



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL**

**TESIS**

**“RENDIMIENTO Y COSTOS EN LA PRODUCCION DE MADERA ASERRADA DE  
*Dipteryx micrantha* (Harms) EN EL ASERRADERO DE GREEN GOLD  
FORESTRY PERÚ SAC. MAYNAS-PERÚ”**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO FORESTAL**

Autora

**SARA COLONIA WONG VELA**

**IQUITOS - PERÚ**

**2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

“RENDIMIENTO Y COSTOS EN LA PRODUCCION DE MADERA ASERRADA DE  
*Dipteryx micrantha* (Harms) EN EL ASERRADERO DE GREEN GOLD FORESTRY  
PERÚ SAC. MAYNAS-PERÚ”

Tesis sustentada y aprobada el 18 de Julio 2014, según Acta de Sustentación  
N°569.

MIEMBROS DEL JURADO

.....  
Ing. Carlos Luis Vásquez Flores  
Presidente

.....  
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Mgr.  
Miembro

.....  
Ing. Jarlin Arellano Valderrama  
Miembro

.....  
Ing. Jorge Miguel Espíritu Pezantes, M.Sc.  
Asesor

## DEDICATORIA

A mis padres Víctor y María Grimanesa, por ser la motivación, el apoyo, la constancia, gracias por todo el apoyo moral y económico necesario para concluir con mis estudios y realizarme como persona y como profesional.

A mis hermanos por estar siempre conmigo alentándome a seguir creciendo profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

La autora se reserva esta página para expresar su agradecimiento a:

- El señor Gareth Hughes, Gerente General de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC., por permitir que realice mi trabajo de tesis en las instalaciones de la empresa, por darme la confianza y el respaldo para poder concluir con mis metas profesionales.
- Los trabajadores de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC., por la ayuda prestada en el trabajo de planta y la toma de los datos.
- Todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de mi trabajo de tesis.

**CONTENIDO**

	Pág.
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Lista de cuadros	v
Lista de figuras	viii
Resumen	x
I. INTRODUCCION	1
II. EL PROBLEMA	2
2.1. Descripción del problema	2
2.2. Definición del problema	2
III. HIPÓTESIS	
3.1. Hipótesis de la investigación	3
IV. OBJETIVOS	4
4.1. Objetivo general	4
4.2. Objetivos específicos	4
V. VARIABLES	5
5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	
VI. REVISION DE LITERATURA	6
6.1. Antecedentes	6

6.2. Marco teórico	10
VII. MARCO CONCEPTUAL	17
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	18
8.1. Lugar de ejecución	18
8.2. Materiales y equipo	18
8.2.1. De planta	18
8.2.2. De gabinete	18
8.3. Método	18
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	18
8.3.2. Criterio de selección de la especie	19
8.3.3. Población y muestra	19
8.3.4. Registro de datos	20
8.3.5. Medición de las trozas	20
8.3.6. Aserrío de las trozas	20
8.3.7. Marcado de la madera aserrada resultante	21
8.3.8. Medición y clasificación de la madera resultante	21
8.3.9. Cálculo del volumen de trozas	21
8.3.10. Cálculo del volumen de madera aserrada	22
8.3.11. Cálculo del rendimiento y desperdicio	22
8.3.12. Análisis de regresión y correlación	22

8.3.13. Cálculo de los costos de aserrío	24
a) Costos fijos	24
b) Costos variables	25
c) Costo total	26
d) Costo por metro cúbico procesado	27
8.3.14. Análisis e interpretación de los datos.	27
8.3.15. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	27
8.3.16. Técnica de presentación de resultados.	27
IX. RESULTADOS Y DISCUSION	28
9.1. Volumen de madera rolliza.	28
9.2. Volumen de madera aserrada.	30
9.3. Rendimiento en madera aserrada	32
9.4. Cálculo del rendimiento por tipo de producto	33
9.5. Desperdicio	34
9.6. Costos	36
9.6.1. Costos fijos	36
9.6.2. Costos variables	37
9.6.3. Costo total diario	38
9.6.4. Costo por metro cúbico de madera rolliza procesada	39
9.7. Análisis de regresión y correlación.	41

9.8. Prueba de hipótesis.	42
X. CONCLUSIONES	43
XI. RECOMENDACIONES	44
XII. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXO	50



## LISTA DE CUADROS

Nº	Titulo	Pág.
1	Volumen de las trozas de <i>Dipteryx micrantha</i> Harms “shihuahuaco” seleccionadas para el estudio.	29
2	Volumen de madera aserrada por troza de <i>D. micrantha</i> , por tipo de producto y total (en m <sup>3</sup> y en porcentaje)	31
3	Rendimiento total en madera aserrada por troza de <i>D. micrantha</i> .	32
4	Rendimiento en madera aserrada por tipo de producto de <i>D. micrantha</i> .	33
5	Porcentaje de desperdicio en el aserrío de la madera de <i>D. micrantha</i> .	35
6	Costos de operación de la maquinaria del aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.	36
7	Costos fijos en el aserrío de <i>D. micrantha</i> en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.	37
8	Costos variables en el aserrío de <i>D. micrantha</i> en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.	38
9	Costo diario total en el aserrío de <i>D. micrantha</i> en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.	39
10	Volumen de madera rolliza de <i>D. micrantha</i> procesada por día.	40
11	Costo por metro cubico de madera rolliza procesada por día.	40
12	Relación entre el volumen de madera en trozas y el volumen de madera aserrada.	41
13	Volumen de madera rolliza de las trozas de <i>D. micrantha</i> , según	52

la tabla de cubicación oficial del INRENA.

14	Formato de toma de datos para el aserrío de <i>D. micrantha</i> .	53
15	Rendimiento total en madera aserrada por troza de <i>D. micrantha</i> .	54
16	Tabla de evaluación de defectos para trozas de <i>D. micrantha</i> .	55
17	Tamaño mínimo de la muestra representativa de la población de trozas de <i>D. micrantha</i> en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., según el muestreo piloto.	62
18	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 1 de <i>D. micrantha</i> .	63
19	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 2 de <i>D. micrantha</i> .	64
20	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 3 de <i>D. micrantha</i> .	65
21	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 4 de <i>D. micrantha</i> .	66
22	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 5 de <i>D. micrantha</i> .	67
23	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 6 de <i>D. micrantha</i> .	68
24	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 7 de <i>D. micrantha</i> .	69
25	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 8 de <i>D. micrantha</i> .	70
26	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 9 de <i>D. micrantha</i> .	71

27	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 10 de <i>D. micrantha</i> .	72
28	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 11 de <i>D. micrantha</i> .	73
29	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 12 de <i>D. micrantha</i> .	74
30	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 13 de <i>D. micrantha</i> .	75
31	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 14 de <i>D. micrantha</i> .	76
32	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 15 de <i>D. micrantha</i> .	77
33	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 16 de <i>D. micrantha</i> .	78
34	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 17 de <i>D. micrantha</i> .	79
35	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 18 de <i>D. micrantha</i> .	80
36	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 19 de <i>D. micrantha</i> .	81
37	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 20 de <i>D. micrantha</i> .	82
38	Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 21 de <i>D. micrantha</i> .	83

---

## LISTA DE FIGURAS

Nº	Titulo	Pág.
1	Volumen promedio en porcentaje de madera aserrada por tipo de producto de <i>D. micrantha</i> .	30
2	Rendimiento promedio de madera aserrada por tipo de producto de <i>D. micrantha</i> .	34
3	Rendimiento promedio y desperdicio promedio en el proceso de aserrío de <i>D. micrantha</i> .	35
4	Relación entre el volumen rollizo (m <sup>3</sup> ) y el volumen aserrado (m <sup>3</sup> ) de <i>D. micrantha</i> .	41
5	Mapa de ubicación de la planta de aserrío de Green Gold Forestry Perú SAC.	51
6	Sierra principal de sierra de cinta, marca Mendes, brasileña.	56
7	Reaserradora/tableadora de sierra de cinta, marca Mendes, brasileña.	57
8	Sierra circular canteadora, marca Mendes, brasileña.	58
9	Sierra circular despuntadora, marca Mendes, brasileña.	59
10	Sierra circular recuperadora de fabricación casera.	60
11	Muestra de madera de <i>Dipteryx micrantha</i> Harms "shihuahuaco"	61
12	Lote de trozas de <i>D. micrantha</i> utilizado en el estudio.	89
13	Medición del largo de las trozas de <i>D. micrantha</i> .	89
14	Medición del diámetro de las trozas de <i>D. micrantha</i> .	90
15	Madera aserrada tipo "decking".	90

16	Madera aserrada tipo “tabillas para piso”.	91
17	Madera aserrada tipo “decking tiles”.	91

---

## RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., de la ciudad de Iquitos, Perú. El objetivo fue determinar el rendimiento en madera aserrada y los costos de aserrío de la madera de *Dipteryx micrantha* "shihuahuaco". De un lote de 423 trozas, se evaluaron 21 trozas para el estudio de rendimiento, calculando el volumen de madera rolliza procesada, el volumen de madera producida y el rendimiento y desperdicio; se calcularon los costos fijos y costos variables por día al procesar todas las trozas del lote, y se determinó el costo de producción por metro cúbico de madera rolliza procesada.

Se procesó un volumen total de madera rolliza de 1524,38 m<sup>3</sup> ( $\bar{x}$  = 60,98 m<sup>3</sup>/día) obteniéndose 650,21 m<sup>3</sup> de madera aserrada ( $\bar{x}$  = 26,01 m<sup>3</sup>/día). Del volumen total de madera aserrada, 463,54 m<sup>3</sup> fueron decking ( $\bar{x}$  = 17,46 m<sup>3</sup>/día), 178,10 m<sup>3</sup> fueron tablillas para pisos ( $\bar{x}$  = 7,12 m<sup>3</sup>/día) y 35,58 m<sup>3</sup> fueron decking tiles ( $\bar{x}$  = 1,48 m<sup>3</sup>/día). El rendimiento total en madera aserrada es de 42,77%, del cual 32,17% corresponde a decking, 9,06% a tablillas para pisos y 1,54% para decking tiles y el desperdicio total es de 57,23%. El costo total de aserrío por día de trabajo es de US\$ 1749,62, donde US\$ 476,80 corresponden a los costos fijos (27,25%) y US\$ 1272,82 a los costos variables (72,75%); el costo por metro cúbico de madera rolliza procesada es de US\$ 28,69/m<sup>3</sup>. El análisis de regresión indica una mediana correlación directamente proporcional entre el volumen de madera rolliza procesada y el volumen de madera aserrada obtenida, con un  $r = 0,79$  que indica una mediana dispersión de los valores del volumen de madera aserrada con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión.

## I. INTRODUCCION

La madera es utilizada desde siempre por el ser humano de diferentes maneras; una de las maneras más frecuentes de utilizarla es como madera aserrada en forma de tablas luego de un proceso de aserrío en planta.

En la Amazonía peruana existen algunas especies forestales maderables consideradas poco valiosas como *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” que tiene una gran demanda en el mercado internacional y utilizado en la fabricación de tablillas para pisos y frisos. La totalidad de su producción es exportada a los países asiáticos, principalmente a China.

En la ciudad de Iquitos, existen algunos aserraderos que han adaptado su línea de producción a la obtención de tablas y tablillas a partir de especies forestales de alta densidad (entre ellos *D. micrantha*) por lo que los empresarios tienen poco conocimiento del rendimiento, los costos y la rentabilidad de la operación. Tal es el caso de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC., que asierra maderas duras propias y de terceros.

Por tal motivo, se hace necesario realizar un estudio para determinar el rendimiento en la producción de madera aserrada de *D. micrantha*, así como los costos en que incurre la empresa a fin de determinar su rentabilidad económica. Los resultados del estudio le serán útiles al empresario para identificar posibles factores que influyan en el rendimiento, así como aplicar medidas correctivas de ser necesario.

## II. EL PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

Debido a la notoria escasez de especies maderables de alto valor comercial como cedro, caoba, cumala, entre otros, y a la creciente demanda en los países asiáticos de tablillas para pisos y frisos, la industria del aserrío en Iquitos ha tenido que optar por aprovechar maderas de alta densidad como shihuahuaco, azúcar huayo, estoraque, etc.

Aun cuando los estudios tecnológicos de estas últimas especies han definido su uso como materia prima para la fabricación de piezas que soportan gran desgaste de abrasión propio de los pisos de madera aún carecen de estudios en el proceso de aserrío que identifiquen los factores que determinen con alto grado de confiabilidad los rendimientos y los costos inherentes al proceso que a su vez aseguren la viabilidad y rentabilidad de la actividad.

### 2.2. Definición del problema

¿Cuál será el rendimiento y los costos en la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” en el aserradero de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC., en Iquitos, Perú?



### III. HIPOTESIS

#### 3.1. Hipótesis de la investigación.

Existe un alto rendimiento a costos razonables en la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., en Iquitos, Perú.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

- Determinar el rendimiento y los costos en la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” en el aserradero Green Gold Forestry Perú SAC., en Iquitos, Perú.

### 4.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento en la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” en el aserradero Green Gold Forestry Perú SAC., en Iquitos, Perú.
- Determinar los costos de producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” en el aserradero Green Gold Forestry Perú SAC., en Iquitos, Perú.
- Determinar la relación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada en madera aserrada de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” mediante una regresión lineal simple y correlación simple.

