el departamento.

**2.3.1.1.2.- Recolección de datos.-** Se elaboró formatos para el registro de información existente para el estudio de rendimientos (Ver anexo N° 01 y 02).

**2.3.1.1.3.- Población.-** El estudio contó con una población de 160 trozas de *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).

**2.3.1.1.4.- Tamaño de la muestra.-** Para poder determinar el tamaño de la muestra a utilizar en el presente estudio se procedió a realizar los cálculos estadísticos, tomando en cuenta que teníamos una población conocida de 160 trozas (stock del aserradero), donde se pudo determinar el número de trozas necesarias para desarrollar el estudio sobre rendimientos de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) en el proceso de transformación primaria, para lo cual se aplicó la siguiente fórmula (Suárez, 2011).

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

**Dónde:**

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante, se tomó en relación al 95% de confianza equivale a 1,96

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), en este caso se utilizará un error muestral de 5% (0,05), por ser un estudio al 95% de confiabilidad.

Tabla N° 01 Valores estadísticos para determinar la cantidad de trozas necesarias para realizar el estudio de rendimiento

Valores Estadísticos	Valores
N = Tamaño de la población	160 trozas
$\sigma$ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante	0,5
Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante, se tomó en relación al 95% de confianza equivale a	1,96
e = Límite aceptable de error muestral	0,05
n = Tamaño de la muestra	113

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 01, según lo obtenido estadísticamente en los cálculos del número de muestras en el Aserradero, se tomó un tamaño muestral mínima de 113 trozas; sin embargo, se tomó 120 trozas con la finalidad de tener una mejor representatividad de la población total.

**2.3.1.1.5.- Selección de las trozas.-** Una vez ya determinado el número de muestras a evaluar, se seleccionaron al azar las trozas para realizar el estudio y determinar el rendimiento.

**2.3.1.1.6.- Marcado de la troza.-** Una vez elegida las trozas, se procedió al marcado de sus extremos con crayolas de color diferente a de las trozas que no entraban en la evaluación para su reconocimiento del operador de cargador frontal quien se encarga de llevarlas a la rampa de las trozas para su aserrado, con la finalidad de evitar confusiones con el ingreso de otras trozas.

**2.3.1.1.7.- Medición de la troza.-** Una vez marcada la troza, se procedió a la medición de su diámetro y longitud en metros (Formula Smalian), considerando sus diámetros sin corteza por cada extremo se midió en forma de cruz para obtener un mejor promedio de cada extremo, utilizándose para ello una wincha.



Figura N° 03. Toma de medidas de la troza

Fuente: Elaboración propia

**2.3.1.1.8.- Determinación de las clases diamétricas.-** Este proceso se llevó a cabo una vez obtenido los diámetros de las trozas que fueron evaluadas, para luego ser ingresado en la sierra principal según las clases diamétricas que se determinó, con la finalidad de obtener la amplitud de intervalo de la serie de datos del diámetro se aplicó la siguientes formulas (Ibanegas, 2008)

**Rango o Amplitud**  $R = X_{max.} - X_{min.}$

**Intervalo o clase**  $K =$  En general se recomienda tener entre 5 y 15 intervalos o clases, es a criterio del investigador, para este estudio se tomó 5 clases

**Amplitud de Clase**  $C = R / K$

De los datos se obtuvo un diámetro promedio mayor de 110 cm y un diámetro promedio menor de 36 cm, se obtuvo un rango de los datos de la diferencia entre el valor mayor (110 cm) y el valor menor (36cm), obteniendo un rango de 74, teniendo como resultado 14,8 redondeado a 15 que es la amplitud de intervalo que se utilizó para la evaluación. Se cuantificó la producción aserrada de dichas trozas de manera separada, agrupando por clase diamétrica, se obtuvo un volumen total aserrado con la cual se determinó un factor de rendimiento, que se empleó para la obtención del volumen aserrado estimado por cada troza, ya que no se determinó el volumen real por cada troza, debido al rápido flujo de producción del aserradero y a sus productos acumulados por cada troza que se quedan por recuperar en días posteriores a su corte.

**2.3.1.1.9.- Proceso de aserrío en la empresa Forestal Rio Piedras S.A.C. .-** El proceso de aserrío consta de una serie de operaciones que van desde que las trozas son colocadas sobre la sierra, hasta que son convertidas en madera aserrada como tablas, tablones, vigas, etc.

A continuación mencionaremos los siguientes procesos de aserrío que se llevó a cabo para la transformación primaria en trozas (bolillos) a madera aserrada (tablillas y decking).

- **Rampa o acopio de las trozas que fueron aserradas.-** Es el lugar donde se lavan y sitúan las trozas que fueron aserradas, con la finalidad de limpiar el barro, tierra o piedras que se encuentren en los extremos de las trozas, que por manipuleo del operador de cargador frontal estas se incrustan en los extremos, y así tener un mayor cuidado con los dientes de las cintas o también en el afilado (Ver anexo figura N° 08).
- **Tableado en la sierra principal.-** Una vez lavado la troza, esta mediante un winche eléctrico es jalado al carro portatroza donde fueron acomodados para su respectivo corte, ya sea tableado (o también llamado a pulgada) o como también tabloado (o también llamado bloqueado), esto en función a la orden que da el jefe de planta con el fin de cumplir con algunos pedidos de los clientes (Ver anexo figura N° 09).

- **Proceso de canteado.-** Ya tableado la troza, dichos productos pasan por la canteadora múltiple que constan de dos a mas sierras circulares, eliminando así los cantos con inclusión de corteza y albura, con la finalidad de proporcionar el ancho adecuado o programado para esa especie, obteniendo varias tablas en una sola pasada, y que estas pueden variar dependiendo del ancho del tablón que entro a la canteadora (Ver anexo figura N° 10).

Los anchos varían según se detalla a continuación:

- ✓ **3,5 pulgadas** (0,0889 metros)
- ✓ **4,5 pulgadas** (0,1143 metros)
- ✓ **5,5 pulgadas** (0,1397 metros)
- ✓ **6,5 pulgadas** (0,1651 metros)

- **Proceso de despuntado.-** Una vez establecido los anchos de las tablas (canteado), luego pasó por una maquina llamada Despuntadora que consta de una sierra circular realizando cortes perpendiculares a la tabla, que se encargaba de dar el largo adecuado y dependía de los defectos que tengas dichas tablas, mientras más largo sea la tabla mucho mejor para la empresa, su costo es mayor (Ver anexo figura N° 11). Los largos varían según se detalla a continuación:

- ✓ **1,5 pies + 2 pulgadas** (0,51 metros)
- ✓ **2 pies + 2 pulgadas** (0,66 metros)
- ✓ **2,5 pies + 2 pulgadas** (0,81 metros)
- ✓ **3 pies + 2 pulgadas** (0,96 metros)
- ✓ **4 pies + 2 pulgadas** (1,27 metros)
- ✓ **5 pies + 2 pulgadas** (1,57 metros)
- ✓ **6 pies + 2 pulgadas** (1,88 metros)
- ✓ **7 pies + 2 pulgadas** (2,18 metros)
- ✓ **8 pies + 2 pulgadas** (2,49 metros)
- ✓ **9 pies + 2 pulgadas** (2,79 metros)
- ✓ **10 pies + 2 pulgadas** (3,10 metros)
- ✓ **11 pies + 2 pulgadas** (3,40 metros)
- ✓ **12 pies + 2 pulgadas** (3,71 metros)
- ✓ **13 pies + 2 pulgadas** (4,01 metros)
- ✓ **14 pies + 2 pulgadas** (4,32 metros)

- ✓ 15 pies + 2 pulgadas (4,62 metros)
- ✓ 16 pies + 2 pulgadas (4,93 metros)
- ✓ 17 pies + 2 pulgadas (5,23 metros)
- ✓ 18 pies + 2 pulgadas (5,54 metros)
- ✓ 19 pies + 2 pulgadas (5,84 metros)
- ✓ 20 pies + 2 pulgadas (6,14 metros)

#### **2.3.1.1.10.- Cuantificación del volumen de madera recuperada.**

Una vez aserrada la troza se tuvo la precaución de tener todas las tablas obtenidas de dicha troza, tanto de la canteadora múltiple como la despuntadora, que por defectos de la troza, como albura u otros daños que tenga, pasó por otro proceso a ser recuperado, ya sea en la reaserradora o en la mesa de recuperación; ya que todo es producto obtenido de la troza y por lo tanto también fue parte del rendimiento.

Este volumen se cuantificó midiendo las piezas: su espesor, ancho y largo.

- **Proceso de recuperado en la reaserradora.-** En esta fase se procedió a recuperar los cuarterones o también llamados bloques chancados que salen de las trozas, ya sean por rajaduras o mal estado de la troza, que consiste en tablear y de recuperar lo mayor que sea posible de estos productos (Ver anexo figura N° 12).
- **Proceso de recuperado en la mesa de recuperación.-** En esta máquina recuperamos todos las piezas que son rechazados por mala calidad, ya sea por los cantos dañados o un porcentaje mayor de albura existente, dichas piezas son producidas por la máquina de la despuntadora. En esta mesa de recuperación solo se recupera productos de tablillas por tener dimensiones pequeñas (Ver anexo figura N° 13).

**2.3.1.1.11.- Medición y conteo del producto aserrado.-** Luego se procedió a tomar las medidas correspondientes a cada tabla (ancho, espesor y largo) para conocer el volumen real, se tomó las dimensiones en pulgadas y pies, tomando en cuenta que el producto aserrado (tablillas y decking), fueron cubicadas de forma separada por clases diamétricas (Ver anexo figura N° 14).