## V. VARIABLES

### 4.1. Identificación de variables, indicadores e índices

Variables	Indicadores	Índices
Rendimiento		%
	Volumen rollizo	m3
	Volumen aserrado	m3
Costos	Costos fijos	US\$
	Costos variables	US\$
	Costo total	US\$
	Costo / m3	US\$

## VI. REVISION DE LITERATURA

### 6.1. Antecedentes

PROMPEX-WWF-USAID-INIA-OIMT (2005), describe a *Dipteryx micrantha* Harms (Fabaceae) “shihuahuaco”, “charapilla”, “kumarut” y “cumarú” (nombre internacional), como una especie forestal nativa de los bosques húmedos tropicales, en Sudamérica se encuentra en Bolivia, Perú y Colombia. En el Perú se encuentra principalmente en los departamentos de Loreto, San Martín y Ucayali en cantidades medias a altas. Shihuahuaco es una especie propia de bosques primarios no inundados, con una temperatura media anual de 26°C. Se desarrolla bien cuando la precipitación varía entre 1000 a 4000 mm/año. Se encuentra en formaciones ecológicas de bosque muy húmedo premontano tropical, bosque húmedo tropical y bosque seco tropical. Se halla en un rango de altitud de 100 a 700 msnm, prefiere colinas suaves con suelos bien drenados y humíferos.

Árbol caducifolio de fuste recto a cilíndrico, altura de 20 m a 40 m, DAP de 150 cm en promedio, copa globosa y amplia, raíz pivotante y ramificada. Corteza externa con placas leñosas, al desprenderse dejan descubierto tejido subero-leñoso, con lenticelas de 1 a 3 mm de diámetro. Corteza interna de textura arenosa compacta, color crema amarillenta de olor habas verdes. En el duramen exuda savia no conspicua. Hojas alternas, abruptamente pinnadas, foliolos opuestos asimétricos y peciolulos acanalados. Flores hermafroditas de color moradas a rosada, reunidas en racimos, panícula, dispuestas de 90 a 115 flores. Fruto indehiscente, drupa, grueso, leñoso, de forma ovoide, pericarpio carnoso que contiene generalmente una semilla, 40 frutos hacen un kilo. Semillas de color amarillo,

péndula, aromática (presencia de curamina), el mesocarpio harinoso y oleoso, la semilla es única. Entre 600 a 700 semillas hacen un kilo. La floración y fructificación ocurren durante todo el año, pero con intensidad diferente. La floración ocurre entre los meses de marzo y junio, pudiéndose presentar una defoliación parcial de la copa. La maduración de los frutos dura de 3 a 4 meses. La diseminación se inicia en la época seca (agosto) y se puede prolongar hasta inicios de la época lluviosa (octubre) siendo más frecuente en setiembre.

La madera seca al aire es de albura color blanco rosáceo y duramen marrón rojizo, con brillo moderado ha elevado, grano entrecruzado, textura media y vetado bien definido, arcos superpuesto y bandas angostas, paralelas, satinadas, jaspeado amarillo en la sección tangencial. Densidad básica alta  $870\text{kg/m}^3$ , contracción volumétrica 15%, relación T/R 1,6, contracción tangencial 9,1% y contracción radial 5,5% (Figura 11 del anexo).

Las trozas tienen en promedio 64 cm, son de forma regular y presenta grietas internas y acebolladuras cuando están expuestas a la intemperie por lo que se mantener sumergidas

Es una especie difícil de aserrar pues presenta grano entrecruzado y de dureza recomendándose estelitar las sierras. El comportamiento en el secado es suave de 10 días para piezas de pequeñas dimensiones como el parquet. Para otras dimensiones mayores presenta problemas de alabeos. Presenta una buena resistencia al ataque de hongos, termitas e insectos de madera seca y no requiere de preservación. La madera de shihuahuaco puede utilizarse en estructuras, vigas

columnas, en pisos, pasos de escaleras, durmientes, carpintería de exterior, armazón de barcos, carrocerías, machihembrados y parquet.

Taranco (1978), señala que los rendimientos de trozas en los procesos de aserrío en Iquitos varían según el uso que se le designe, lógicamente dependerá de los defectos que estos presenten, determinando así que de un determinado volumen de madera aserrada producido el 75% son piezas aprovechables y el resto son residuos de poco valor comercial.

Medina (2002), en un estudio de rendimientos en cumala en la empresa DEFORSA, zona de Iquitos, concluye que el rendimiento por grados de calidad obtenido en base a la cubicación usando la fórmula de Huber, es del orden del 58,36%, siendo el de primera calidad el que presenta mayor promedio con 46,30%; seguido por el de segunda calidad con 6,52% y por último el de tercera calidad con 5,54%. García (2007) en otro estudio de rendimiento en la empresa Arbe SAC. en la zona de Pucallpa, afirma que el rendimiento en madera aserrada de shihuahuaco y quinilla colorada por grados de calidad son aceptables por haberse obtenido entre primera y segunda 79,41% para shihuahuaco y 61,36% para quinilla colorada. Por su parte Sánchez (2008), concluye que el rendimiento total promedio en la producción de tablillas para pisos de azúcar huayo en el aserradero del CIEFOR Puerto Almendras, zona de Iquitos, fue de 21,79%, de los cuales 7,92% corresponde al grado comercial y 13,87% corresponde al grado de recuperación y al mismo tiempo afirma que el bajo rendimiento obtenido en el aprovechamiento de dicha especie es debido a que el aserradero utilizado para el estudio no se estaba en condiciones de aserrar especies de alta densidad.

Odicio (1993), en un estudio de cuantificación de residuos en la zona de Pucallpa, determinó que el volumen promedio de residuos en general equivale al 45,78% por troza; en donde los cantos representan el mayor porcentaje de residuos generados con un 20,66%, seguido de los despuntes con 10,23%, las cantoneras con 6,68% y por último el aserrín con 8,21%. También, concluye que los defectos de las trozas, así como los factores técnicos del proceso de aserrío y la forma intrínseca de las trozas son factores que influyen en la generación de residuos.

Pezo (1985), concluye que el rendimiento de las trozas aserradas se ve disminuido por la influencia de las rajaduras, nudos, podredumbres, diámetros irregulares, así como también por pérdidas en los despuntes y por el espesor y tipo de corte de la sierra.

Abadie (2009), en un estudio de rendimiento de fabricación de frisas S4S secas al horno a partir de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco” obtuvo en aserrío un rendimiento de 57,87%, luego en el multilaminado obtuvo un rendimiento de 73,08%, de los cuales 57,62% fueron tablillas de primera calidad, 8,03% de segunda 7,53% de tercera. De este volumen solo las tablillas de primera calidad previamente secadas al horno fueron consideradas para la elaboración de frisas; estas tablillas son luego cepilladas S4S obteniéndose un rendimiento de 64,79% con respecto al volumen de tablillas secas de primera calidad. El rendimiento final en la producción de frisas S4S secas al horno para exportación es de 21,11% en relación al volumen de la troza de shihuahuaco utilizada.

Soto (2009), obtuvo un rendimiento promedio general en madera aserrada de *Virola* sp. en Iquitos de 57,55%. Del volumen total de madera aserrada un 27,43% fue clasificado como FAS; un 11,39% como selecta; un 21,25% como #1 común;

un 10,20% como #2A común; un 6,33% como #3A común y un 23,40% como #3B común. Indica que los defectos de las trozas, tanto internos como externos, tales como manchas, pudrición y grietas, influyen directamente en el rendimiento. El análisis de correlación mostró una tendencia positiva ( $r = 0,932$ ) entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada, lo que indica que a mayor volumen de madera rolliza, mayor volumen de madera aserrada, comprobada mediante la prueba de t correspondiente.

## **6.2. Marco teórico**

Un estudio de rendimiento es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada (BOLFOR y Chávez, 1997). 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. Asimismo dice que para realizar el estudio de rendimientos dentro de una planta de aserrío se deben emplear 30 trozas por especie como mínimo. Generalmente el rendimiento de madera aserrada por unidad de volumen de madera rolliza varía entre 50% a 55% dependiendo de la especie y los de defectos de la misma (CENFOR IX, 1987), sin embargo el rendimiento varía cuando se calcula mediante la regla Doyle (62,05%) y la fórmula de Huber (42,63%) (Rojas, 2000).

García *et al.* (2001), afirman que el aserrío, es un proceso mediante el cual se convierte la madera en rollo en tablas, tablones, polines, vigas y durmientes, utilizando maquinaria, equipo, recurso humano, fuentes de energía y dinero; por su parte JUNAC (1989), define el aserrado como la transformación primaria de la troza que consiste en dar a la madera una escuadría determinada, en un mínimo



de tiempo y con el menor consumo de potencia. Actualmente y derivado de avances tecnológicos estos procesos se han mejorado con el propósito de lograr una mayor producción, con una buena calidad de productos terminados y menores costos de producción, para la cual algunos aserraderos cuentan con reaserradoras o sierras múltiples.

BOLFOR y Vizcarra (1999), describen el aserrío como el proceso de transformación de la madera rolliza en tablas, tablones y listones, a través de unidades de corte consistentes en sierras cinta y/o circulares. Brown y Bethel (1983), indican que la madera aserrada es el producto de la sierra y el cepillo, sin más proceso de elaboración que ser aserrada, reaserrada y cepillada longitudinalmente por una máquina estándar, cortada transversalmente para el tamaño y el labrado adecuado. HORST (1980 y 1981), indica que el aprovechamiento óptimo de la troza en forma cuantitativa y cualitativa es el objetivo principal del proceso de aserrío, esto quiere decir que el fin es obtener mayor volumen de madera de la más alta calidad.

Serrano (2003) citado por García (2007), afirma que el objetivo de transformación primaria de la madera mediante sierras es de obtener diversos productos de madera aserrada a partir de trozas o madera rolliza, es por esto que el proceso de producción debe ser tanto económico como racional. Mientras que todos los aserraderos concentran su actividad en maximizar sus utilidades económicas, hay pocas plantas que al mismo tiempo aseguran una conversión racional de la madera. Jenssen (1979), asevera que la obtención de la materia prima es altamente selectiva, variando la calidad de ésta por el tiempo que existe entre la tumba y transformación en el aserradero. También asegura que el rendimiento de

la materia prima en aserrío en las regiones de la selva y sierra del Perú es inferior al 50% y la capacidad instalada sólo se usa al 70% debido principalmente al inadecuado abastecimiento de materia prima y paralizaciones. David (1963), indica que el factor que más afecta en el rendimiento de los aserraderos es el abastecimiento inadecuado de trozas, es decir que el abastecimiento no satisface los requerimientos de la capacidad instalada y/o trozas como: calidad, especie y oportunidad de compra. ENGALICHEV (1980) mencionado en SINACAY (2005), menciona que para aumentar el rendimiento de madera evitando los daños físicos y mecánicos, es necesaria la manipulación y transporte adecuado de las trozas. Sudan (1981), informa que los análisis de rendimiento en términos porcentuales son muy engañosos, pues comparando los rendimientos de madera aserrada de 30 especies amazónicas es absolutamente relativo. Asimismo asevera que el rendimiento es muy diferenciado entre especies indicando que estudios más profundos deben ser realizados para determinar las mejores formas y tipos de procedimiento teniendo en consideración condición de sanidad de las trozas, tiempo y forma de extracción de las trozas y el tiempo de corte y tensión interna a que están sujetas las trozas. Olivera en Valles (1986), menciona que para incrementar los rendimientos es necesario el tratamiento fitosanitario de las trozas para evitar ataques de insectos y hongos.

Schrewe (1981) mencionado en Odicio (1993), señala que el proceso de aserrío consta básicamente de tres elementos:

- a) Sierra Principal: Donde la troza de madera es aserrada en medidas pre establecidas de acuerdo al producto que se desea obtener, tales como: tablas. Tablones, vigas y otros.

- b) Canteadora: En esta fase las piezas aserradas se dimensionan en anchos requeridos o pre establecidos, eliminando posibles defectos de canto.
- c) Despuntadora: Las piezas provenientes de la canteadora son cortadas transversalmente, dimensionándolas en largos pre establecidos y eliminando defectos en las puntas debido al ataque de hongos y/o insectos.

Jenssen y David (1979), afirman que la posibilidad de expansión de la industria maderera en la Amazonía es más grande, por contar con un recurso forestal de gran potencial y una estructura fluvial, maquinaria o infraestructura portuaria constituirán los pilares fundamentales para su desarrollo.

Zavala y Hernández (2000), afirman que se ha determinado que la calidad de la madera aserrada decrece con la calidad de las trozas y que el coeficiente de aserrío se reduce con el aumento de los defectos de las trozas. También menciona al diámetro de las trozas como un efecto directo en la calidad y cantidad de madera aserrada, es decir que si aumenta el diámetro de las trozas aumentará su rendimiento.

INFOR (1979) citado por Spichiger (2004), afirma que el procedimiento mediante el cual se hace la separación en grupos del producto obtenido de la troza, se denomina “clasificación de la madera” y el conjunto de disposiciones que rigen cada uno de estos grupos se llama “grado”. Por lo tanto, el propósito fundamental de una clasificación de la madera aserrada es el ubicar cada pieza dentro de grupos con características semejantes, ya sea de aspecto o resistencia. Las características de cada grupo quedan determinadas fundamentalmente por el uso al que será destinada posteriormente la madera, por lo tanto se necesitan métodos de clasificación de la madera. Por otro lado, Thunell (1979) mencionado

por el mismo autor expresa que los diferentes puntos de vista entre el productor y el usuario, relacionados con las características que inciden en la madera, forman la base para establecer los grados de clasificación. Existe un claro conflicto entre las normas creadas y lo que es técnica y económicamente factible en la práctica.

Otero (1985) citado por Medina (2002), asevera que los residuos en términos generales, son de 2 tipos: aserrín y porciones sólidas. Las porciones sólidas más comunes que se tienen en cada fase del proceso de aserrío son: cantoneras, cantos, costaneras o largueras y despuntes o retazos.

Castillo (1996), define a los costos como aquellos desembolsos, relacionados a la adquisición de bienes, transformación de materia prima o a la presentación de servicios. Schwartz (1980), define al costo como cualquier gasto e inversión efectuados con el objeto de producir bienes o servicios. Los costos fijos corresponden a todos los aquellos gastos fijos por unidad de tiempo y que no tienen una relación directa con el trabajo que se efectúa. Los costos variables corresponden a todos aquellos gastos que tienen una relación directa con el trabajo que se está efectuando. El costo total está representado por la suma de los costos fijos y variables. Debe tenerse siempre presente que para poder sumar dos o más costos estos deben estar expresados en las mismas unidades.

Jiménez (1981), afirma que el costo operacional de las maquinarias y equipos están en función directa de los costos fijos, costos variables y costo de mano de obra, dentro de los cuales podemos mencionar el costo de adquisición o valor de compra, valor a depreciar, vida útil, reparación y mantenimiento, consumo de combustible y lubricantes, jornal de operadores y ayudantes, otros; así mismo cabe hacer mención que estas varían de acuerdo a la inflación, lo cual influye

directamente en el costo de adquisición y por ende en el costo de la maquinaria y equipo a utilizarse.

Días (1981), dice que la depreciación, se calcula al final del tiempo acumulado de los días de jornada de trabajo. Schwartz (1980), expresa que la mano de obra puede presentarse de ambas maneras, costo fijo o variable. En forma general, la mano de obra se consigue mediante sueldo o jornales fijos mediante contratos por unidad o salarios a “destajo”. En el primer caso el salario se remunera con un sueldo por un lapso determinado independiente del nivel de producción o rendimiento que alcance la mano de obra. El costo se expresa en unidad de tiempo (S./hora; S./día). En el segundo caso o “destajo” la remuneración que está de acuerdo con el nivel de producción o rendimiento de la mano de obra. El costo generalmente se expresa generalmente en una unidad de medida (S./pt; S./m<sup>3</sup>). En ambos casos siempre hay que tener presente aquellos rubros que están ligados a este costo, como son los beneficios sociales, vacaciones, gratificaciones y dominical.

Claude y Mancilla (1993), clasifican a los costos de operacionales de aprovechamiento forestal en costos fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos que se acumulan por unidad de tiempo y que no tiene relación directa con el trabajo que se efectúa. Corresponden a esta categoría la mano de obra y la depreciación principalmente. Los costos variables corresponden a aquellos desembolsos que tienen una relación directa con el trabajo que se está efectuando. Estos desembolsos dejan de acumularse cuando no se continúa con el trabajo. La suma de los costos fijos y variables resulta en el costo total del

trabajo. La mano de obra puede ser considerando como costo fijo si recibe salarios o jornales fijos o como costo variable si el trabajo es a destajo.

## VII. MARCO CONCEPTUAL

**Costo:** Gasto en que se incurre en el proceso productivo de una empresa. (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005).

**Costos fijos:** Aquellos que permanecen constantes o independientes del volumen de producción obtenido (p.ej.: depreciaciones, seguros, etc.) (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005).

**Costos variables:** Aquellos que varían en función directa con la producción obtenida (p.ej.: materia prima, jornales, mantenimiento y reparaciones, combustible, etc.) (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005).

**Cubicación:** Determinación del volumen de madera contenido en un árbol o troza. (Padilla, 1987).

**Decking:** Pieza de madera dura aserrada de 1" de espesor, 6" a más de ancho y 6 pies a más de largo. (La autora)

**Decking tiles:** Pieza de madera dura aserrada de 1" de espesor, 2" y 3" de espesor y de 1 pie a 3 pies de largo. (La autora)

**Frisas:** piezas de madera aserrada con poco espesor utilizadas para el revestimiento superficial de paredes interiores (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005)

**Rendimiento:** En sentido general, producción neta. En la industria forestal, cantidad o cantidades de materia elaborada o semi-elaborada producida a partir de la materia prima suministrada (SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES, 2005).

**Tablillas para piso:** Pieza de madera dura aserrada de 1" de espesor, 4" y 5" de ancho y de 2 pies a 5 pies de largo. (La autora)

## **VIII. MATERIALES Y METODOS**

### **8.1. Lugar de ejecución**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del aserradero de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC., situado en Cabo López s/n, Caserío Puerto Alegría I Zona, distrito de Belén, provincia de Maynas, departamento de Loreto (3°47'09"S y 73°15'24"O, 90 msnm). Su principal actividad es la exportación de tablillas para frisos y pisos de *D. micrantha* (Figura 5 del Anexo).

### **8.2. Materiales y equipos**

#### **8.2.1. De planta**

Sierra principal sin fin o de cinta, carro porta troza, winche hidráulico, canteadora, despuntadora, reaserradora/tableadora, recuperadora, wincha métrica de 5 metros, tizas y crayolas, formato de toma de datos y equipo de protección personal (casco, orejera, guantes, mameluco y botas con punta de acero). En el Anexo se consigna las características de la maquinaria de aserradero.

#### **8.2.2. De gabinete**

Computadora personal y accesorios, calculadora científica, útiles de escritorio y papelería en general.

### **8.3. Método**

#### **8.3.1. Tipo y nivel de investigación**

La investigación es del tipo cuantitativo, descriptivo y de nivel básico. Esto es, en base a la observación del aserrío de una muestra representativa de trozas de shihuahuaco se cuantificaron los volúmenes por troza y en madera aserrada obtenida por troza y luego se calcularon el rendimiento en madera aserrada



relacionando el volumen rollizo con el volumen aserrado, se describieron también los factores que influyen en el rendimiento. Al mismo tiempo se registraron los costos que genera el proceso de aserrío hasta la obtención del producto deseado.

### **8.3.2. Criterio de selección de la especie**

El aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., procesa actualmente trozas de shihuahuaco hasta la obtención de tres tipos de producto: decking, tablillas para pisos y decking tiles, los cuales son exportados a la China; sin embargo, no cuenta con información confiable y actualizada del rendimiento de la actividad, de los factores que influyen en el rendimiento y de los costos que genera la operación. Estos datos son importantes para la empresa pues en base a ellos podrá tomar decisiones para mejorar la operación (Figuras 15,16 y 17 del Anexo).

### **8.3.3. Población y muestra**

La población de estudio estuvo conformada por un total de 423 trozas del lote 33 de *D. micrantha* existentes en el patio de trozas y que fueron tomadas en cuenta para realizar este estudio. La muestra representativa de la población fue calculada mediante la siguiente expresión matemática utilizada por Zavala y Hernández (2000):

$$n = \frac{Z^2 N CV^2}{N E^2 + Z^2 CV^2}$$

Donde:

n = Número de trozas necesarias para el cálculo del rendimiento

N = Número total de trozas existentes en boya

Z = Valor tabular al 95% de confiabilidad = 1,96

CV = Coeficiente de variación

E = Error permisible (5%)

Previo al cálculo del tamaño de la muestra ( $n$ ) y con el fin de determinar el CV se realizó un muestreo piloto tomando como base una premuestra de 30 trozas seleccionadas al azar entre todas las trozas del lote 33. Se tuvo cuidado de no tomar en cuenta trozas con diámetros de aprovechamiento menores a los mínimos aprobados por el PRMRFFS (ex INRENA). El Cuadro 17 del Anexo muestra los resultados del muestreo piloto, indicando un  $n= 21$  trozas.

#### **8.3.4. Registro de datos**

Los datos del volumen rollizo y volumen aserrado se registraron en formatos de toma de datos propios de la empresa, teniendo en cuenta las dimensiones de los tres tipos de producto obtenidos. Los datos correspondieron a cada una de las trozas seleccionadas así como a cada una de las tablas al final del proceso de aserrío; esto es en la despuntadora y en las sierras recuperadoras. Estos datos permitieron calcular el rendimiento (Cuadros 13, 14 y 15 del Anexo).

Los datos de los costos de producción se obtuvieron de las planillas de personal y de los archivos de recibos y facturas de la empresa.

#### **8.3.5. Medición de las trozas**

Las trozas fueron medidas en el patio de trozas, justo antes del ingreso a la sierra principal; se midió la longitud, el diámetro mayor y diámetro menor y los valores fueron expresados en metros (Figuras 12, 13 y 14 del Anexo).

#### **8.3.6. Aserrío de las trozas**

Luego de determinar su volumen las trozas fueron aserradas en una máquina de aserrío marca Mendes de fabricación brasileña, equipada con sierra de cinta vertical marca Forezienne, de 10,7 m de largo, 8" de ancho y de 1,47 mm de

espesor (Figura 6 del Anexo). Una vez aserradas las piezas se llevaron a la canteadora, luego a la despuntadora y de allí a la recuperadora, donde se les dio las dimensiones finales por cada tipo de producto (Figuras 7, 8, 9 y 10 del Anexo).

### **8.3.7. Marcado de la madera aserrada resultante**

Una vez que las trozas pasaron por la sierra principal se obtuvieron las tablas las cuales fueron marcadas con crayones de un color característico y así poder determinar a qué troza pertenecen.

### **8.3.8. Medición y clasificación de la madera aserrada resultante**

La medición de la madera resultante se hizo inmediatamente después que éstas pasaron por la despuntadora y/o la recuperadora, separándolas por tipo de producto. Las dimensiones medidas fueron el ancho en cm, el espesor en cm y el largo en metros, los resultados fueron expresados en metros cúbicos. Así mismo, en esta etapa se separó la madera aserrada por tipo de producto; esto es decking, tablillas para pisos y decking tiles (Figuras 15,16 y 17 del Anexo).

### **8.3.9. Cálculo del volumen de trozas**

Para calcular el volumen de materia prima (trozas) se utilizó la fórmula desarrollada por Smalian y recomendada por IFFS-INRENA (2008) para realizar estudios de rendimiento en madera aserrada:

$$V_r = 0,7854 \left( \frac{D + d}{2} \right)^2 * L$$

Dónde:

- $V_r$  : Volumen de la troza (m<sup>3</sup>).
- $D$  : Diámetro mayor de la troza (m).
- $d$  : Diámetro menor de la troza (m).
- $L$  : Largo de la troza en metros (m).

### 8.3.10. Cálculo del volumen de madera aserrada

Para el cálculo del volumen de las tablas resultantes del aserrío se aplicó la siguiente fórmula (Meléndez y Bustamante, 2005):

$$V_s = \frac{l * a * e}{10000}$$

Donde:

$V_s$  = Volumen aserrado ( $m^3$ ).

$l$  = Longitud de la tabla (m).

$a$  = Ancho de la tabla (cm).

$e$  = Espesor de la tabla (cm).

### 8.3.11. Cálculo del rendimiento y desperdicio

Para obtener el rendimiento total en porcentaje se aplicó la siguiente relación sugerida por Torres (1983) y Nájera *et al* (2006):

$$R = \frac{V_s}{V_r} * 100$$

Para obtener el porcentaje de desperdicio se aplicó la siguiente fórmula utilizada por Sánchez (2008):

$$D = 100 - R$$

Donde:

$R$  = Rendimiento (%)

$D$  = Desperdicio (%)

$V_r$  = Volumen rollizo en  $m^3$

$V_s$  = Volumen aserrado en  $m^3$

### 8.3.12. Análisis de regresión y correlación

La prueba estadística que se aplicó para el análisis de los datos de este estudio, la que determinará el grado de relación entre el volumen aserrado (variable dependiente  $Y$ ) y el volumen rollizo (variable independiente  $X$ ), fue el de una

regresión lineal simple (IFSS-INRENA, 2008). La prueba permitió expresar la relación entre las variables a través de una ecuación. El grado de relación o asociación entre las variables se mide a través de un coeficiente de correlación (r). Así cuando:

- r = +1          Indica una perfecta asociación positiva entre las variables
- r = -1          Indica una perfecta asociación negativa entre las variables
- r = 0            Indica que no hay asociación, es decir que existe una total independencia entre variables.

La determinación de la ecuación de regresión y del coeficiente de correlación, así como la gráfica que muestra la línea de tendencia se realizó digitalmente utilizando la hoja de cálculo MS Excel.

Se realizó la prueba de hipótesis para determinar la existencia de una correlación significativa entre las variables, siguiendo los siguientes pasos:

<b>PASOS</b>	<b>DETALLES</b>
Plantear la hipótesis	Ho: r = 0 (No hay correlación lineal significativa) Ha: r ≠ 0 (Hay correlación lineal significativa)
Escoger un nivel de significancia α	α = 0,05
Calcular el coeficiente de correlación	r
Hallar t calculado	$t = \frac{r}{\frac{\sqrt{1-r^2}}{n-2}}$
Determinar t tabular	Se obtiene de la tabla t Student, con GL =n-2
Comparar los valores t calculado y t tabular	Si el valor estadístico del t calculado excede el valor crítico de t tabular, entonces se rechaza la hipótesis planteada Ho: r = 0

Concluir la prueba de hipótesis	Si se rechaza $H_0: r = 0$ , se acepta la $H_a: r \neq 0$ , entonces se concluye que existe una correlación lineal significativa.
---------------------------------	---

### 8.3.13. Cálculo de los costos de aserrío

El cálculo de los costos de aserrío se realizó teniendo en cuenta los costos fijos y los costos variables en que se incurre al aserrar las trozas de *D. micrantha* en el aserradero de la empresa Green Gold Forestry Perú SAC.

#### a) Costos fijos

Estos costos están conformados por:

- **Depreciación (D):** Es la pérdida del valor de la maquinaria debido al deterioro producido por el uso o por la obsolescencia. La maquinaria sujeta a depreciación en aserradero incluye la sierra principal, el carro portatrazas, la reaserradora, la canteadora, las despuntadoras (2 unidades) y las recuperadoras (2 unidades). Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$D = \frac{V - R}{N * h}$$

Dónde:

D = Depreciación (US\$/hora).

V = valor de la maquinaria (US\$).

R = Valor residual o precio de reventa de la maquinaria = 20% del valor de la maquinaria.