**2.3.1.1.12.- Tipo de productos que se produce para la especie en estudio.-** A continuación se detalla los tipos de productos con sus respectivas medidas que produce la empresa para dicha especie:

Tabla N° 02 Medidas de los tipos de productos

Especie	Tipo de Producto	Medidas					
		Espesor		Ancho		Largo	
		pulg.	m.	pulg.	m.	pies.	m.
Quinilla	Tablillas	1	0,0254	3,5	0,0889	de 1,5 a 6	de 0,51 a 1,88
				4,5	0,1143	de 1,5 a 6	de 0,51 a 1,88
				5,5	0,1397	de 1,5 a 6	de 0,51 a 1,88
	Decking	1	0,0254	6,5	0,1651	de 7 a 20	de 2,18 a 6,14

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.1.2.- Fase de gabinete.

#### 2.3.1.2.1.- Evaluación y cálculos.

Una vez obtenido todas las medidas del producto que ingresó (trozas) y todo lo que salió (producto aserrado en tablillas y decking) se procedió a realizar los cálculos para la determinación del rendimiento de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla). Utilizándose las siguientes formulas:

Para la cubicación de trozas se utilizó la fórmula de Smalian:

$$V = 0,7854 \left( \frac{D1 + D2}{2} \right)^2 L$$

Dónde:

V: Volumen rollizo en m<sup>3</sup>

D1: Diámetro mayor (m)

D2: Diámetro menor (m)

L: Longitud de la troza (m)

0,7854: Constante ( $\pi/4$ )

Para la cubicación de madera aserrada se utilizó la siguiente formula (Manzanero, M.; Salazar, A. 2003).

$$V = \frac{L \times A \times E}{12}$$

Dónde:

V = Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies

A = Ancho de la tabla en pulgadas

E = Espesor de la tabla en pulgadas

El volumen en tablas se obtuvo en pies tablares, que luego se transformó el volumen de pies tablares a metros cúbicos utilizando el factor:  $1 \text{ m}^3 = 424$  pies (aproximación de 423,84).

#### 2.3.1.2.2.- Determinación del rendimiento.

Para obtener el rendimiento en porcentajes se aplicó la siguiente relación:

(Chávez, 1997).

$$R\% = \frac{\text{Volumen madera aserrada (m}^3\text{)}}{\text{Volumen madera rolliza (m}^3\text{)}} \times 100$$

### 2.3.1.2.3.- Análisis de regresión.

El análisis que se aplicó para este tipo de estudios fue el de correlación, el cual determina el grado de relación que existe entre dos o más variables, en este caso se empleó la regresión lineal, por ser el tipo de regresión que más se ajustan a los datos o la que mejor se acerca a 1. (Ver Tabla N° 03).

Tabla N° 03 Modelos de regresión del análisis de los datos

Modelos de Regresión	R	R <sup>2</sup>
Regresión Lineal (aplicado)	0,9946	0,9892 *
Regresión Exponencial	0.9463	0,8955
Regresión Logarítmica	0,9439	0,8909

Fuente: Elaboración propia

Este tipo de análisis permitió expresar una relación entre las variables por medio de una ecuación. Lo que se trató de establecer es si existe relación entre dos variables (X y Y). En este caso el volumen en troza estuvo representado por la variable independiente X y el volumen obtenido en tablas aserrado (tablillas y decking) estuvo representado por la variable dependiente Y.

El análisis de regresión nos permitió estimar o predecir una de las variables (dependiente), en función del conocimiento de la otra (independiente), basado en la ecuación de la recta.

$$Y = a + bX$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

$$r = \frac{n * \sum XY - (\sum X * \sum Y)}{\sqrt{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} * \sqrt{n * \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Dónde:

a = Constante de la ecuación de la regresión

b = Coeficiente de regresión

n = Tamaño de muestra

r = Coeficiente de correlación

X = Variable independiente

Y = Variable dependiente

#### **2.3.1.2.4.- Análisis de varianza (ANOVA).**

Se realizó un análisis de varianza de los datos para la relación volumen rollizo de la troza Vs volumen de madera aserrada (tablillas y decking), en la cual se determinará lo siguiente:

- ✓ Regresión Lineal
- ✓ Suma de Cuadrados
- ✓ Grados de libertad
- ✓ Media Cuadrática
- ✓ F
- ✓ Significancia

#### **2.3.1.2.5.- Elaboración de una tabla de volumen para madera aserrada.**

Una vez obtenida la ecuación de la recta, que nos permitirá predecir el volumen aserrado, se procedió a la construcción de una tabla de volumen de rendimiento de madera aserrada, para la obtención de tablillas y decking de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).

## CAPITULO III

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

#### 3.1.- Parámetros de la troza.

A continuación se presentan los parámetros estadísticos en relación a los diámetros y longitud de las trozas evaluadas.

Tabla N° 04 Parámetros estadísticos del diámetro y longitud de las trozas evaluadas

	<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Longitud (m)</b>
Promedio	66,41	6,17
Varianza	197,15	1,33
Desviación estándar	14,04	1,15
Mínimo	36	3,7
Máximo	110	9,4
Error típico	1,28	0,11
Coefficiente de variación %	21,14	18,64
N° Trozas	120	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 04 se observa que el coeficiente de variación, es mayor en el diámetro (21,14%) respecto a la longitud (18,64%), esto debido, a que dichas trozas son provenientes de bosques donde radican muchas especies de diferentes edades, por ende hay mucho más variación en los diámetros, sin embargo en la longitud se observa que los datos son representativos u homogéneos con respecto al promedio, que es básicamente por el trozado que se da en el aserradero, debido al requerimiento del mercado para su producción final. Así como también en la desviación estándar se aprecia que en el diámetro hay mayor variabilidad en la distribución de los datos que en la longitud, ya que estas, tienden a alejarse más, con respecto al promedio.

### 3.2.- Distribución y rendimiento por clase diamétricas.

Con la finalidad de analizar la influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de madera aserrada, para la obtención de productos tablillas y decking, se agrupo las trozas por categorías diamétricas, distribuidas de la siguiente manera:

Tabla N° 05 Distribución de las clases diamétricas

<b>Clase</b>	<b>N° de Trozas</b>	<b>Clase Diamétrica (cm)</b>	<b>Frecuencia Diamétrica (%)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
I	14	36 – 50	12	23
II	45	51 – 65	38	25
III	41	66 - 80	34	30
IV	16	81 - 95	13	32
V	4	96 - 110	3	32

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 05 se observa la distribución de las clases diamétricas para su análisis de rendimiento a madera aserrada, determinándose que el mayor porcentaje de trozas con un 38% se encuentran en el rango de 51 – 65 cm de diámetro y el menor porcentaje con 3% se encuentran en el rango de 96 – 110 cm de diámetro, con 5 clases diamétricas y una amplitud de intervalo de 15, teniendo en cuenta que todas las trozas son de una sola concesión.

Tabla N° 06 Rendimientos, volúmenes rollizos ingresados y volúmenes aserrados para tablillas y decking por clase diamétricas

N° de Muestras	Muestras/ Clase Diamétrica	Clase Diamétrica (cm)	Volumen ingresado (m <sup>3</sup> )	Volumen aserrado (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)
120	14	36 - 50	13,448	3,084	23
	45	51 - 65	71,720	18,234	25
	41	66 - 80	107,092	32,043	30
	16	81 - 95	59,461	18,891	32
	4	96 - 110	21,896	6,956	32
<b>Total General</b>			<b>273,617</b>	<b>79,208</b>	<b>29</b>

Fuente: Elaboración propia

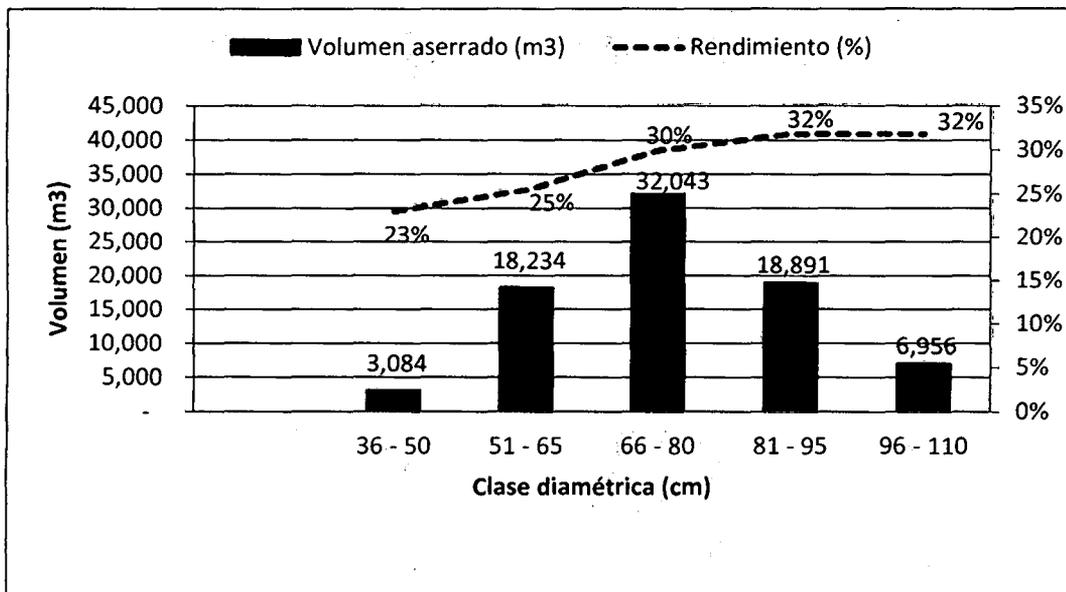


Figura N° 04. Distribución porcentual del rendimiento/clase diamétrica

Fuente: Elaboración propia

Analizando el rendimiento por clase diamétrica de las trozas evaluadas, en la Tabla N° 06, se puede observar los volúmenes ingresados y volúmenes obtenidos aserrados, indica que el volumen de las trozas ingresadas al proceso de rendimientos, aumenta proporcionalmente a medida que aumenta el diámetro de estas, sin embargo se aprecia que en la clase IV y V, muestra un aprovechamiento de 32 % de rendimiento para ambas clases diamétricas, menor a lo obtenido por Villacorta y Collazos con un 40.57 % de rendimiento para una especie de la misma densidad, *Dypterix odorata* (Shihuahuaco). (Ver Figura N° 04), así mismo la distribución porcentual del rendimiento y volúmenes obtenidos aserrados para tablillas y decking por clase diamétrica, el rendimiento en la clase diamétrica 81-95 cm es igual a 96-110. Esto está relacionado con la calidad de las trozas en los diámetros mayores para esta especie, ya que las trozas se encontraron con rajaduras en los extremos, que es característica de esta especie al exponerse al sol por un tiempo considerable.