N = Vida útil de la maquinaria (años).

h = horas de trabajo de la maquinaria al año.

- **Interés sobre la inversión media anual (IMA):** precio por el uso de un capital o renta de una capital, tomando en cuenta la depreciación anual de la inversión. Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$IMA = \frac{\left[ \frac{(I-R)(N+1)}{2N} + R \right]}{h} * i$$

Dónde:

- IMA = Interés sobre la inversión media anual (%)  
 I = Valor de la maquinaria (US\$)  
 R = Valor residual o precio de reventa de la maquinaria (US\$)  
 N = Vida útil de la maquinaria (años)  
 i = Tasa de interés (0,12)  
 h = Horas de trabajo del tractor al año

### b) Costos variables

Conformado por:

- **Costo de la mano de obra**

Comprende el sueldo del personal de planta más los beneficios sociales. Los beneficios sociales incluyen seguro, gratificaciones y vacaciones. Para el cálculo del costo diario se emplea la siguiente fórmula:

$$Costo\ diario = \frac{(\text{Sueldo básico} \times 12 \text{ meses}) + \text{beneficios sociales}}{360 \text{ días}}$$

Para obtener el costo horario de la mano de obra se divide el costo diario entre la duración del tiempo de la jornada diaria.

- **Costo de la reparación y mantenimiento de la maquinaria**

Comprende el gasto por la reparación y el mantenimiento de la maquinaria del aserradero de la empresa y se calcula con la siguiente relación:

$$\text{Reparación y mantenimiento} = \text{Depreciación de la maquinaria} * 0,20$$

- **Costo de la depreciación de las sierras de cinta y sierras circulares**

Es la pérdida del valor de las sierras de las sierras de cinta de la sierra principal y de la reaserradora y de las sierras circulares de la canteadora, de la despuntadora

y de las recuperadoras debido al deterioro producido por el uso y se calcula mediante la siguiente relación:

$$D = \frac{\text{Valor de la sierra}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Para obtener el costo horario de la depreciación de las sierras se divide el costo diario de la depreciación entre la duración del tiempo de la jornada diaria.

- **Costo del combustible**

Comprende el gasto por el consumo del petróleo Diesel por hora por el grupo electrógeno del aserradero. Se calcula mediante la siguiente relación:

$$C = \frac{\text{Consumo de combustible (galones/hora)}}{\text{precio del galón (US\%)}}$$

- **Costo de lubricantes y grasas**

Comprende el gasto por el consumo de lubricantes y grasas por hora por la maquinaria del aserradero. Se calcula mediante la siguiente relación:

$$C = \frac{\text{Consumo de lubricantes y grasas (galones/hora)}}{\text{precio del galón (US\%)}}$$

**c) Costo total**

El cálculo del costo total por unidad de tiempo se calculará mediante la sumatoria de los costos fijos y los costos variables, según la fórmula siguiente:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT = Costo total

CF = Costos fijos

CV = Costos variables



**d) Costo por metro cúbico procesado**

El costo por metro cúbico de madera rolliza procesada se calculó mediante la relación del costo diario de producción entre el volumen de la madera rolliza procesada, para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$C = \frac{CP}{Vol}$$

Donde:

C = costo (US\$/m<sup>3</sup>)

CP = costo diario de producción (US\$/día)

Vol = volumen diario de madera rolliza procesada (m<sup>3</sup>/día)

**8.3.14. Análisis e interpretación de los datos.**

El análisis y la interpretación de los resultados se realizaron teniendo en cuenta las variables de estudio: rendimiento y costos. Además, se realizó el análisis de regresión con el fin de determinar el grado de relación entre el rendimiento y el volumen rollizo.

**8.3.15. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizaron las técnicas del inventario y la observación, para los cuales el instrumento fue el formato de toma de datos.

**8.3.16. Técnica de presentación de resultados**

Los resultados son presentados en cuadros de doble entrada y en figuras de barras, los cuales permitieron interpretar los ensayos y elaborar la discusión y las conclusiones correspondientes.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSION

### 9.1. Volumen de madera rolliza

En el cuadro 1 se presenta el resultado de la cubicación de las 21 trozas de *D. micrantha* empleadas en el estudio. Se puede apreciar que las longitudes de las trozas varían de 3,77 m a 6,50 m y los diámetros promedio varían de 0,56 m a 0,91 m, consecuentemente los volúmenes por troza varían de 1,00 m<sup>3</sup> a 3,58 m<sup>3</sup>, con un promedio de 2,31 m<sup>3</sup>. La notoria diferencia en las dimensiones entre las trozas evaluadas redundó considerablemente en los rendimientos obtenidos (Zavala y Hernández, 2000).

La característica de la troza es también un factor que influye en el rendimiento en madera aserrada y en el estudio se observó que el 66,67% de las trozas fueron de forma cilíndrica, mientras que el 28,57% de las trozas tuvieron una forma irregular, especialmente aquellas provenientes de la parte baja del tronco del árbol. El 14,28% de las trozas presentaron ataque de hongo y el 14,28% presentaron rajaduras en los extremos. Algunas trozas presentaron defectos combinados, es decir, irregulares y con ataque de hongos o irregulares con rajaduras, consecuentemente la madera aserrada obtenida contiene tales defectos que al ser canteadas y despuntadas originan desperdicios que se traducen en la reducción en el rendimiento del producto final (Odicio, 1993; Pezo, 1985; Zavala y Hernández, 2000). Por esta razón se recomienda un adecuado abastecimiento con trozas de buena calidad de forma y estado sanitario (David, 1963; Sudan, 1981)

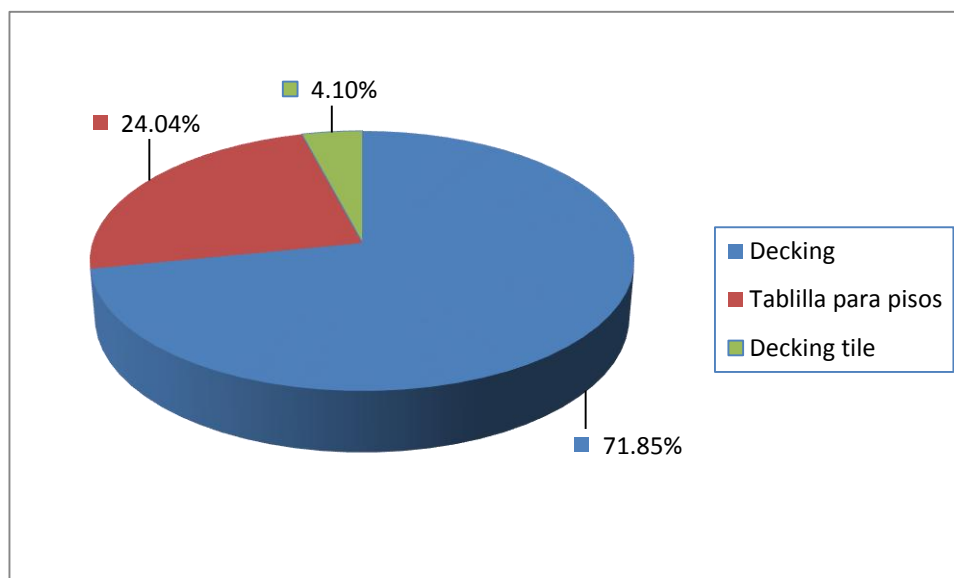
**Cuadro 1.** Volumen de las trozas de *Dipteryx micrantha* Harms “Shihuahuaco” seleccionadas para el estudio.

Troza N°	Diámetro (m)			Largo (m)	Volumen de la troza (m <sup>3</sup> )	Observaciones de la troza							
	Menor	Mayor	Promedio			I	C	A	N	At	R	H	
1	0,67	0,70	0,69	6,35	2,34		X						
2	0,65	0,66	0,66	5,85	1,97		X						
3	0,66	0,67	0,67	5,40	1,88		X						
4	0,71	0,74	0,73	4,60	1,90	X							
5	0,59	0,66	0,62	6,50	1,98		X						
6	0,58	0,55	0,56	6,35	1,56	X				X			
7	0,80	0,77	0,79	5,00	2,42		X						
8	0,59	0,57	0,58	3,77	1,00		X				X		
9	0,86	0,80	0,83	5,70	3,08	X					X		
10	0,89	0,86	0,87	4,80	2,87	X							
11	0,84	0,83	0,84	5,35	2,93		X						
12	0,70	0,70	0,70	6,40	2,46		X						
13	0,76	0,78	0,77	5,50	2,56	X				X			
14	0,66	0,71	0,69	4,82	1,78						X		
15	0,85	0,86	0,86	3,95	2,27		X			X			
16	0,75	0,77	0,76	5,25	2,38		X						
17	0,79	0,82	0,81	4,70	2,39		X						
18	0,62	0,70	0,66	6,25	2,14	X							
19	0,83	0,86	0,85	4,60	2,58		X						
20	0,90	0,92	0,91	5,50	3,58		X						
21	0,74	0,78	0,76	5,50	2,50		X						
Total					48,56								
Promedio					2,31								

I= Irregular; C= cilíndrica; A= ahusada; N= nudo; At= ataque de hongo; R= rajadura, H= hueco.

## 9.2. Volumen de madera aserrada

En el cuadro 2 se muestran los volúmenes de madera aserrada por tipo de producto para cada una de las 21 trozas con un promedio por troza de  $1,01 \text{ m}^3$  (máx. =  $1,64 \text{ m}^3$ ; mín. =  $0,49 \text{ m}^3$ ). Se obtuvieron un total de 2675 tablillas desagregadas en 980 tablillas para decking (DK), 1232 tablillas para piso (TP) y 463 tablillas para decking tile (DKT), con un promedio de producción de  $0,77 \text{ m}^3$ ,  $0,21 \text{ m}^3$  y  $0,04 \text{ m}^3$ , respectivamente, esto es 71,85%, 24,04% y 4,10% de la producción total. En la Figura 1 se observa gráficamente la proporción promedio en porcentaje del volumen de madera aserrada por tipo de producto donde resalta la producción de tablillas para decking, siendo este tipo de producto el que más influye en la rentabilidad de la operación.



**Figura 1.** Volumen promedio en porcentaje de madera aserrada por tipo de producto de *D. micrantha*.

**Cuadro 2.** Volumen de madera aserrada por troza de *D. micrantha*, por tipo de producto y total (en m<sup>3</sup> y en porcentaje)

Troza Nº	Madera aserrada									
	DK			TP			DKT			Total
	Nº piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	%	Nº piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	%	Nº piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	%	m <sup>3</sup>
1	30	0,32	47,77	92	0,29	43,47	41	0,06	8,60	0,67
2	48	0,95	88,02	30	0,11	9,84	14	0,02	2,14	1,08
3	49	0,88	78,90	58	0,20	18,30	23	0,03	2,79	1,11
4	60	1,03	85,23	49	0,16	13,28	15	0,02	1,49	1,21
5	31	0,66	78,18	39	0,14	16,27	29	0,05	5,54	0,85
6	28	0,36	68,79	36	0,13	24,22	21	0,04	6,98	0,52
7	40	0,63	69,29	75	0,25	27,54	19	0,03	3,17	0,92
8	11	0,11	39,47	45	0,15	54,51	9	0,02	6,02	0,27
9	71	1,10	78,77	61	0,22	16,01	47	0,07	5,22	1,40
10	70	1,16	80,79	65	0,25	17,25	18	0,03	1,96	1,43
11	76	1,45	88,37	46	0,16	9,62	17	0,03	2,01	1,64
12	42	0,87	81,30	47	0,19	17,39	8	0,01	1,30	1,08
13	45	0,70	71,12	79	0,25	25,92	18	0,03	2,96	0,98
14	21	0,28	56,21	47	0,19	39,10	13	0,02	4,68	0,49
15	21	0,22	43,82	61	0,21	42,63	44	0,07	13,54	0,50
16	59	0,92	76,30	73	0,24	19,74	29	0,05	3,96	1,21
17	65	0,98	82,16	49	0,17	14,24	26	0,04	3,60	1,19
18	34	0,76	83,85	34	0,13	14,16	10	0,02	1,99	0,90
19	34	0,41	50,06	113	0,39	47,39	13	0,02	2,55	0,82
20	93	1,53	82,51	77	0,28	14,95	29	0,05	2,54	1,85
21	52	0,84	77,96	56	0,20	18,95	20	0,03	3,08	1,07
<b>Total</b>	980	16,15		1232	4,31		463	0,74		21,19
<b>Promedio</b>	47	0,77	71,85	59	0,21	24,04	22	0,04	4,10	1,01

DK= Decking; TP= Tablilla para pisos; DKT= Decking tiles.

### 9.3. Rendimiento en madera aserrada

En el Cuadro 3 se muestra el rendimiento promedio total en madera aserrada por troza de *D. micrantha* de 42,77% (máx. = 63,45% y mín. = 22,13%), considerando este resultado como “aceptable”, teniendo en cuenta que la producción de tablillas de madera dura requiere de la obtención de productos terminados debidamente dimensionados y en algunos casos cepillados; asimismo este rendimiento también se ve influenciado por la calidad de la troza utilizada como materia prima.

**Cuadro 3.** Rendimiento total en madera aserrada por troza de *D. micrantha*.

Troza N°	Volumen troza (m3)	Volumen madera aserrada (m3)	Rendimiento (%)
1	2,34	0,67	28,76
2	1,97	1,08	54,64
3	1,88	1,11	59,12
4	1,90	1,21	63,45
5	1,98	0,85	42,87
6	1,56	0,52	32,99
7	2,42	0,92	37,81
8	1,00	0,27	26,71
9	3,08	1,40	45,36
10	2,87	1,43	49,90
11	2,93	1,64	56,08
12	2,46	1,08	43,65
13	2,56	0,98	38,27
14	1,78	0,49	27,65
15	2,27	0,50	22,13
16	2,38	1,21	50,84
17	2,39	1,19	49,92
18	2,14	0,90	41,35
19	2,58	0,82	31,90
20	3,58	1,85	51,80
21	2,50	1,07	42,93
Promedio	2,31	1,01	42,77

Estos resultados son buenos comparados a los de Sánchez (2008) de 21,79% de rendimiento en la producción de tablillas a partir de *Hymenea palustris* “azúcar huayo” y de Abadie (2009) de 21,11% en la fabricación de frisas S4S secas al horno a partir de *D. micrantha*, no obstante García (2007) obtuvo un rendimiento

de 79,41% y 61,36% al obtener tablas de *D. micrantha* y *Manilkara bidentata* “quinilla colorada”, respectivamente, sin ningún dimensionamiento y acabado.

#### 9.4. Cálculo del rendimiento por tipo de producto

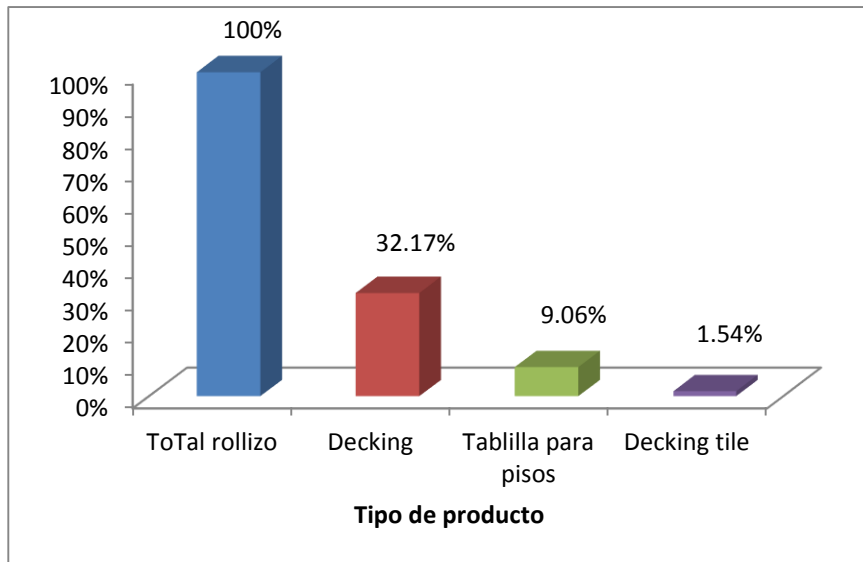
En el Cuadro 4 se muestran los rendimientos en porcentaje de madera aserrada por tipo de producto para cada una de las 21 trozas.

**Cuadro 4.** Rendimiento en madera aserrada por tipo de producto de *D. micrantha*.

Troza N°	Volumen por troza (m <sup>3</sup> )	Volumen madera aserrada(m <sup>3</sup> )			Rendimiento (%)		
		DK	TP	DKT	DK	TP	DKT
1	2,34	0,32	0,29	0,06	13,76	12,52	2,48
2	1,97	0,95	0,11	0,02	48,10	5,38	1,17
3	1,88	0,88	0,20	0,03	46,64	10,82	1,65
4	1,90	1,03	0,16	0,02	54,08	8,43	0,95
5	1,98	0,66	0,14	0,05	33,52	6,98	2,38
6	1,56	0,36	0,13	0,04	22,70	7,99	2,30
7	2,42	0,63	0,25	0,03	26,20	10,41	1,20
8	1,00	0,11	0,15	0,02	10,54	14,56	1,61
9	3,08	1,10	0,22	0,07	35,73	7,26	2,37
10	2,87	1,16	0,25	0,03	40,31	8,61	0,98
11	2,93	1,45	0,16	0,03	49,56	5,39	1,13
12	2,46	0,87	0,19	0,01	35,49	7,59	0,57
13	2,56	0,70	0,25	0,03	27,22	9,92	1,13
14	1,78	0,28	0,19	0,02	15,54	10,81	1,30
15	2,27	0,22	0,21	0,07	9,70	9,44	3,00
16	2,38	0,92	0,24	0,05	38,79	10,03	2,02
17	2,39	0,98	0,17	0,04	41,01	7,11	1,80
18	2,14	0,76	0,13	0,02	34,52	5,99	0,84
19	2,58	0,41	0,39	0,02	15,97	15,12	0,81
20	3,58	1,53	0,28	0,05	42,75	7,74	1,31
21	2,50	0,84	0,20	0,03	33,47	8,14	1,32
Promedio					32,17	9,06	1,54

Se observa que el mayor rendimiento promedio se obtuvo en las tablillas DK con 32,17% (máx. = 54,08% y mín. = 9,70%), seguido de las TP con 9,06% (máx. = 15,12% y mín. = 5,38%) y finalmente de las tablillas DKT con 1,54% (máx. = 2,48% y mín. = 0,57%). La Figura 2 muestra gráficamente el rendimiento promedio por tipo de producto en relación a l volumen de madera rolliza utilizada.

Es importante anotar que los rendimientos obtenidos tienen variaciones debido a la presencia o ausencia de defectos externos e internos acentuados de las trozas; una troza sin defectos externos como pudrición y grietas puede presentar defectos internos como manchas naturales y/o pudrición interna lo cual influye en la merma del rendimiento de calidades superiores y el incremento en las calidades inferiores o también pueden ser consecuencia de trozas que no presentan defectos externos ni internos acentuados por lo cual aumenta el rendimiento de calidades superiores y disminuye la de calidades inferiores



**Figura 2.** Rendimiento promedio de madera aserrada por tipo de producto de *D. micrantha*.

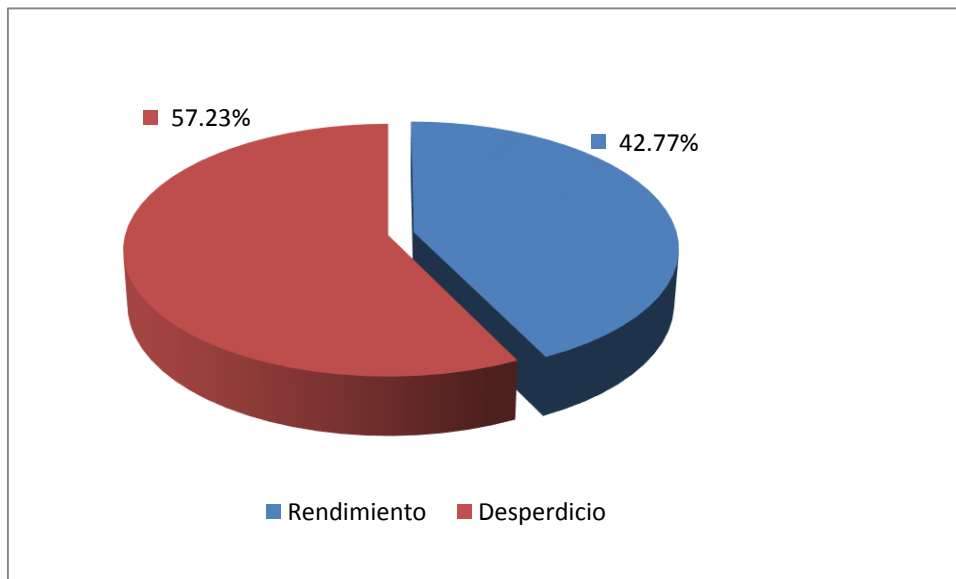
### 9.5. Desperdicio

En el cuadro 5 se muestra el cálculo del porcentaje del desperdicio obtenido para cada una de las trozas de *D. micrantha*, donde se observa que el porcentaje promedio es de 57,23% (máx. = 77,87% y mín. = 36.55%) En la Figura 3 se muestra gráficamente el porcentaje promedio del rendimiento promedio total y el porcentaje del desperdicio al final de la producción de las tablillas.



**Cuadro 5.** Porcentaje de desperdicio en el aserrío de la madera de *D. micrantha*.

Nº Troza	Volumen rollizo (m <sup>3</sup> )	Volumen aserrado (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)	Desperdicio (%)
1	2,34	0,67	28,76	71,24
2	1,97	1,08	54,64	45,36
3	1,88	1,11	59,12	40,88
4	1,90	1,21	63,45	36,55
5	1,98	0,85	42,87	57,13
6	1,56	0,52	32,99	67,01
7	2,42	0,92	37,81	62,19
8	1,00	0,27	26,71	73,29
9	3,08	1,40	45,36	54,64
10	2,87	1,43	49,90	50,10
11	2,93	1,64	56,08	43,92
12	2,46	1,08	43,65	56,35
13	2,56	0,98	38,27	61,73
14	1,78	0,49	27,65	72,35
15	2,27	0,50	22,13	77,87
16	2,38	1,21	50,84	49,16
17	2,39	1,19	49,92	50,08
18	2,14	0,90	41,35	58,65
19	2,58	0,82	31,90	68,10
20	3,58	1,85	51,80	48,20
21	2,50	1,07	42,93	57,07
<b>Total</b>	<b>48,56</b>	<b>21,19</b>		
<b>Promedio</b>	<b>2,31</b>	<b>1,01</b>	<b>42,77</b>	<b>57,23</b>

**Figura 3.** Rendimiento promedio y desperdicio promedio en el proceso de aserrío de *D. micrantha*.

Este porcentaje está influenciado por las dimensiones de la troza y por la calidad de la misma, donde las características como la forma y los defectos tales como nudos, ataque de hongos, rajaduras, huecos, etc. incrementan el porcentaje de desperdicios.

## 9.6. Costos

El cuadro 6 contiene todos los datos que son necesarios para el cálculo de los costos fijos y variables en que incurre la empresa al aserrar la masera de *D. micrantha* y obtener los tres tipos de producto. Con el fin de mantener los valores de acuerdo a la inversión realizada por la empresa se consideró referenciarlos en US Dólares.

**Cuadro 6.** Costos de operación de la maquinaria del aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.

Valor de la maquinaria	(V) (I)	US\$ 729 800
Precio de reventa de la maquinaria o valor residual	(R)= 20% de I	US\$ 145 960
Tasa de interés	(i)	12%
Vida útil de la maquinaria	(N)	10 años
Depreciación	(D)	US\$ 24,33/hora
Reparación y mantenimiento	(20% de la depreciación de la maquinaria)	US\$ 4,86/hora
Horas de trabajo al año	(h)	2400 horas)
Horas de trabajo por día		10 horas

### 9.6.1. Costos fijos

El cuadro 7 contiene los valores de la depreciación y del IMA que constituyen los costos fijos en la producción de madera aserrada, notándose que asciende a US\$ 476,8 por día de trabajo, donde la depreciación representa el mayor componente con US\$ 243,3/día, que representa el 51,03% del costo fijo, mientras que el IMA

representa el menor componente con US\$ 233,5/día, que representa el 48,97% del costo fijo. Los cálculos de los costos fijos se consignan en el Anexo.

**Cuadro 7.** Costos fijos en el aserrío de *D. micrantha* en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.

Ítem	US\$/día
Depreciación de la maquinaria (D)	243,3
IMA	233,5
Total costos fijos	476,8

### 9.6.2. Costos variables

El cuadro 8 consigna los valores de los diferentes componentes de costos variables que en total asciende a US\$ 1272,82 por día de trabajo. La mano de obra y el consumo de combustible representan el 81,70% de los costos variables, seguido de los alimentos (8,41%); el 9,89% restante está conformado por la reparación y mantenimiento de la maquinaria, la depreciación de las sierras de cinta y circulares, los lubricantes y grasas y el equipo de protección personal. Cabe precisar que la mano de obra está conformada por dos grupos de trabajadores, aquellos que se encuentran en planillas (25 personas) que gozan CTS, seguro, vacaciones y gratificaciones y aquellos trabajadores (21 personas) en la modalidad de contratación administrativa de servicios (CAS) que solamente perciben un sueldo mensual sin ningún beneficio adicional. Los cálculos de los costos fijos se consignan en el Anexo.

**Cuadro 8.** Costos variables en el aserrío de *D. micrantha* en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.

Ítem		US\$/día
Mano de obra (Personal + Leyes sociales)	Planilla (25 personas)	502,40
	CAS (21 personas)	237,52
Reparación y mantenimiento	20% Deprec. maquinaria	48,66
Depreciación de la sierra de cinta de la sierra principal		16,80
Depreciación de la sierra de cinta de la reaserradora		8,43
Depreciación de la sierra circular de la canteadora		7,35
Depreciación de la sierra circular de la despuntadora		5,88
Depreciación de la sierra circular de las recuperadoras		3,68
Combustible		300,00
Lubricantes y grasas		13,50
Alimentos	46 personas	107,10
Equipo de protección personal		21,50
Total costos variables		1272,82

### 9.6.3. Costo total diario

El cuadro 9 consigna el costo total diario en que incurre la empresa al aserrar la madera de *D. micrantha*, que asciende al monto de US\$ 1749,62 por día de trabajo, en donde se observa que los costos variables representan el 72,75% del costo total mientras que los costos fijos solamente representan el 27,25%, prácticamente la cuarta parte de los costos variables.

**Cuadro 9.** Costo diario total en el aserrío de *D. micrantha* en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC.

Costos	US \$/día
Fijos	476,80
Variables	1272,82
Total	1749,62

#### 9.6.4. Costo por metro cúbico de madera rolliza procesada

En el cuadro 10 se consigna la producción diaria de madera rolliza procesada en la planta de aserrío de Green Gold Forestry Perú SAC, correspondiente al lote 33 conformado por 423 trozas de *D. micrantha*. Se observa que se procesaron un promedio de 17 trozas por día con un mínimo de 7 trozas y un máximo de 25 trozas con un volumen total de 1524,38 m<sup>3</sup> y un volumen promedio por día de 60,98 m<sup>3</sup>.