Tabla N° 07 ANOVA de comparación de rendimientos por clase diamétricas

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Promedio de los Cuadrados</b>	<b>Fc.</b>	<b>Valor Crítico de Ft. (95%)</b>
Tratamiento	4	0,1147	0,0287	78,378	2,451
Error	115	0,0421	0,0004		
Total	119	0,1567			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 07, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de los rendimientos por clase diamétricas utilizando para ello el diseño completamente al azar (DCA) con datos faltantes, se observa que el (Fc.) es mayor que el (Ft.), existiendo diferencia altamente significativa entre los promedios, a un nivel de confianza de 95%, indicando, que hay influencia de la clase diamétricas en el rendimiento.

Con el objeto de conocer cuáles de los promedios (rendimientos) son iguales o significativamente diferentes, fue necesario realizar la comparación de promedios de los rendimientos, para ello, se utilizó la prueba de Tukey por ser más exigente en la comparación de medias de las clases diamétricas (tratamientos).

Tabla N° 08 Resultados de significancia vertical

Clase diamétricas (tratamientos)	Promedios	Significancia (*)
V	0,32	a
IV	0,32	ab
III	0,30	c
II	0,25	d
I	0,23	e

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 08, se observa que el rendimiento en la clase diamétrica V, es significativo con respecto a las clases III, II y I pero no hay diferencia estadística significativa para la clase IV, indicando que existe influencia de la clase diamétrica en el rendimiento de madera aserrada para tablillas y decking, es decir las clases V y IV se comportó mejor en el rendimiento para dichos productos aserrados, debido al mayor porcentaje de duramen respecto al total de la troza en diámetros mayores. La clase I es el que menor influencia tiene sobre el rendimiento, debido a que son diámetros menores procedentes de árboles jóvenes con un mayor porcentaje de albura lo cual se origina mayor desperdicio.

Tabla N° 09 Distribución porcentual de productos por clase diamétricas

Categoría Diamétrica (cm)	Volumen Decking (m3)	Volumen Tablillas (m3)	Volumen Total (m3)	Volumen (%) Decking	Volumen (%) Tablillas
36 - 50	0.833	2.251	3.084	27.00	73.00
51 - 65	6.468	11.766	18.234	35.47	64.53
66 - 80	13.826	18.218	32.043	43.15	56.85
81 - 95	8.312	10.579	18.891	44.00	56.00
96 - 110	3.061	3.896	6.956	44.00	56.00

Fuente: Elaboración propia

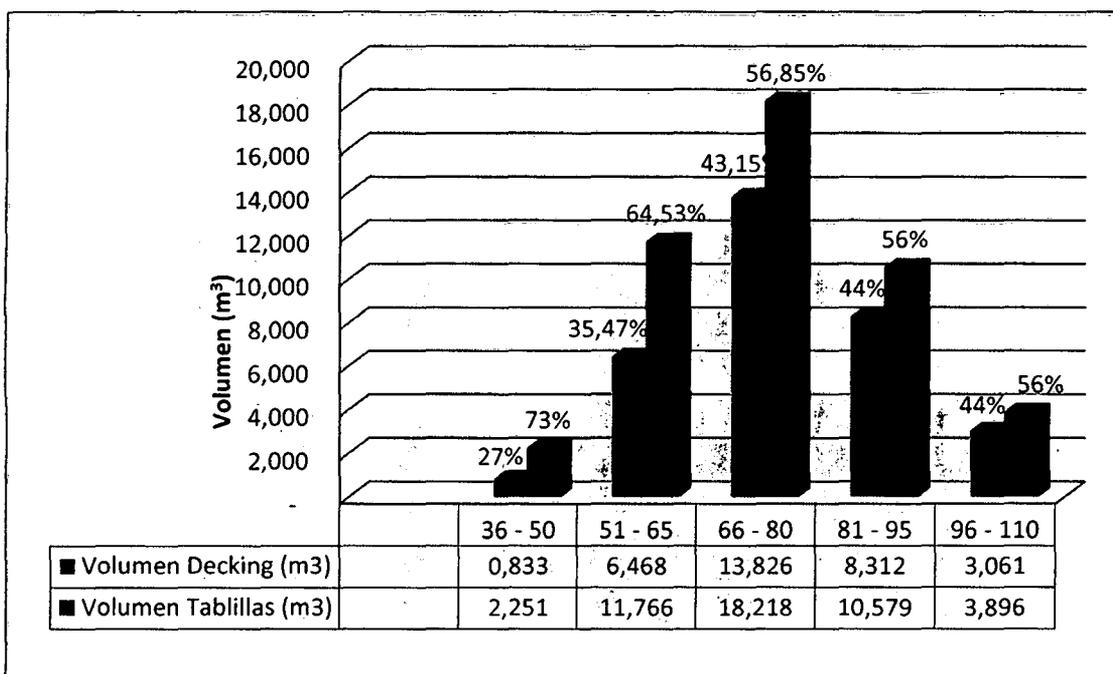


Figura N° 05. Porcentaje de productos/clase diamétrica

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 09 y Figura N° 05, se presentan la distribución porcentual de productos obtenidos por clase diamétrica, según los resultados del estudio realizado en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C., se puede apreciar que el mayor porcentaje de productos, de las diferentes clases existentes, se da en las tablillas, en especial a los de menor diámetro (36 – 50 cm), con un rendimiento de 73% de tablillas por cada metro cubico ingresado para esta clase diamétrica, debido a que las trozas con menor diámetro, rinde poca madera de dimensiones grandes como lo es en el producto decking, es por eso que a medida que va aumentando el diámetro en la troza para esta especie, disminuye el rendimiento en tablillas.

### 3.3.- Determinación del rendimiento total en volumen de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla).

Tabla N° 10 Total de volumen ingresado Vs volumen aserrado y rendimiento

N° de Muestras	Volumen ingresado (m <sup>3</sup> )	Volumen aserrado Tablillas y Decking (m <sup>3</sup> )	Residuos (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)
120	273,617	79,208	194,409	29

Fuente: Elaboración propia

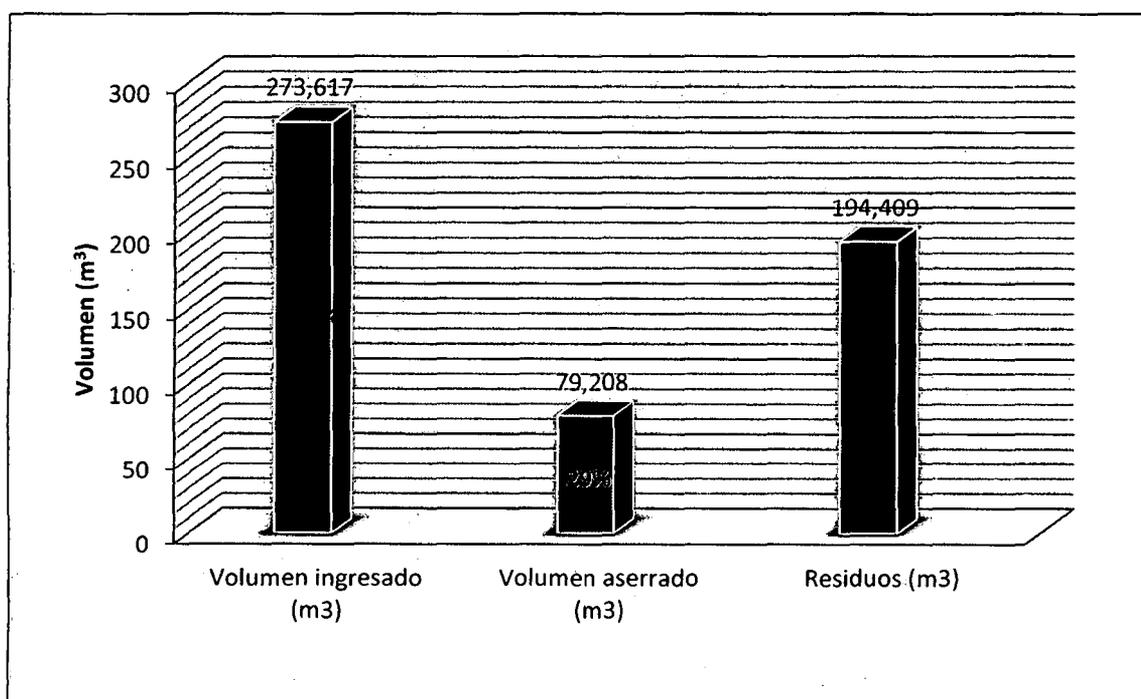


Figura N° 06. Volumen ingresado Vs volumen aserrado

Fuente: Elaboración propia

Según Tabla N° 10 y Figura N° 06, se puede observar el volumen de 273,617 m<sup>3</sup> ingresado al aserrío de las 120 trozas evaluadas de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), y el volumen después del aserrío con 79,208 m<sup>3</sup> obteniéndose un rendimiento

de 29%, y un 71% que quedó como residuo entre aserrín, leña o retacería, dichos resultados nos indica un factor rendimiento aserrado de 122,96 pt/m<sup>3</sup>. El rendimiento determinado (29%) fue inferior al encontrado por Gutierrez, Trias, Gomez, Ramirez, (2007) de 40.35% en la misma especie, debido a que se consideró otros productos más, diferentes a lo evaluado en el presente estudio que tan solo se evaluó productos tablillas y decking, e inferior encontrado por Miche (2006), con la misma densidad pero diferente especie con un 49.39% de rendimiento donde incluye madera de segunda dentro de sus productos aserrados obtenidos.