Relacionando el costo diario de producción (US\$/día) con el volumen diario de madera rolliza procesada (m<sup>3</sup>/día), se calculó el costo por metro cubico en que incurre la empresa, de acuerdo a la fórmula indicada en el ítem 8.3.12 (d), dando como resultado un costo de US\$ 28,69/m<sup>3</sup> (Cuadro 11). Comparando este valor con el valor del servicio de aserrío que comúnmente cobran las empresas locales (0,25/pt o US\$ 19,64/m<sup>3</sup>), se observa un déficit de US\$ 9,05/m<sup>3</sup>, lo que indica una rentabilidad negativa. Por ese motivo la empresa ha tomado la decisión de no brindar servicio de aserrío a terceros y solamente aserrar especies comerciales de madera dura de su propiedad.

**Cuadro 10.** Volumen de madera rolliza de *D. micrantha* procesada por día.

<b>Madera rolliza</b>			
<b>Lote</b>	<b>Fecha</b>	<b>N° de Trozas</b>	<b>Volumen rollizo (m<sup>3</sup>)</b>
33	13/01/2014	10	25,18
33	14/01/2014	11	43,58
33	15/01/2014	13	31,83
33	16/01/2014	15	58,07
33	17/01/2014	7	25,72
33	20/01/2014	19	80,25
33	21/01/2014	24	77,50
33	22/01/2014	15	62,31
33	23/01/2014	16	77,70
33	24/01/2014	25	75,11
33	25/01/2014	13	53,94
33	27/01/2014	17	62,72
33	28/01/2014	24	67,10
33	29/01/2014	23	73,53
33	30/01/2014	17	51,84
33	31/01/2014	25	74,02
33	03/02/2014	22	68,02
33	04/02/2014	16	65,54
33	10/02/2014	17	66,85
33	11/02/2014	18	75,66
33	12/02/2014	17	73,13
33	13/02/2014	16	79,52
33	14/02/2014	20	68,70
33	15/02/2014	16	41,36
33	17/02/2014	7	45,20
<b>Total</b>		<b>423</b>	<b>1524,38</b>
<b>Promedio</b>		<b>17</b>	<b>60,98</b>

**Cuadro 11.** Costo por metro cubico de madera rolliza procesada por día.

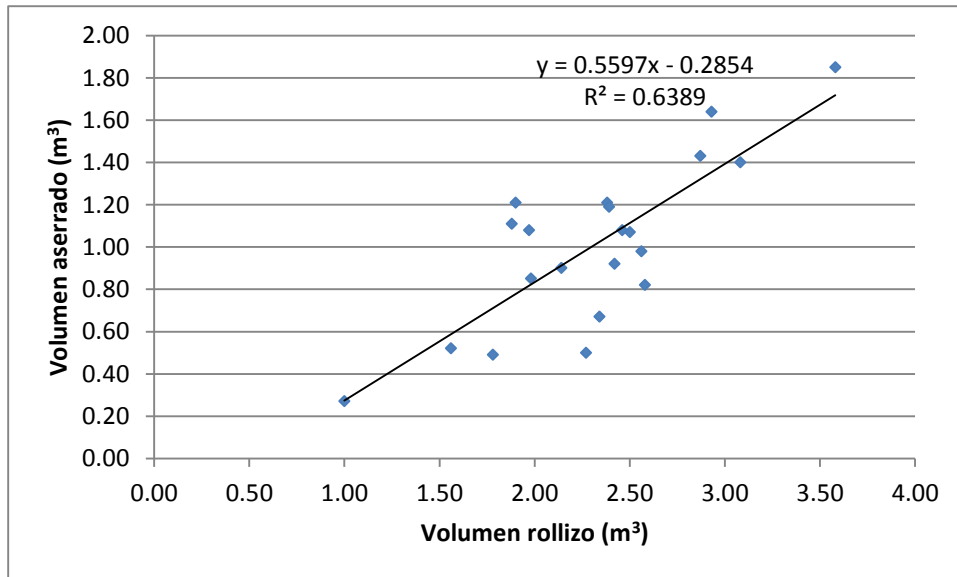
<b>Costo (US\$/día)</b>	<b>Volumen procesado (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Costo (US\$/m<sup>3</sup>)</b>
1749,62	60,98	28,69

### 9.7. Análisis de regresión y correlación

En el cuadro 12 se presentan los resultados del análisis de correlación entre el volumen rollizo y el volumen aserrado para *D. micrantha*, determinándose una ecuación de regresión igual a:  $y = 0,5597(x) - 0,2854$ , con un coeficiente de correlación lineal ( $r$ ) = 0,79 y un coeficiente de determinación ( $r^2$ ) = 0,63, que indica que existe correlación positiva entre las dos variables (Bencardini, 1999).

**Cuadro 12.** Relación entre el volumen de madera en trozas y el volumen de madera aserrada.

Parámetros	Tamaño de muestra	Ecuación	r	r <sup>2</sup>
Volumen rollizo VS Volumen aserrado	21	$y = 0,5597(x) - 0,2854$	0,79	0,63



**Figura 4.** Relación entre el volumen rollizo (m<sup>3</sup>) y el volumen aserrado (m<sup>3</sup>) de *D. micrantha*.

En la Figura 4 se observa gráficamente la tendencia lineal de los valores del volumen aserrado con respecto al volumen rollizo en el que se evidencia una

mediana dispersión de los valores del volumen aserrado con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión, lo cual se refleja en el bajo coeficiente de correlación ( $r= 0,79$ ) y que indica que la variación entre los volúmenes de madera aserrada dependen directamente del volumen de madera rolliza procesada y que este volumen depende de varios factores entre los que puede mencionar al diámetro y la forma de la troza y los defectos tales como rajaduras, medula hueca, pudrición, etc.

### **9.8. Prueba de hipótesis**

Para probar las hipótesis planteadas  $H_0: r = 0$  (No hay relación lineal significativa) y  $H_a: r \neq 0$  (Hay correlación lineal significativa) se realizó una prueba de significancia con respecto al coeficiente de correlación, para ello se determinaron los valores de  $t$  tabular ( $GL= n-2 = 19$ ) y  $t$  calculado según la fórmula indicada en el ítem 8.3.12, cuyos valores fueron 1,729 y 28,274, respectivamente.

Al comparar los valores se nota que  $t$  calculado es mayor que  $t$  tabular, concluyéndose que existe una correlación lineal significativa entre el volumen de madera rolliza y el rendimiento en madera aserrada; sin embargo, esta correlación es medianamente baja porque el coeficiente de correlación de  $r = 0,79$  es relativamente bajo y los valores del volumen de madera aserrada presentan una mediana dispersión con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión (Figura 4).



## X. CONCLUSIONES

1. De un lote de 423 trozas de *D. micrantha*, se procesaron un total de 1524,38 m<sup>3</sup> de madera rolliza, con un promedio de 60,98 m<sup>3</sup>/día y se obtuvieron 650,21 m<sup>3</sup> de madera aserrada, con un promedio de 26,01 m<sup>3</sup>/día.
2. Del volumen total de madera aserrada, 463,54 m<sup>3</sup> fueron del tipo de producto decking, 178,10 m<sup>3</sup> fueron tablillas para pisos y 35,58 m<sup>3</sup> fueron decking tiles, con un promedio diario de 17,46 m<sup>3</sup>, 7,12 m<sup>3</sup> y 1,48 m<sup>3</sup> de decking, tablillas para pisos y decking tiles, respectivamente.
3. El rendimiento total en madera aserrada es de 42,77%, del cual 32,17% corresponde a decking, 9,06% a tablillas para pisos y 1,54% para decking tiles y el desperdicio es de 57,23%.
4. El costo total por día de trabajo al aserrar la madera rolliza de *D. micrantha* es de US\$ 1749,62, donde US\$ 476,80 corresponden a los costos fijos (27,25%) y US\$ 1272,82 a los costos variables (72,75%); el costo por metro cúbico de madera rolliza procesada es de US\$ 28,69/m<sup>3</sup>.
5. El análisis de regresión indica una mediana correlación directamente proporcional entre el volumen de madera rolliza procesada y el volumen de madera aserrada obtenida, con un  $r = 0,79$  que indica una mediana dispersión de los valores del volumen de madera aserrada con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión.

## XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar una preclasificación de las trozas de *D. micrantha*, tanto en forma como en sanidad, antes de llevarlos a la sierra principal, con el fin de descartar aquellas que contengan muchos defectos.
2. Proteger las trozas de *D. micrantha* de los efectos de la demasiada exposición a la radiación solar y al ataque de hongos e insectos.
3. Capacitar en forma permanente al personal de producción en temas relacionados a calidad y clasificación de madera (trozas y aserrada), cortes, empaquetamiento (madera de exportación), entre otros con el objetivo de incrementar el rendimiento en productos de buena calidad.
4. Teniendo en cuenta el alto porcentaje de desperdicio es necesario realizar estudios para mejorar el rendimiento, así como para utilizar estos desperdicios en otras actividades tales como carpintería, tacos de zapatos, artesanías y juguetería, entre otros.

## XII. BIBLIOGRAFÍA

- BOLFOR; VIZCARRA, S. 1999. Recomendaciones prácticas para el aserrío de troncas y el manejo de madera aserrada. Santa Cruz, Bolivia. 15 p.
- BOLFOR; CHAVEZ, A. 1997. Estudio de Rendimiento, Tiempos y Movimientos en el Aserrío. Proyecto USAID. Manual Práctico. Santa Cruz, Bolivia. 29 p.
- BROWN, N. y BETHEL, J. 1983. La Industria Maderera. Editorial Limusa S.A. México. 385 p.
- CASTILLO, M. A. 1996. Costos, un enfoque moderno en la gestión de empresas. CINSEYT. Lima – Perú. 118 p.
- CENFOR IX. 1987. Plan de desarrollo forestal industrial maderero de Loreto-Iquitos. Documento de trabajo. 205 p.
- CLAUDE H. y MANCILLA, R. 1993. Estudio de costos y rendimiento de aprovechamiento, transformación y comercialización de productos provenientes del bosque de producción. Chimanes – Bolivia. 60 p.
- DAVID, E. 1963. Estudio económico de la industria de aserrío en la región Loreto. Iquitos- Perú. Instituto de Investigación Forestal – UNAP. 19 p.
- DÍAS, M. J. 1981. Costos y Presupuesto. Biblioteca de Contabilidad y Materias afines. Tomo 2. Editorial de Libros Técnicos. Lima – Perú. 269 p.
- GARCÍA, J. 2007. Rendimiento de madera aserrada por grados de calidad de las especies shihuahuaco (*Dipteryx micrantha* Harás) y quinilla colorada (*Manilkara bidentata* A. DC) en el aserradero ARBE SAC. Pucallpa – Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales-UNAP. Iquitos – Perú. 104 p.
- GARCÍA, J.D., L. MORALES, y S. VALENCIA. 2001. Coeficientes de aserrío para

- cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco. Foresta-AN. Nota técnica No. 5. UAAAN, Saltillo, Coah. 12 p. Disponible en <http://www.uaaan.mx/public/forestan/nota5.htm>
- HORST, S. 1980. Aspectos fundamentales del proceso de Aserrío para lograr mayor productividad, calidad y beneficio económico. I Seminario sobre extracción y transformación forestal. Pucallpa – Perú. 489 p.
- HORST, S. 1981. La Industria del aserrío. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Mejoramiento de los sistemas de extracción y transformación forestal. Documento de trabajo N° 8. Lima – Perú. 60 p.
- IFFS-INRENA. 2008. Criterios básicos a ser considerados en las metodologías para estudios de rendimiento (Propuesta): Metodología para determinar el coeficiente de rendimiento en el aserrío de madera rolliza. INRENA. Lima, Perú. 26 p.
- INIA. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina. Lima-Perú. 489 p.
- JENSSEN, S. Y DAVID, E. 1979. Estudio del transporte fluvial de la madera. Proyecto PND/FAO/PER/78/003. Documento de trabajo. Lima – Perú. 82 p.
- JENSSEN, S. 1979. Extracción y transformación Forestal en el Perú. Revista Forestal del Perú. Volumen IX. 100 p.
- JIMENEZ, A. 1981. Estudio de rendimiento de extracción y transporte de madera utilizando un sistema mecanizado en el complejo Forestal “El Chaupe” E.P.S. Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos, Perú. 81 p.
- JUNAC. 1989. Manual del Grupo Andino para aserrío y afilado de sierras cintas y sierras circulares. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú: 270 p.

- KAZMIER, L. 1998. Estadística aplicada a la administración y a la economía. Tercera edición. México DF, México. 416 p.
- MEDINA, J. 2002. Rendimiento por grados de calidad de la madera aserrada de cumala (*Virola* sp.) en base a las reglas de la Asociación Nacional de Maderas Duras (NHLA). Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos, Perú. 79 p.
- MELÉNDEZ, M. y BUSTAMANTE, N. 2005. Separata de Capacitación Cubicación de Madera Aserrada. Laboratorio de Aserrío y Trabajabilidad de la Madera. Universidad Nacional Agraria La Molina-USAID. 15 p.
- NÁJERA, J., RODRÍGUEZ, I., MÉNDEZ, J., GARCIANO, J., ROSAS, F., y HERNÁNDEZ, F. 2006. Evaluación de tres sistemas de asierre en *Quercus sideroxylo* Humb & Bompl. De el Salto, Durango. México En *Ra Ximhai* 2(2): 497-513.
- ODICIO, S. 1993. Cuantificación de residuos de aserrío de ocho especies forestales en Pucallpa – Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP Iquitos – Perú. UNAP. 77 pág.
- PADILLA, H. 1987. Glosario Práctico de Términos Forestales. Editorial LIMUSA. Primera Edición. México. 273 p.
- PEZO, W. 1985. Estudio comparativo de rendimiento de madera aserrada en dos tipos de aserraderos en el Departamento de San Martín. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos – Perú. 489 p.
- PROMPEX-WWF-USAID-INIA-OIMT. 2005. Maderas del Perú. Lima, Perú.
- ROJAS, C. 2000. Costo y rendimiento del aserrío en el aserradero de disco de la comunidad nativa Santa Mercedes – Río putumayo. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos – Perú. 110 p.

- SÁNCHEZ, B. 2008. Rendimiento de la madera de azúcar huayo (*Hymenea palustris*) utilizada para pisos en el aserradero del CUEFOR Pto. Almendras, Iquitos, Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos – Perú. 65 p.
- SÁNCHEZ, C.A. 1984. Estudio comparativo de rendimiento entre *Chorisia integrifolia* Ulbr. (Iupuna) y *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón (capinurí) en la industria de laminados de Iquitos, Perú. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos – Perú. 102 p.
- SINACAY, G. 2005. Rendimiento y tiempo productivo del laminado de la madera de dos especies forestales en la sección torno de la fábrica TRIMASA. Iquitos-Perú. Tesis. UNAP. 104 p.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES (SECF).2005. Diccionario Forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1314 p.
- SOTO, C. 2009. Rendimiento en madera aserrada por grados de calidad de *Virola* sp. (cumala) en el aserradero J.J. Boris SAC.. Iquitos-Perú”. Tesis Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Iquitos – Perú. 69 p.
- SPICHIGER, O. 2004. Aprovechamiento en el aserrado de sequoia (*Sequoia sempervirens* y clasificación de la madera obtenida. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero de la Madera. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago – Chile. 45 p.
- Disponible en  
[http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/spichiger\\_o/sources/spichiger\\_o.pdf](http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/spichiger_o/sources/spichiger_o.pdf)
- SUDAN, J. 1981. Rendimiento en aserrío de 30 especies de madera amazónica. Belem-Brasil. 186 p.

- TARANCO, M. 1978. Rendimiento de aserrío en dos aserraderos de Iquitos. Boletín N° 01. CIEFOR – Puerto Almendras. Iquitos – Perú.
- TORRES, J. 1983. Estudio técnico económico para la instalación de un aserradero en el Centro de Investigación y enseñanza Forestal (CIEFOR) Puerto Almendra. Tesis Ing. Forestal. FIF-UNAP. Iquitos, Perú. 145 p.
- VALLES, W. 1986. Estudio de rendimiento de madera aserrada en cuatro especies forestales en la zona de Alto Mayo, San Martín. Tesis Ing. Forestal. FIF-UNAP. Iquitos, Perú. 105 p.
- ZAVALA, D. y HERNANDEZ, R. 2000. Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. *Madera y Bosques* 6(2): 41-55

ANEXO



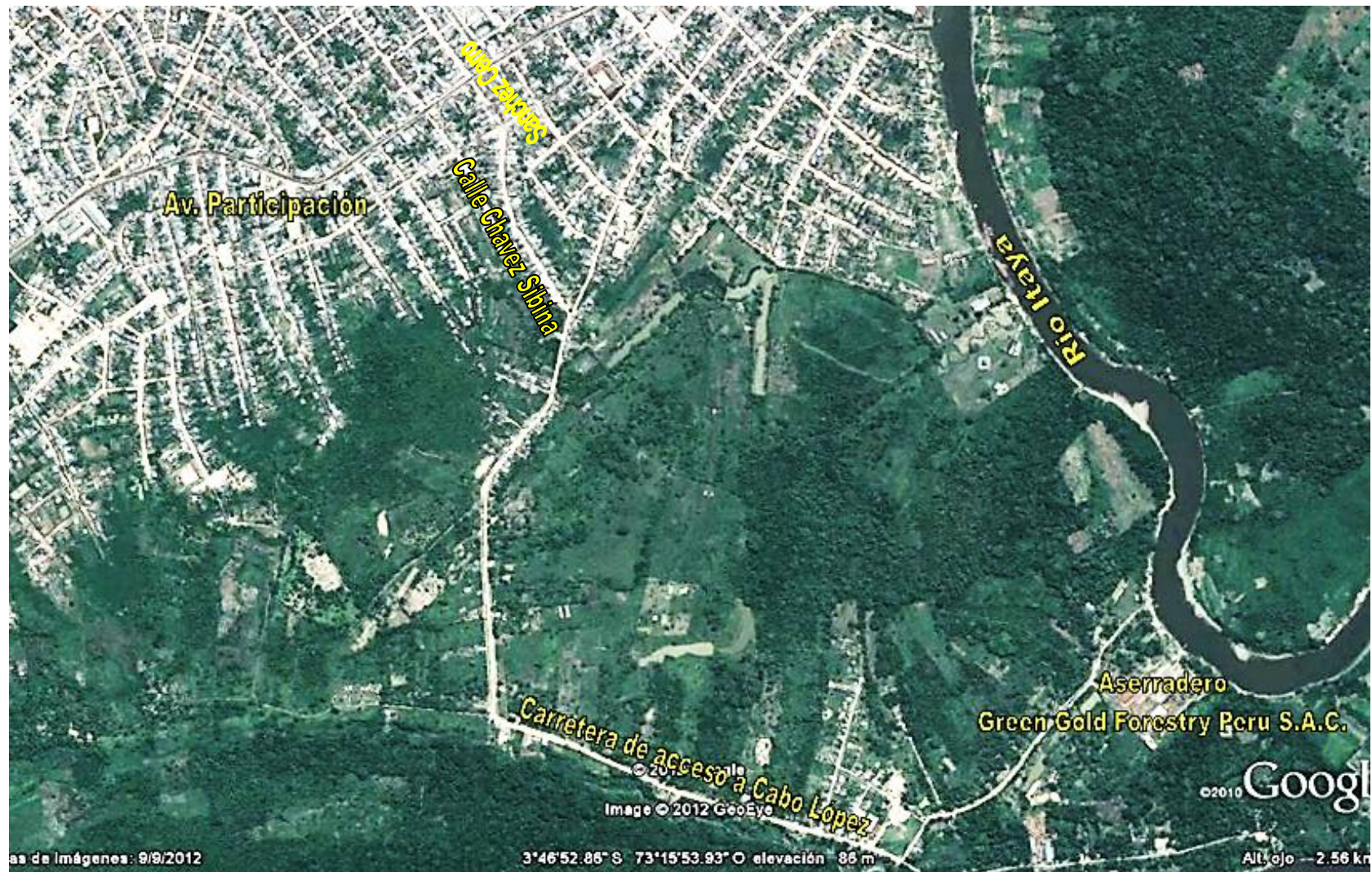


Figura 5. Mapa de ubicación de la planta de aserrío de Green Gold Forestry Perú SAC.



**Cuadro 14.** Formato de toma de datos para el aserrío de *D. micrantha*.

<b>REGISTRO DE PRODUCCION DIARIA DE MADERA ASERRADA EN PLANTA DE TRANSFORMACION</b>																<b>MADERA NO CERTIFICADA</b>			
Proveedor						Especie:	Shihuahuaco					Calidad :	001						
Lote N°:						Espeor:	mm												
O/Producción.:						Destino:						Fecha:	<i>Día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>				
Largo en Pies	Largo en mm	Anchos en mm												Pzas.	Ancho	P2	M3		
<b>Total P/Ancho</b>																			
														<b>Total</b>					
Clasificado por :														vºBº					
														Total					
Cubicado por :														vºBº					

**Cuadro 15.** Rendimiento total en madera aserrada por troza de *D. micrantha*.

N° de troza	Volumen troza (m <sup>3</sup> )	Volumen madera aserrada (m <sup>3</sup> )	Rendimiento (%)	Desperdicio (%)
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
...				
...				
...				
...				
...				
n trozas				
Total				
Promedio				

**Cuadro 16.** Tabla de evaluación de defectos para trozas de *D. micrantha*.

Defectos	Descripción	Clasificación
<b>Nudo</b>		
Grande	Diámetro de 30 cm. a más	A 3%
Mediano	Diámetro de 5 a 29 cm	B 5%
Pequeño	Diámetro menor de 5 cm	C 18%
<b>Rajadura</b>		
Grande	Todo el largo de la troza	A 3%
Mediano	Menos de la mitad del corazón	B 16%
Pequeño	En los extremos	C 24%
<b>Pudrición</b>		
Profunda		A 3%
Parcial		B 8%
Leve		C 11%
<b>Orificio causado por cáncamo</b>		
Profunda		A 0%
Mediano		B 24%
Superficial		C 45%
<b>Sumagadas</b>		
Total		A
Parcialmente		B
Leve		C
<b>Picadura (insectos)</b>		
Total		A 0%
Parcial		B 5%
Leve		C 26%
<b>Contra fibra</b>		
Total		A
Parcial		B
Duramen		C
<b>Resecamiento</b>		
Total		A
Parcial		B
Resecamiento duramen		C
<b>Deformación</b>		
Muy deforme		A 0%
Semi deforme		B 2%
Normal		C 8%



## Características principales de la maquinaria de la planta de transformación de Green Gold Forestry Perú SAC.

(Fuente: Departamento de contabilidad de GGFP, Julio 2013)

1. **Sierra Principal:** Marca Mendes, modelo "SFT 1500", de fabricación brasileña, con volantes de 1500mm de diámetro, 7" de ancho, para trabajar con sierra de cinta de 8" de ancho. Revestidos en acero, tensionado hidráulico de la sierra con accionamiento eléctrico, guías eléctricas de la sierra, altura de corte 1500mm. Con sistema de lubricación automático de la sierra, con rectificador de guías, con estructura en perfil "H" de acero. Acompaña poleas y fajas, con llave soft-starter, con motor trifásico de 100CV y 6 polos. Valor de la maquinaria de la plataforma de transformación (Sierra principal + carro portatrozas) = US\$ 319 790.



**Figura 6.** Sierra principal de sierra de cinta, marca Mendes, brasileña.

2. **Reaserradora/tableadora:** Marca Mendes, modelo FDR 1200, de fabricación brasileña, con volantes de 1200mm de diámetro, 6" de ancho, para trabajar con sierra de cinta de 7", apertura de los rollos de avance de 300mm y la mesa de 200mm, con 13 rollos de encosto de la tabla, sistema eléctrico para cambio de medidas de la tabla y tensionado hidráulico de la sierra, con sistema de lubricación automático de la sierra, con estructura en perfil "H" de acero, con llave Soft-starter y motor trifásico de 60CV y 6 polos. Valor de la reaserradora = US\$ 84 348.



**Figura 7.** Reaserradora/tableadora de sierra de cinta, marca Mendes, brasileña.

**3. Sierra circular canteadora automática:** Marca Mendes, Modelo SCA 1100, de fabricación brasileña, para trabajar con una sierra circular fija y dos sierras circulares móviles, comando a distancia de las sierras móviles, con motoreductor para accionamiento de los rollos de avance, accionados con variador de frecuencia que permite cambiar siempre de velocidad avance, con mesas de rollos de entrada y salida de 3m de largo, con dos juegos de hojas inclusas (24 dientes). Acompaña polea y fajas. Con vitola eléctrica, comandada por joystick, con tres cañones láser indicando la posición de la sierra, con estructura en perfil "H" de acero, con llave soft-starter y motor trifásico de 75 CV. Valor de la sierra canteadora + accesorios = US\$ 46 000.



**Figura 8.** Sierra circular canteadora, marca Mendes, brasileña.



4. **Sierra circular despuntadora neumática:** Marca Mendes, modelo DCP, de fabricación brasileña, con avance neumático, mesa con rolletes de 6 m de largo, encosto regulable para hacer los cortes de la tabla, con motor acoplado de 5 CV, mesa de 1 m x 1 m, altura de corte 4", ancho de corte 16". Valor de la sierra despuntadora + accesorios= US\$ 23 360.

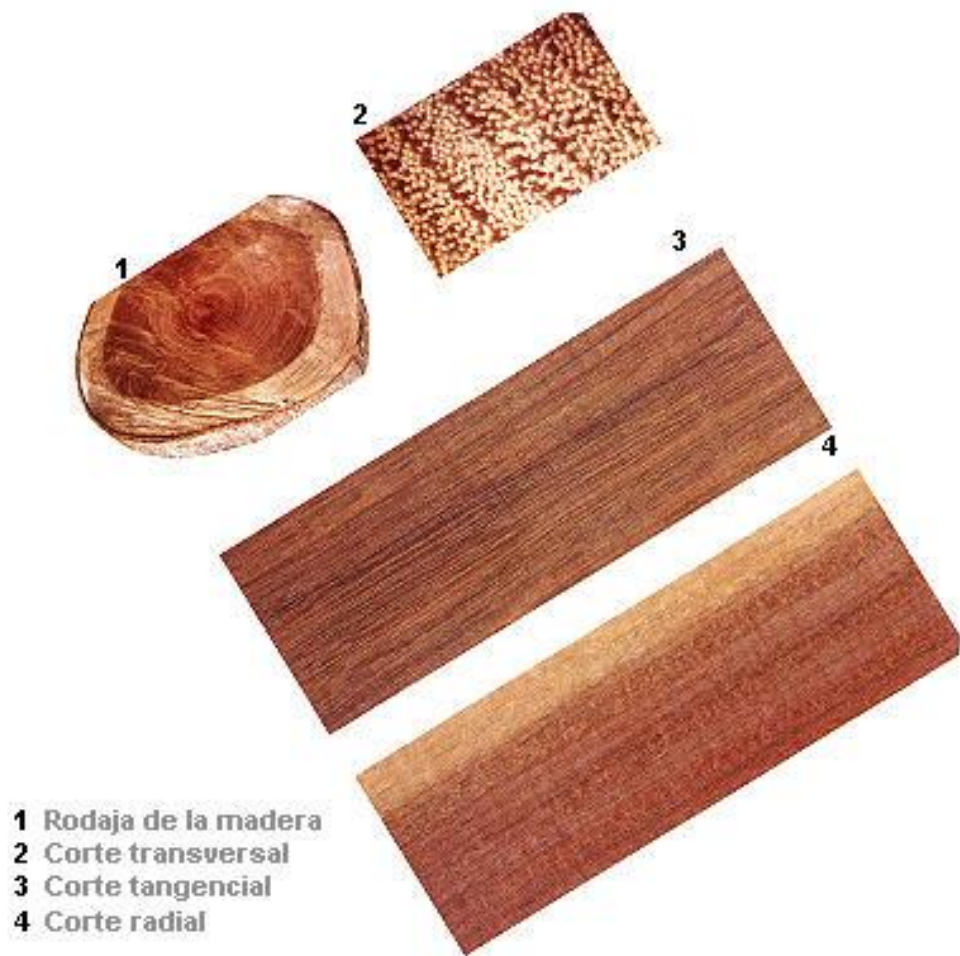


**Figura 9.** Sierra circular despuntadora, marca Mendes, brasileña.

5. **Sierra circular recuperadora:** De fabricación casera, encosto regulable para hacer los cortes de la tabla, con motor acoplado de 12.5HP; mesa de 0.70m x 0.80m, altura de corte 4", ancho de corte 13". Valor de la recuperadora= US\$ 1280.