Tabla N° 11 Coeficiente de aserrío para tablillas y decking por clase diamétrica

<b>N° de Muestras</b>	<b>Muestras/ Clase Diamétrica</b>	<b>Clase Diamétrica (cm)</b>	<b>Coeficiente de aserrío</b>
120	14	36 - 50	0,23
	45	51 - 65	0,25
	41	66 - 80	0,30
	16	81 - 95	0,32
	4	96 - 110	0,32

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12 Rendimiento total aserrado por tipo de producto

	<b>Total aserrado</b>	<b>Producto Decking</b>	<b>Producto Tablillas</b>	<b>N° de Muestras</b>
Volumen (m <sup>3</sup> )	79,208	32,499	46,709	120
Rendimiento (%)	100	41	59	

Fuente: Elaboración propia

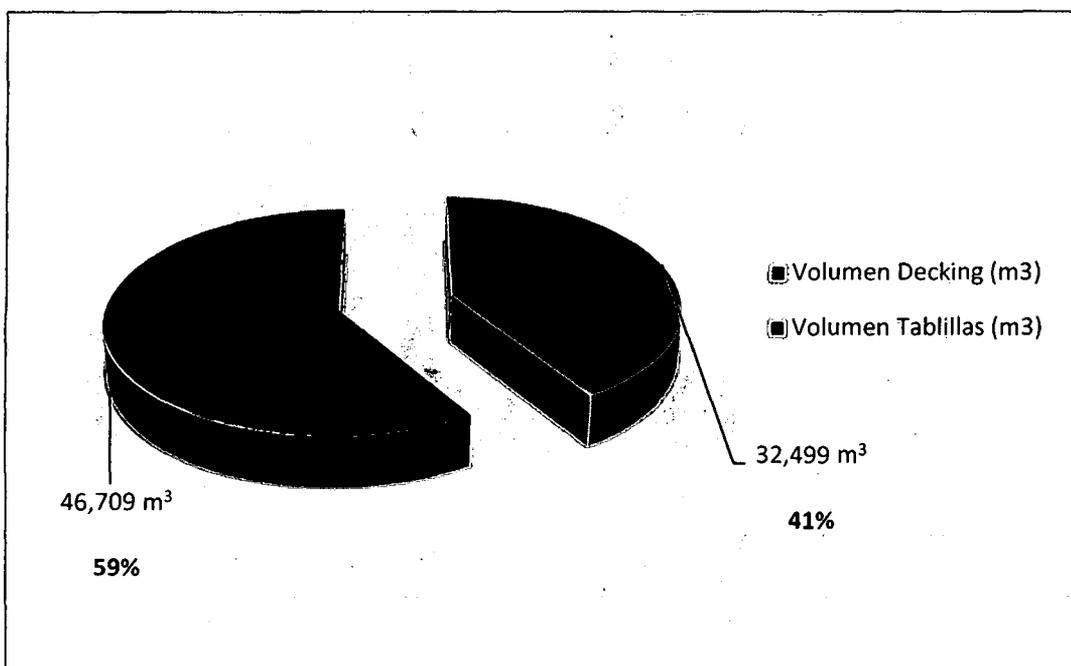


Figura N° 07. Rendimiento total por tipo de producto

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N° 12 y Figura N° 07, observamos que el 59% del total de volumen ingresado al aserrío salieron productos como tablillas con un volumen de 46,709 m<sup>3</sup>, y un 41% correspondiente a productos decking con un volumen de 32,499 m<sup>3</sup>, indicándonos mayor rendimiento para el producto Tablillas para la especie en estudio.

### 3.4.- Resultados del Análisis Estadístico.

Del total de las 120 trozas evaluadas los resultados estadísticos son los siguientes:

Tabla N° 13 Coeficiente de correlación lineal entre el volumen rollizo sobre el volumen aserrado

	Volumen rollizo	Volumen aserrado
Volumen rollizo	1	
Volumen aserrado	0,9946	1

Fuente: Elaboración propia

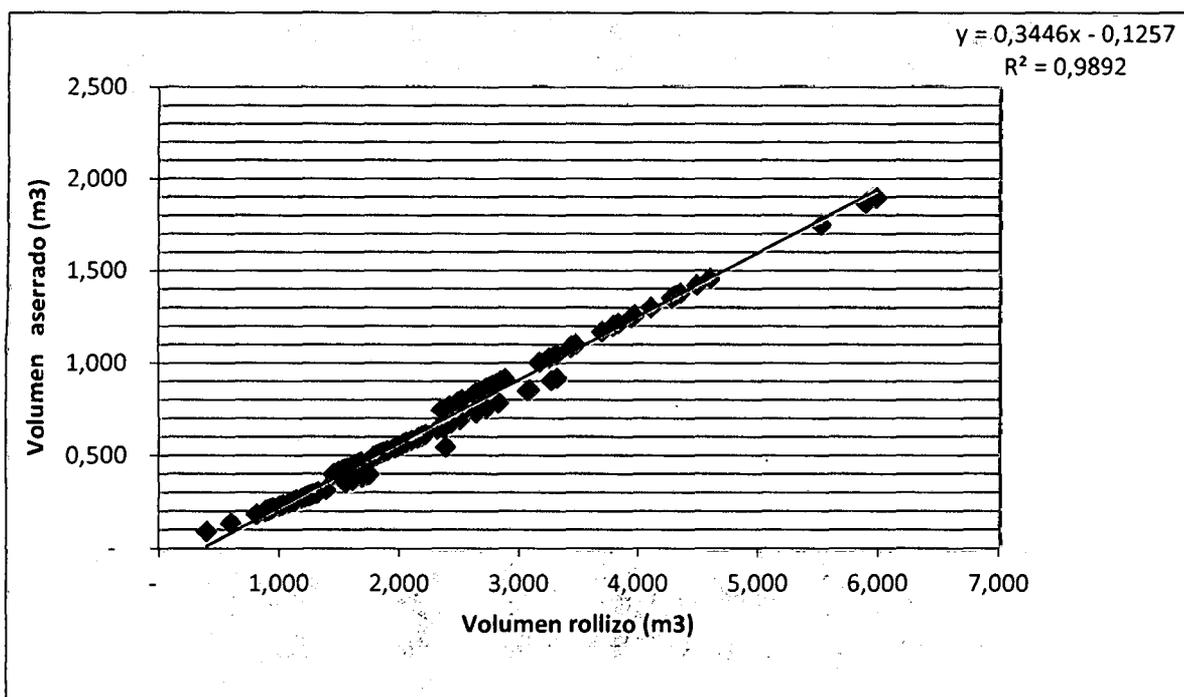


Figura N° 08. Relación volumen rollizo Vs volumen aserrado

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 13, se puede observar que existe un coeficiente de correlación muy alta, del volumen rollizo respecto al volumen aserrado, indicando una perfecta asociación positiva como vemos en la Figura 08, y que a medida que aumenta una de las variables también aumenta la otra variable, demostrando que la tendencia de la nube es directamente proporcional entre las dos variables, debido a la disminución de defectos (rajaduras y huecos), y mejorar la calidad de la troza al aumentar el diámetro, considerándose que esto se da hasta cierto punto en cuanto a los diámetros mayores.

Tabla N° 14 Ecuación de la Recta

VARIABLES	VALORES	ECUACION
Y= V = volumen de madera aserrada		$Y = a + b x$
X= volumen rollizo		
a = Constante	- 0,1257	
b = Coeficiente de regresión	0,3446	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 14, se presentan la ecuación de la recta obtenido a partir de la relación volumen rollizo con el volumen aserrado, de los cuales se obtuvo  $-0,1257$  para la constante “a” y  $0,3446$  para el coeficiente de regresión “b”, que estas a su vez serán reemplazadas en la ecuación de la recta  $Y = a + b x$ , que será de la siguiente manera  $Y = -0,1257 + 0,3446 (x)$  donde “X” es una constante de distintos valores del volumen rollizo de la troza y “Y” siendo el volumen aserrado esperado (Ver Anexo N° 4).

Dicha ecuación será factible únicamente para la especie en estudio con la cual se podrán realizar estimaciones de los rendimientos antes de procesar las trozas, únicamente con los volúmenes rollizos, lo que ayudará a realizar planificaciones sobre la comercialización de los productos de madera.

Tabla N° 15 Resumen estadístico de la regresión.

<b>Estadísticas de la regresión</b>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,9946
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,9892
R <sup>2</sup> ajustado	0,9891
Error típico	0,0412
Observaciones	120

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 15, se presentan el resumen estadístico de la regresión, obteniéndose un coeficiente de correlación de  $0,9946$ , y un coeficiente de determinación de  $0,9892$  con un error típico de  $0,0412$ , indicándonos que el rendimiento de madera aserrada de la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), es influenciada en un  $98,92\%$  por el volumen rollizo de la troza.

Tabla N° 16 ANOVA de regresión lineal del volumen rollizo sobre el volumen aserrado en *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Promedio de los Cuadrados	Fc.	Valor Crítico de Ft. (95%)
Regresión	1	18,314	18,314	10805,986	0,000 <sup>1</sup>
Residuos	118	0,200	0,002		
Total	119	18,514			

Elaboración Propia

En la Tabla N° 16, se observa una regresión varianza (Fc.) mayor que el (Ft.), indicando que existe significancia estadística con un nivel de confianza de 95% entre estas dos variables, es decir, que existe un efecto y relación directa entre el volumen rollizo la troza respecto al volumen aserrado obtenido.

### 3.5.- Tabla de volumen de rendimiento de madera aserrada de *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) para la obtención de tablillas y decking.

La tabla de volumen de rendimiento fue elaborada a partir de la ecuación de la recta lineal determinada, donde a partir del volumen rollizo se puede predecir el volumen aserrado para tablillas y decking que se muestra a continuación.

Tabla N° 17 Tabla de rendimiento de madera aserrada de *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla) para la obtención de tablillas y decking

			Diámetro de Troza															
			Pulg.	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
			Cm	50,8	55,9	61	66	71,1	76,2	81,3	86,4	91,4	96,5	101,6	106,7	111,8	116,8	121,9
Pies	Metros	Producto	Volumen en PT															
			Longitud de la Troza	10	3,0	Tablillas	20,97	32,02	44,13	57,03	71,23	86,49	102,81	120,81	138,24	157,70	178,22	199,80
Decking	14,57	22,25				30,67	39,63	49,50	60,11	71,44	71,44	96,06	109,59	123,85	138,84	154,57	170,71	187,89
<b>Total</b>	<b>35,55</b>	<b>54,28</b>				<b>74,80</b>	<b>96,67</b>	<b>120,74</b>	<b>146,60</b>	<b>174,25</b>	<b>174,25</b>	<b>234,30</b>	<b>267,29</b>	<b>302,07</b>	<b>338,65</b>	<b>377,01</b>	<b>416,36</b>	<b>458,27</b>
11	3,4	Tablillas		27,96	40,48	54,21	68,83	84,92	102,22	120,71	140,40	160,86	182,92	206,18	230,63	256,29	282,60	310,62
		Decking		19,43	28,14	37,67	47,83	59,02	71,03	83,88	97,56	111,79	127,12	143,28	160,27	178,10	196,38	215,86
		<b>Total</b>		<b>47,39</b>	<b>68,62</b>	<b>91,88</b>	<b>116,66</b>	<b>143,94</b>	<b>173,25</b>	<b>204,59</b>	<b>237,96</b>	<b>272,65</b>	<b>310,04</b>	<b>349,46</b>	<b>390,90</b>	<b>434,38</b>	<b>478,98</b>	<b>526,48</b>
12	3,7	Tablillas		33,20	46,83	61,77	77,68	95,19	114,01	134,13	155,56	177,83	201,84	227,15	253,76	281,67	310,31	340,80
		Decking		23,07	32,55	42,92	53,98	66,15	79,23	93,21	108,10	123,58	140,26	157,85	176,34	195,74	215,64	236,83
		<b>Total</b>		<b>56,28</b>	<b>79,38</b>	<b>104,69</b>	<b>131,66</b>	<b>161,34</b>	<b>193,24</b>	<b>227,35</b>	<b>263,66</b>	<b>301,41</b>	<b>342,10</b>	<b>384,99</b>	<b>430,10</b>	<b>477,41</b>	<b>525,94</b>	<b>577,63</b>
13	4,0	Tablillas		38,44	53,18	69,33	86,52	105,46	125,81	147,56	170,72	194,80	220,75	248,11	276,88	307,06	338,02	370,99
		Decking		26,72	36,96	48,18	60,13	73,29	87,42	102,54	118,64	135,37	153,40	172,42	192,41	213,38	234,89	257,80
		<b>Total</b>		<b>65,16</b>	<b>90,14</b>	<b>117,50</b>	<b>146,65</b>	<b>178,75</b>	<b>213,23</b>	<b>250,10</b>	<b>289,36</b>	<b>330,17</b>	<b>374,15</b>	<b>420,53</b>	<b>469,29</b>	<b>520,44</b>	<b>572,91</b>	<b>628,79</b>
14	4,3	Tablillas		43,69	59,53	76,89	95,37	115,73	137,60	160,99	185,89	211,77	239,67	269,08	300,01	332,45	365,73	401,17
		Decking		30,36	41,37	53,43	66,28	80,42	95,62	111,87	129,17	147,16	166,55	186,99	208,48	231,02	254,15	278,78
		<b>Total</b>		<b>74,04</b>	<b>100,90</b>	<b>130,31</b>	<b>161,65</b>	<b>196,15</b>	<b>233,22</b>	<b>272,86</b>	<b>315,06</b>	<b>358,93</b>	<b>406,21</b>	<b>456,07</b>	<b>508,49</b>	<b>563,47</b>	<b>619,88</b>	<b>679,95</b>
15	4,6	Tablillas		48,93	65,88	84,44	104,22	126,00	149,39	174,41	201,05	228,74	258,58	290,05	323,13	357,84	393,44	431,35
		Decking		34,00	45,78	58,68	72,42	87,56	103,82	121,20	139,71	158,95	179,69	201,56	224,55	248,67	273,40	299,75
		<b>Total</b>		<b>82,93</b>	<b>111,65</b>	<b>143,12</b>	<b>176,64</b>	<b>213,55</b>	<b>253,21</b>	<b>295,61</b>	<b>340,76</b>	<b>387,69</b>	<b>438,27</b>	<b>491,60</b>	<b>547,68</b>	<b>606,50</b>	<b>666,84</b>	<b>731,10</b>
16	4,9	Tablillas		54,17	72,22	92,00	113,07	136,27	161,19	187,84	216,21	245,70	277,50	311,01	346,26	383,23	421,15	461,53
		Decking		37,64	50,19	63,93	78,57	94,69	112,01	130,53	150,25	170,74	192,84	216,13	240,62	266,31	292,66	320,73
		<b>Total</b>		<b>91,81</b>	<b>122,41</b>	<b>155,94</b>	<b>191,64</b>	<b>230,96</b>	<b>273,20</b>	<b>318,37</b>	<b>366,46</b>	<b>416,45</b>	<b>470,33</b>	<b>527,14</b>	<b>586,88</b>	<b>649,54</b>	<b>713,81</b>	<b>782,26</b>
17	5,2	Tablillas		59,41	78,57	99,56	121,92	146,53	172,98	201,26	231,37	262,67	296,41	331,98	369,38	408,61	448,86	491,72
		Decking	41,29	54,60	69,19	84,72	101,83	120,21	139,86	160,78	182,53	205,98	230,70	256,69	283,95	311,92	341,70	
		<b>Total</b>	<b>100,70</b>	<b>133,17</b>	<b>168,75</b>	<b>206,64</b>	<b>248,36</b>	<b>293,19</b>	<b>341,12</b>	<b>392,16</b>	<b>445,21</b>	<b>502,39</b>	<b>562,68</b>	<b>626,07</b>	<b>692,57</b>	<b>760,77</b>	<b>833,42</b>	
18	5,5	Tablillas	64,65	84,92	107,12	130,76	156,80	184,78	214,69	246,54	279,64	315,32	352,95	392,51	434,00	476,57	521,90	
		Decking	44,93	59,01	74,44	90,87	108,96	128,40	149,19	171,32	194,33	219,12	245,27	272,76	301,59	331,17	362,67	
		<b>Total</b>	<b>109,58</b>	<b>143,93</b>	<b>181,56</b>	<b>221,63</b>	<b>265,76</b>	<b>313,18</b>	<b>363,88</b>	<b>417,86</b>	<b>473,97</b>	<b>534,45</b>	<b>598,21</b>	<b>665,26</b>	<b>735,60</b>	<b>807,74</b>	<b>884,57</b>	
19	5,8	Tablillas	69,89	91,26	114,68	139,61	167,07	196,57	228,11	261,70	296,61	334,24	373,91	415,63	459,39	504,27	552,08	
		Decking	48,57	63,42	79,69	97,02	116,10	136,60	158,52	181,86	206,12	232,27	259,84	288,83	319,24	350,43	383,65	
		<b>Total</b>	<b>118,47</b>	<b>154,68</b>	<b>194,37</b>	<b>236,63</b>	<b>283,17</b>	<b>333,17</b>	<b>386,63</b>	<b>443,56</b>	<b>502,73</b>	<b>566,51</b>	<b>633,75</b>	<b>704,46</b>	<b>778,63</b>	<b>854,70</b>	<b>935,73</b>	
20	6,1	Tablillas	75,14	97,61	122,23	148,46	177,34	208,36	241,54	276,86	313,58	353,15	394,88	438,75	484,78	531,98	582,26	
		Decking	52,21	67,83	84,94	103,17	123,23	144,79	167,85	192,39	217,91	245,41	274,41	304,90	336,88	369,68	404,62	
		<b>Total</b>	<b>127,35</b>	<b>165,44</b>	<b>207,18</b>	<b>251,63</b>	<b>300,57</b>	<b>353,16</b>	<b>409,39</b>	<b>469,25</b>	<b>531,49</b>	<b>598,57</b>	<b>669,29</b>	<b>743,65</b>	<b>821,66</b>	<b>901,67</b>	<b>986,89</b>	
21	6,4	Tablillas	80,38	103,96	129,79	157,31	187,60	220,16	254,96	292,02	330,54	372,07	415,85	461,88	510,17	559,69	612,44	
		Decking	55,86	72,24	90,19	109,32	130,37	152,99	177,18	202,93	229,74	258,56	288,98	320,97	354,52	388,94	425,60	
		<b>Total</b>	<b>136,23</b>	<b>176,20</b>	<b>219,99</b>	<b>266,62</b>	<b>317,97</b>	<b>373,15</b>	<b>432,14</b>	<b>494,95</b>	<b>560,25</b>	<b>630,63</b>	<b>704,83</b>	<b>782,85</b>	<b>864,69</b>	<b>948,63</b>	<b>1 038,04</b>	
22	6,7	Tablillas	85,62	110,30	137,35	166,15	197,87	231,95	268,39	307,19	347,51	390,98	436,81	485,00	535,55	587,40	642,63	
		Decking	59,50	76,65	95,45	115,46	137,50	161,19	186,51	213,47	241,49	271,70	303,55	337,04	372,16	408,20	446,57	
		<b>Total</b>	<b>145,12</b>	<b>186,96</b>	<b>232,80</b>	<b>281,62</b>	<b>335,38</b>	<b>393,14</b>	<b>454,90</b>	<b>520,65</b>	<b>589,01</b>	<b>662,68</b>	<b>740,36</b>	<b>822,04</b>	<b>907,72</b>	<b>995,60</b>	<b>1 089,20</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 17 se observa el rendimiento de madera rolliza a madera aserrada para Tablillas y Decking expresada en pies tablares, siendo esta la más utilizada en todo el mundo. Se ha estructurado en base a los rendimientos obtenidos según la ecuación de regresión lineal para volúmenes rollizos ingresados al aserrío para cada troza, teniendo dos entradas diámetro de troza expresadas en pulgadas y centímetros y longitud de troza expresados en pie y metros.

En esta tabla en forma directa se descuenta la corteza de la troza para el cálculo del volumen. Es decir con tan solo conocer el volumen rollizo de la troza se puede determinar fácilmente el volumen aserrado que obtendrá en los productos Tablillas y Decking para su comercialización.

Teniendo en cuenta la limitada información para esta especie en nuestro departamento, y la falta de sistemas que permitan una mayor equidad entre el comprador y vendedor de madera rolliza, así como también para el concesionario, tener conocimiento de cuanto le va a rendir su madera (trozas) antes de su aserrío, se elaboró dicha tabla de volumen en base a los rendimientos aserrados obtenidos para estos productos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ❖ CONCLUSIONES

- El Rendimiento promedio total obtenido para la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), en la obtención de tablillas y decking es 29%, que corresponde a 122,96 pies tablares por cada metro cúbico rollizo ingresado al aserrío, teniendo un coeficiente de aserrío promedio de 0.29, lo cual indica un bajo rendimiento para la obtención de tablillas y decking, no siendo factible para el empresario aprovechar esta especie.
- De las 120 trozas evaluadas, se obtuvo un volumen total aserrado de 79,208 m<sup>3</sup> distribuidos en 32,499 m<sup>3</sup> en decking representando un 41% y un volumen de 46,709 m<sup>3</sup> para tablillas representando un 59% del volumen total aserrado, indicando mayor rendimiento para las tablillas debido a sus dimensiones pequeñas que tiene ese producto de la especie en estudio.
- El volumen rollizo de la troza tiene una relación directamente proporcional con el volumen de madera aserrada, explicándose mediante una función de regresión lineal con pendiente positiva, debido a que las trozas más gruesas presentan mayor porcentaje de duramen respecto al total de la troza, lo cual indica un rendimiento ligeramente superior que las trozas más delgadas, indicando que el rendimiento va aumentando proporcionalmente en relación a las clases diamétricas, determinándose que las trozas acopiadas a la intemperie por mucho tiempo en esta especie, tienden a rajarse por efecto del sol, influyendo directamente la calidad de la troza y su efecto en el rendimiento.
- Se obtuvo la tabla de volumen de rendimiento a madera aserrada para productos tablillas y decking, en base al volumen rollizo ingresado al aserrío, relacionando estos dos volúmenes se determinó la ecuación de la recta, teniendo regular exactitud, comparándola con el rendimiento obtenido de las 120 muestras evaluadas para dicha especie, siendo esta de gran utilidad para el concesionario, comprador o vendedor de madera rolliza, para la toma de mejores decisiones.

## ❖ RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta la limitada información en nuestra región de todas las especies comerciales que se procesan en los diferentes aserraderos, sobre el rendimiento de la madera rolliza a madera aserrada, y la falta de sistemas (tabla de volumen), que permitan a los empresarios madereros a tomar decisiones sobre el rendimiento aserrado que va a obtener por especie antes de ser procesado en el aserradero, se recomienda continuar con estudios similares para otras especies forestales de valor comercial en nuestra región, así como también en otros tipos de aserraderos como los portátiles y estacionarios que son básicamente a disco y sierra cinta.
- Consecuentemente, a partir de estos tipos de estudio se origina un porcentaje considerable en residuos de madera en las diferentes fases del procesamiento primario como se determinó de la especie en estudio, donde se obtuvo un porcentaje considerable en residuos; dichos resultados revelan la necesidad de realizar investigaciones y usos apropiados para aprovechar estos residuos y de esa manera incrementar el grado de utilización de la materia prima, dándose especialmente con trozas de diámetros menores.
- Se recomienda a los empresarios madereros que para la especie *Manilkara bidentata* (A.DC.) A. Chev. (Quinilla), no tener demasiado tiempo a la intemperie las trozas en el patio de acopio, ya que por efecto del sol ocasionan rajaduras, bajando su calidad, y por ende baja su rendimiento como también su valor comercial, dando prioridad de aserrío a esta especie cuando sean ingresado a la planta de transformación, así como capacitar y especializar a los encargados del aserrío u operadores de las mejores formas y métodos sobre el corte de la troza, para poder maximizar el rendimiento para los diferentes tipos de aserraderos.
- Se recomienda a los concesionarios e involucrados en la extracción de madera para su transformación, que en sus POAs consideren diámetros mayores, a partir de 65 cm, mayor al diámetro mínimo de corta establecido por la DGFFS (Dirección General de Flora y Fauna Silvestre) siendo 41 cm.

## BIBLIOGRAFIA

- Arreaga, J. (2007). Rendimiento en la Transformación de madera en Rollo a madera aserrada de la especie *Swietenia macrophylla* (Caoba). Tesis para Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Bazan, F. (1951). Proyecto de Explotación Forestal en la zona de topa Tulumayo. Tesis para Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 104 pg.
- Bruce, D y Schumacher, F. (1965). Medición Forestal. Editorial Herrera S.A. México.
- Benitez. (1981). La Industria del Aserrío del Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/03. Documento de Trabajo N°8. Lima –Perú. 60 p.
- W. Ccahuana. (2007). Estudio de Rendimiento y Tiempos en el proceso de aserrío de trozas de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) con un aserradero de cinta vertical, en la provincia de Tahuamanu. Tesis para optar el Título profesional de Ing. Forestal – UNSAAC - Sede Puerto Maldonado.
- Catie.CR. (2005). Árboles de Centroamérica: *Swietenia macrophylla* (en línea). Costa Rica. Consultado 15 mar 2006.
- C. Reynel, R. T. Pennington, T. D. Pennington, C. Flores, A. Daza. Árboles útiles de la Amazonía Peruana: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies, Lima 2003.
- Chávez, A. (1997). *Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío. Manual práctico*. Documento técnico 62/1997. Proyecto Bolfor.
- CPM. Confederación Peruana de la Madera, Diciembre (2008). Compendio de Informacion Tecnica de 32 especies forestales, 2º Edicion. Lima -Perú
- Delgado García, JM. (2004). El espaciamiento inicial y la calidad de madera aserrada de *Pinus caribaea* var. Cuba, Universidad de Pinar del Río. Instituto de Investigaciones Forestales. Consultado 15 marzo 2007.
- Donoso, S. y Caldentey, J. (1996). Rendimiento de lenga (*Nothofagus pumilio*) en el aserrado y su relación con las características de los árboles. Ciencias Forestales 11(1-2): 19-30.

- Egas, AF. (1998). Consideraciones para elevar los rendimientos en aserraderos con sierras de banda. Tesis Dr. CC Forestales. Cuba, Universidad de Pinar del Río. 100p.
- FAO. (1981). Métodos y Reglas para aserrar Trozas. Mejoramientos de los sistemas de extracción y transporte forestal. Proyecto PUND/PER/78/003. Nota técnica N° 31
- Gutierrez, L. y Trias, A.; Gomez, C.; Ramirez, J. Estudio comparativo de rendimiento según formula MARN y Smalian, en el proceso de aserrío de las especies forestales Mureillo (*Erismia uncinatum*), Puy (*Tabebuia avellanedae*), Purguo (*Manilkara bidentata*) y Congrio (*Diptotropis purpurea*) en el aserradero Yocoima. Revista COPÉRNICO – Febrero 2007 – pp 15-24.
- G. Alarcon, J. Cardozo, W. Vilavila. Evaluación del Rendimiento en trozas de *Hymenaea oblongifolia* (Azúcar Huayo) en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. Documento Técnico – MDD – Puerto Maldonado 2005.
- H. Villacorta, B. Collazos. Rendimiento y Costos en la transformación primaria del *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) Tesina para optar el Título de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Puerto Maldonado-MDD-2010.
- INIA – ITTO – PROMPEX (2000). Proyecto: Promoción de nuevas especies forestales del Perú en el comercio exterior.
- J. Malleux, E. Montenegro. Manual de Dasometria. Universidad Nacional Agraria la Molina. Proyecto FAO/UNDP N° 118. Lima, Enero 1971.
- Manzanero, M.; Salazar, A. (2003). Estudio de Rendimiento del aserrío de madera de la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) en la concesión forestal Unidad de Manejo San Andrés Petén - AFISAC, Apoyo como parte de la regencia forestal para ser presentado al INAB.
- Mavrex, V. (1969). Metodología para la Construcción de Tablas de Cubicación, Escuela Superior de Bosques. Argentina. 42p.
- Miche, W. (2006). Evaluación del Rendimiento en Trozas de *Dypterix odorata* (Aublet) Willd, para la Obtención de Tablillas (pre parquet), Recuperacion de tablillas, Tablillas para cerco y Tablas para cerco. Tesis Ing. Forestal, U.N.S.A.C. Sede-Puerto Maldonado.
- Miguel, H. (1989). Rendimiento en Aserrío de Eucalipto (*Eucaliptus glóbulos*) en el Valle del Mantaro. Tesis MSc. UNALM. Lima, Perú.

- Rocha, M.P., Técnicas e planejamento de serrarias. Serie didáctica 02/01. FUPEP, Curitiba. 121 p., 2002.
- Rosales, E. (2003). Coeficiente de Conversión para aserrío de *Dypterix odorata* (Aublet) Willd, (Shihuahuaco), en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. Documento Técnico – MDD – Puerto Maldonado.
- Salas, H. (2007). Industria maderera en el Perú. Universidad de San Martín de Porres Lima – Perú 2007
- Soto Aguirre, J.; A. Méndez; G. Páez: «Evaluación económica y ambiental de residuos forestales en aserraderos de Costa Rica», Revista Forestal Centroamericana 30:29-33, 2000.
- Spichiger, O. 2004. Aprovechamiento en el aserrado de Sequoia (*Sequoia sempervirens* (D.DON.) Endl.) y clasificación de la madera obtenida. Tesis Ing. de la Madera. Universidad de Chile.
- SUÁREZ, Mario, (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica
- Valles, D, W. (1986). Estudio de rendimiento de madera en cuatro especies forestales en la zona de Alto mayo.
- Zavala, D. (1991). Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 49 p. (Serie de Apoyo Académico no. 44).

Paginas consultadas:

- <http://www.arbolesdecentroamerica.info>.
- <http://www.rmportal.net/library/I/A/2/a/documentos-tecnicos/dt62.pdf>.
- <http://www.ciget.pinar.cu/default.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos93/interaprendizaje-estadistica-basica/interaprendizaje-estadistica-basica.shtml>
- <http://www.inpahu.edu.co/tecnologias/Estadistica/distribucion.html#arriba>







	0.52	0.50	0.51	6.40	1.31	0.30	1.71	0.09	0.39
15	0.52	0.48	0.50	6.40	1.26	0.29	1.58	0.08	0.36
16	0.57	0.55	0.56	7.10	1.75	0.40	3.06	0.16	0.70
17	0.52	0.48	0.50	6.20	1.22	0.28	1.48	0.08	0.34
18	0.59	0.55	0.57	5.00	1.28	0.29	1.63	0.09	0.37
19	0.58	0.56	0.57	4.90	1.25	0.29	1.56	0.08	0.36
20	0.54	0.53	0.54	4.60	1.03	0.24	1.07	0.06	0.25
21	0.58	0.52	0.55	5.00	1.19	0.27	1.41	0.07	0.32
22	0.48	0.45	0.47	4.80	0.82	0.19	0.66	0.03	0.15
23	0.58	0.50	0.54	5.00	1.15	0.26	1.31	0.07	0.30
24	0.50	0.46	0.48	6.70	1.21	0.28	1.47	0.08	0.34
25	0.48	0.46	0.47	7.60	1.32	0.30	1.74	0.09	0.40
26	0.66	0.53	0.60	8.60	2.39	0.55	5.72	0.30	1.31
27	0.55	0.50	0.53	4.30	0.93	0.21	0.87	0.05	0.20
28	0.47	0.47	0.47	5.50	0.95	0.22	0.91	0.05	0.21
29	0.60	0.53	0.57	3.70	0.93	0.21	0.86	0.05	0.20
30	0.60	0.55	0.58	5.10	1.32	0.30	1.75	0.09	0.40



	0.67	0.56	0.62	4.90	1.46	0.40	2.12	0.16	0.59
48	0.72	0.65	0.69	6.80	2.51	0.70	6.28	0.48	1.74
49	0.75	0.65	0.70	6.20	2.39	0.66	5.69	0.44	1.58
50	0.70	0.68	0.69	6.20	2.32	0.64	5.37	0.41	1.49
51	0.70	0.55	0.63	6.20	1.90	0.53	3.62	0.28	1.00
52	0.67	0.59	0.63	6.30	1.96	0.54	3.86	0.30	1.07
53	0.63	0.58	0.61	6.20	1.78	0.49	3.18	0.24	0.88
54	0.66	0.65	0.66	5.00	1.68	0.47	2.84	0.22	0.79
55	0.72	0.55	0.64	4.90	1.55	0.43	2.41	0.19	0.67
56	0.70	0.58	0.64	5.80	1.87	0.52	3.48	0.27	0.97
57	0.70	0.63	0.67	6.20	2.15	0.60	4.64	0.36	1.29
58	0.68	0.65	0.67	8.90	3.09	0.86	9.56	0.74	2.65
59	0.70	0.68	0.69	7.30	2.73	0.76	7.45	0.57	2.07
60	0.66	0.59	0.63	8.60	2.64	0.73	6.96	0.54	1.93
61	0.70	0.62	0.66	5.80	1.98	0.55	3.94	0.30	1.09
62	0.70	0.67	0.69	9.00	3.32	0.92	11.00	0.85	3.05
63	0.68	0.57	0.63	5.00	1.53	0.43	2.35	0.18	0.65



	0.63	0.60	0.62	5.30	1.57	0.44	2.48	0.19	0.69
81	0.93	0.72	0.83	8.00	4.28	1.36	18.29	1.85	5.81
82	0.83	0.65	0.74	8.60	3.70	1.18	13.68	1.38	4.35
83	0.88	0.83	0.86	6.60	3.79	1.20	14.36	1.45	4.56
84	0.76	0.68	0.72	6.50	2.65	0.84	7.00	0.71	2.23
85	0.77	0.68	0.73	8.00	3.30	1.05	10.91	1.10	3.47
86	0.78	0.78	0.78	6.80	3.25	1.03	10.56	1.07	3.35
87	0.78	0.68	0.73	6.80	2.85	0.90	8.10	0.82	2.57
88	1.00	0.80	0.90	6.20	3.94	1.25	15.56	1.57	4.94
89	0.80	0.80	0.80	6.30	3.17	1.01	10.03	1.01	3.19
90	0.85	0.84	0.85	6.20	3.48	1.10	12.09	1.22	3.84
91	0.98	0.94	0.96	6.20	4.49	1.43	20.14	2.03	6.40
92	1.10	0.85	0.98	7.90	5.90	1.87	34.79	3.51	11.05
93	0.74	0.67	0.71	6.20	2.42	0.77	5.86	0.59	1.86
94	0.83	0.82	0.83	4.90	2.62	0.83	6.86	0.69	2.18
95	0.97	0.92	0.95	6.20	4.35	1.38	18.91	1.91	6.01
96	0.77	0.70	0.74	6.30	2.67	0.85	7.15	0.72	2.27



	0.75	0.68	0.72	6.20	2.49	0.79	6.20	0.63	1.97
114	0.78	0.68	0.73	6.50	2.72	0.86	7.40	0.75	2.35
115	0.83	0.65	0.74	6.70	2.88	0.92	8.30	0.84	2.64
116	0.83	0.82	0.83	7.40	3.96	1.26	15.65	1.58	4.97
117	1.12	1.08	1.10	6.30	5.99	1.90	35.84	3.62	11.39
118	1.09	1.04	1.07	6.20	5.52	1.75	30.50	3.08	9.69
119	0.76	0.70	0.73	6.30	2.64	0.84	6.95	0.70	2.21
120	0.84	0.60	0.72	6.20	2.52	0.80	6.37	0.64	2.02
<b>Sumatoria</b> <b>(<math>\Sigma</math>)</b>					<b>273.62</b>	<b>79.21</b>	<b>778.09</b>	<b>70.80</b>	<b>233.75</b>

**Anexo N° 04. CALCULOS PARA LA ECUACION DE LA RECTA.**

<b>Valores Obtenidos</b>	<b>Variable Independiente “X”</b>	<b>Variable Dependiente “Y”</b>
Promedios (X);(Y)	2.28	0.66
Sumatoria ( $\sum X$ );( $\sum Y$ )	273.62	79.21
Suma de Cuadrados ( $\sum X^2$ );( $\sum Y^2$ )	778.09	70.80
Producto interior ( $\sum XY$ )	233.75	
Numero de Datos	120	

**Calculo de la Regresión**

La ecuación de la recta es:  $Y = a + b x$

Dónde:

Y= V = volumen de madera aserrada

X= volumen rollizo

a = Constante

b = Coeficiente de regresión

**Coeficiente de Regresión “b”**

$$b = \frac{n * \sum xy - \sum x \sum y}{n * \sum X^2 - (\sum x)^2}$$

Reemplazando:

$$b = \frac{120 * 233.75 - 273.62 * 79.21}{120 * 778.09 - (273.62)^2}$$

Haciendo los cálculos obtenemos:

$$b = 0.3446$$

**Constante "a"**

$$a = \frac{\sum y - b * \sum x}{n}$$

Reemplazo:

$$a = \frac{79.21 - 0.3446 * 273.62}{120}$$

$$a = -0.1257$$

**Ecuación de la Recta**

$$Y = -0.1257 + 0.3446 X$$

$$V_{\text{aserrado}} = -0.1257 + 0.3446 (\text{Volumen rollizo})$$

### Anexo N° 05. COMPARACION DE PROMEDIOS DEL RENDIMIENTO

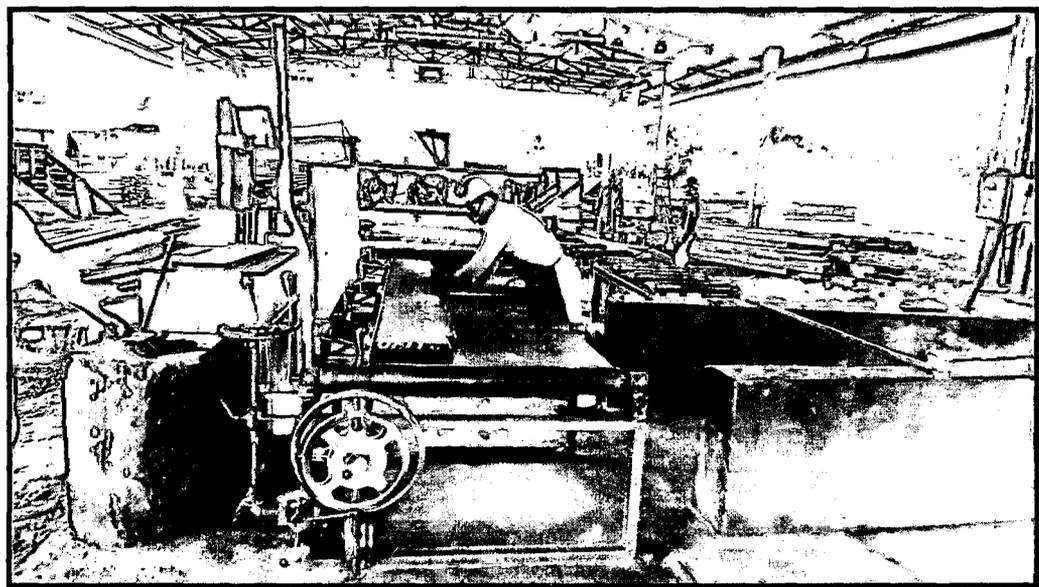
Clase diamétricas	Valores	Calculado	Tabulado	Significancia (*)
V – IV	0,32 – 0,32	0,00000	0,00025	N.S.
V – III	0,32 – 0,30	0,02000	0,00022	*
V – II	0,32 – 0,25	0,07000	0,00021	*
V – I	0,32 – 0,23	0,09000	0,00025	*
IV – I	0,32 – 0,23	0,09000	0,00011	*
III – II	0,30 – 0,25	0,05000	0,00004	*
III – I	0,30 – 0,23	0,07000	0,00008	*
II – I	0,25 – 0,23	0,02000	0,00007	*



Figura N° 09. RAMPA DE ACOPIO DE LAS TROZAS.



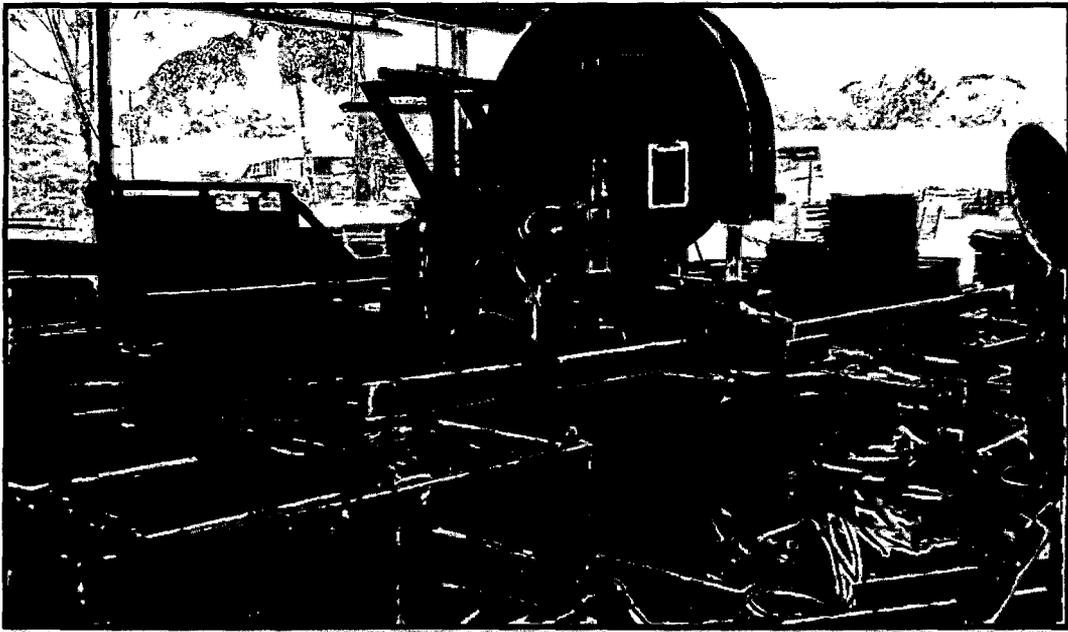
**Figura N° 10. TABLEADO EN LA SIERRA CINTA.**



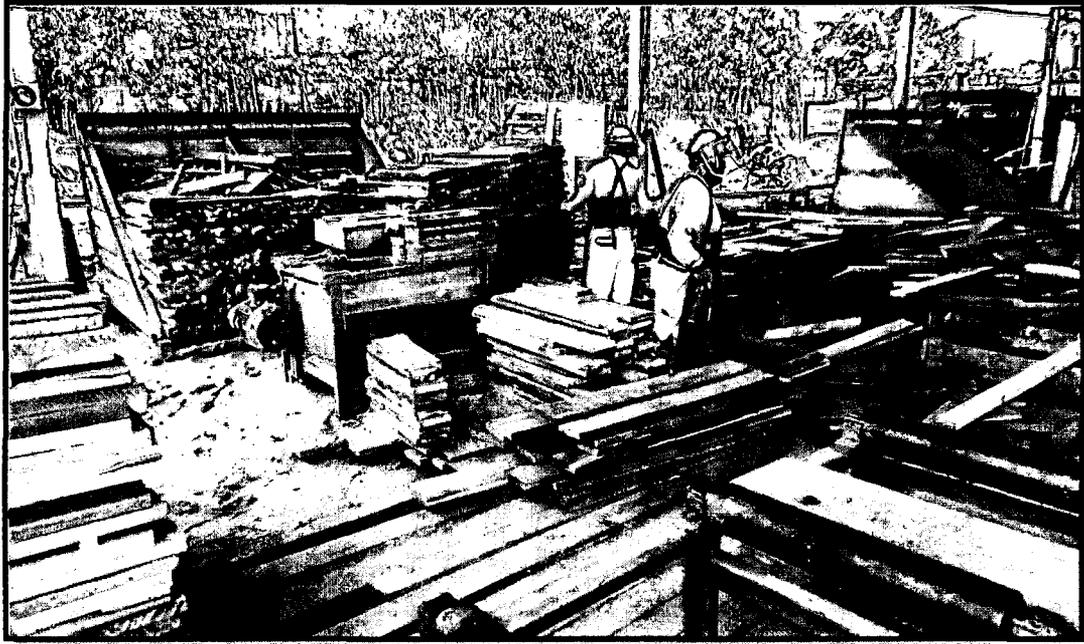
**Figura N° 11. PROCESO DE CANTEADO.**



**Figura N° 12. PROCESO DE DESPUNTADO.**



**Figura N° 13. PROCESO DE RECUPERACION EN LA REASERRADORA**



**Figura N° 14. PROCESO EN LA MESA DE RECUPERACION.**



**Figura N° 15. MEDICION Y CONTEO DEL PRODUCTO ASERRADO  
(TABLILLAS Y DECKING)**

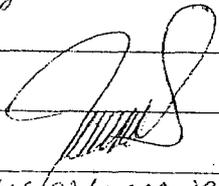
ACTO DE SUSTENTACION DE TESIS PARA OBTENER  
EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE.

En la ciudad de Puerto Maldonado, siendo 17 horas con cero minutos del día 08 de mayo de 2014, en las instalaciones del anfiteatro del primer piso de la ciudad Universitaria dando cumplimiento a la resolución de Decanatura N° 086-2014-UNDDA/DFI, de fecha 29 de abril del 2014, se reunieron los miembros del jurado integrado por los siguientes docentes:

- Ing. Saúl Manrique León : presidente
- M.Sc. Ing. Gabriel Alarcón Aguirre : secretario
- Ing. Mercedes García Roca : Vocal

con la finalidad de evaluar el trabajo de Investigación titulado "INFLUENCIA DE LA CLASE ADMETRICA EN EL RENDIMIENTO DE MADERA DE LA ESPECIE *Mikara bidinata* (A.DC.) A. CHEV. (Quinilla) PARA LA OBTENCION DE TABLILLA DECKING, EN LA EMPRESA FORESTAL RIO PERLAS SDC", presentado por el BACH. VING GIM KAHN GONZALES. seguida de la exposición del trabajo por parte del sustentante el jurado procedió al cuestionamiento del trabajo y el sustentante a parte del responsable del trabajo de investigación. Acto seguido, el jurado pasó a la deliberación en base a una discusión de forma reservada y libremente, declarando el trabajo expuesto como APROBADO. por UNANIMIDAD con el calificativo de BUENO y la nota de 15.

A fo de lo cual firmamos la presente acta, siendo las 19: horas del día 08 de mayo de 2014, se dio culminado el presente acto de sustentación. El sustentante deberá levantar todas las observaciones realizadas por los miembros del jurado calificador.

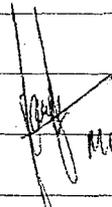


ING. SAÚL MANRIQUE LEÓN



M.Sc. GABRIEL ALARCÓN A.

SECRETARIO



MERCEDES GARCÍA ROCA  
VOCAL