**Figura 10.** Sierra circular recuperadora de fabricación casera.



**Figura 11.** Muestra de madera de *Dipteryx micrantha* Harms “shihuahuaco”  
(Fuente: PROMPEX-WWF-USAID-INIA-OIMT, 2005)

**Cuadro 17.** Tamaño mínimo de la muestra representativa de la población de trozas de *D. micrantha* en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., según el muestreo piloto.

Nº	D (cm)	d (cm)	D prom. (m)	L (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	68,0	67,0	0,68	6,13	2,19
2	63,0	61,5	0,62	5,82	1,77
3	70,0	69,0	0,70	5,76	2,19
4	67,0	66,0	0,67	5,86	2,04
5	69,0	68,0	0,69	5,82	2,14
6	72,0	70,0	0,71	5,19	2,05
7	65,5	62,5	0,64	5,76	1,85
8	68,0	66,0	0,67	5,16	1,82
9	73,0	70,0	0,72	4,71	1,89
10	75,0	74,0	0,75	4,78	2,08
11	60,0	57,0	0,59	5,98	1,61
12	61,0	59,0	0,60	6,89	1,95
13	55,0	54,0	0,55	6,76	1,58
14	71,0	68,0	0,70	5,38	2,04
15	64,0	57,0	0,61	6,00	1,72
16	63,0	62,0	0,63	6,64	2,04
17	65,0	58,0	0,62	6,12	1,82
18	70,0	68,0	0,69	5,88	2,20
19	74,0	73,0	0,74	5,42	2,30
20	66,0	63,0	0,65	6,60	2,16
21	58,0	54,0	0,56	6,30	1,55
22	69,0	67,0	0,68	5,76	2,09
23	71,0	70,0	0,71	5,90	2,30
24	65,0	63,0	0,64	6,90	2,22
25	70,0	68,0	0,69	6,30	2,36
26	71,0	68,0	0,70	6,30	2,39
27	70,0	65,0	0,68	6,50	2,33
28	77,0	75,0	0,76	5,20	2,36
29	63,0	62,0	0,63	6,68	2,05
30	71,0	70,0	0,71	5,70	2,23
<b>N</b>					<b>423</b>
<b>Premuestra</b>					<b>30</b>
<b>Σxi</b>					<b>61,31</b>
<b>Σxi<sup>2</sup>/n</b>					<b>125,31</b>
<b>Σxi<sup>2</sup></b>					<b>126,99</b>
<b>Media Aritmética</b>					<b>2,04</b>
<b>Varianza</b>					<b>0,06</b>
<b>Desviación estándar (S)</b>					<b>0,24</b>
<b>Coefficiente de Variación (CV)</b>					<b>11,79</b>
<b>z</b>					<b>1,96</b>
<b>E (%)</b>					<b>5</b>
<b>n</b>					<b>20,3</b>

**Cuadro 18.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 1 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
001		1,880	16,0	2,60	5	0,039	DK	
		2,180	16,0	2,60	7	0,063		
		2,480	16,0	2,60	4	0,041		
		2,780	16,0	2,60	8	0,093		
		3,090	16,0	2,60	3	0,039		
		3,400	16,0	2,60	0	0,000		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	1	0,017		
		4,310	16,0	2,60	0	0,000		
		4,610	16,0	2,60	0	0,000		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				30		0,322
		1,575	14,5	2,60	8	0,048		TP
		1,270	14,5	2,60	2	0,010		
		0,950	14,5	2,60	25	0,090		
		0,800	14,5	2,60	2	0,006		
		0,650	14,5	2,60	3	0,007		
		1,575	11,5	2,60	0	0,000		
		1,270	11,5	2,60	2	0,008		
		0,950	11,5	2,60	25	0,071		
		0,800	11,5	2,60	13	0,031		
		0,650	11,5	2,60	12	0,023		
		TOTAL				92	0,293	
		0,950	8,2	2,60	11	0,022	DKT	
		0,800	8,2	2,60	13	0,005		
		0,650	8,2	2,60	17	0,024		
		0,350	8,2	2,60	10	0,007		
		TOTAL				41		0,058
		TOTAL GENERAL					163	0,674

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.



**Cuadro 19.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 2 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
002		1,880	16,0	2,60	4	0,031	DK	
		2,180	16,0	2,60	2	0,018		
		2,480	16,0	2,60	0	0,000		
		2,780	16,0	2,60	1	0,012		
		3,090	16,0	2,60	2	0,026		
		3,400	16,0	2,60	1	0,014		
		3,700	16,0	2,60	1	0,015		
		4,010	16,0	2,60	1	0,017		
		4,310	16,0	2,60	1	0,018		
		4,610	16,0	2,60	1	0,019		
		4,930	16,0	2,60	1	0,021		
		5,220	16,0	2,60	1	0,022		
		5,530	16,0	2,60	32	0,763		
		TOTAL				48		0,948
		1,575	14,5	2,60	1	0,006		TP
		1,270	14,5	2,60	1	0,005		
		0,950	14,5	2,60	11	0,039		
		0,800	14,5	2,60	2	0,006		
		0,650	14,5	2,60	3	0,007		
		1,575	11,5	2,60	2	0,009		
		1,270	11,5	2,60	5	0,011		
		0,950	11,5	2,60	4	0,071		
		0,800	11,5	2,60	1	0,002		
		0,650	11,5	2,60	0	0,000		
		TOTAL				30	0,106	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	5	0,010		
		0,800	8,2	2,60	3	0,005		
		0,650	8,2	2,60	5	0,007		
		0,350	8,2	2,60	1	0,001		
		TOTAL				14		0,023
		TOTAL GENERAL					92	1,077

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 20.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 3 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
003		1,880	16,0	2,60	3	0,023	DK	
		2,180	16,0	2,60	2	0,018		
		2,480	16,0	2,60	1	0,010		
		2,780	16,0	2,60	2	0,023		
		3,090	16,0	2,60	4	0,051		
		3,400	16,0	2,60	2	0,028		
		3,700	16,0	2,60	1	0,015		
		4,010	16,0	2,60	3	0,050		
		4,310	16,0	2,60	1	0,018		
		4,610	16,0	2,60	4	0,077		
		4,930	16,0	2,60	4	0,082		
		5,220	16,0	2,60	22	0,478		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				49		0,875
		1,575	14,5	2,60	5	0,030		TP
		1,270	14,5	2,60	7	0,034		
		0,950	14,5	2,60	6	0,021		
		0,800	14,5	2,60	1	0,003		
		0,650	14,5	2,60	2	0,005		
		1,575	11,5	2,60	2	0,009		
		1,270	11,5	2,60	11	0,042		
		0,950	11,5	2,60	5	0,014		
		0,800	11,5	2,60	19	0,045		
		0,650	11,5	2,60	0	0,000		
		TOTAL				58	0,203	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	5	0,010		
		0,800	8,2	2,60	4	0,007		
		0,650	8,2	2,60	6	0,008		
		0,350	8,2	2,60	8	0,006		
		TOTAL				23		0,031
		TOTAL GENERAL					130	1,109

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 21.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 4 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada					
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto
004		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK
		2,180	16,0	2,60	1	0,009	
		2,480	16,0	2,60	2	0,021	
		2,780	16,0	2,60	3	0,035	
		3,090	16,0	2,60	1	0,013	
		3,400	16,0	2,60	2	0,028	
		3,700	16,0	2,60	4	0,062	
		4,010	16,0	2,60	1	0,017	
		4,310	16,0	2,60	13	0,233	
		4,610	16,0	2,60	31	0,595	
		4,930	16,0	2,60	0	0,000	
		5,220	16,0	2,60	0	0,000	
		5,530	16,0	2,60	0	0,000	
		TOTAL				60	
		1,575	14,5	2,60	3	0,018	TP
		1,270	14,5	2,60	3	0,014	
		0,950	14,5	2,60	15	0,054	
		0,800	14,5	2,60	1	0,003	
		0,650	14,5	2,60	4	0,010	
		1,575	11,5	2,60	0	0,000	
		1,270	11,5	2,60	4	0,015	
		0,950	11,5	2,60	8	0,023	
		0,800	11,5	2,60	5	0,012	
		0,650	11,5	2,60	6	0,012	
		TOTAL				49	0,160
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT
		1,270	8,2	2,60	1	0,003	
		0,950	8,2	2,60	1	0,002	
		0,800	8,2	2,60	0	0,000	
		0,650	8,2	2,60	6	0,008	
		0,350	8,2	2,60	7	0,005	
		TOTAL				15	
		TOTAL GENERAL					124

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.



**Cuadro 22.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 5 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada							
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto		
005		1,880	16,0	2,60	1	0,008	DK		
		2,180	16,0	2,60	1	0,009			
		2,480	16,0	2,60	0	0,000			
		2,780	16,0	2,60	0	0,000			
		3,090	16,0	2,60	0	0,000			
		3,400	16,0	2,60	0	0,000			
		3,700	16,0	2,60	1	0,015			
		4,010	16,0	2,60	4	0,067			
		4,310	16,0	2,60	3	0,054			
		4,610	16,0	2,60	1	0,019			
		4,930	16,0	2,60	2	0,041			
		5,220	16,0	2,60	1	0,022			
		5,530	16,0	2,60	2	0,046			
		5,840	16,0	2,60	1	0,024			
		6,150	16,0	2,60	14	0,358			
		TOTAL						31	0,663
		1,575	14,5	2,60	4	0,024		TP	
		1,270	14,5	2,60	6	0,029			
		0,950	14,5	2,60	5	0,018			
		0,800	14,5	2,60	1	0,003			
		0,650	14,5	2,60	0	0,000			
		1,575	11,5	2,60	0	0,000			
		1,270	11,5	2,60	2	0,008			
		0,950	11,5	2,60	16	0,045			
		0,800	11,5	2,60	3	0,007			
		0,650	11,5	2,60	2	0,004			
		TOTAL					39		0,138
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT		
		1,270	8,2	2,60	0	0,000			
		0,950	8,2	2,60	10	0,020			
		0,800	8,2	2,60	4	0,007			
		0,650	8,2	2,60	13	0,018			
		0,350	8,2	2,60	2	0,001			
TOTAL					29	0,047			
TOTAL GENERAL					99	0,848			

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 23.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 6 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada							
Nº Troza	Vol (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto		
006		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK		
		2,180	16,0	2,60	5	0,045			
		2,480	16,0	2,60	8	0,083			
		2,780	16,0	2,60	1	0,012			
		3,090	16,0	2,60	2	0,026			
		3,400	16,0	2,60	3	0,042			
		3,700	16,0	2,60	1	0,015			
		4,010	16,0	2,60	3	0,050			
		4,310	16,0	2,60	1	0,018			
		4,610	16,0	2,60	0	0,000			
		4,930	16,0	2,60	0	0,000			
		5,220	16,0	2,60	0	0,000			
		5,530	16,0	2,60	1	0,023			
		5,840	16,0	2,60	0	0,000			
		6,150	16,0	2,60	1	0,026			
		TOTAL				28		0,355	
		1,575	14,5	2,60	2	0,012	TP		
		1,270	14,5	2,60	5	0,024			
		0,950	14,5	2,60	3	0,011			
		0,800	14,5	2,60	3	0,009			
		0,650	14,5	2,60	3	0,007			
		1,575	11,5	2,60	3	0,014			
		1,270	11,5	2,60	4	0,015			
		0,950	11,5	2,60	6	0,017			
		0,800	11,5	2,60	4	0,010			
		0,650	11,5	2,60	3	0,006			
		TOTAL				36		0,125	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT		
		1,270	8,2	2,60	2	0,005			
		0,950	8,2	2,60	10	0,020			
		0,800	8,2	2,60	0	0,000			
		0,650	8,2	2,60	6	0,008			
		0,350	8,2	2,60	3	0,002			
		TOTAL				21	0,036		
		TOTAL GENERAL					85	0,516	

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 24.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 7 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
007		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK	
		2,180	16,0	2,60	3	0,027		
		2,480	16,0	2,60	1	0,010		
		2,780	16,0	2,60	4	0,046		
		3,090	16,0	2,60	2	0,026		
		3,400	16,0	2,60	5	0,071		
		3,700	16,0	2,60	3	0,046		
		4,010	16,0	2,60	2	0,033		
		4,310	16,0	2,60	3	0,054		
		4,610	16,0	2,60	2	0,038		
		4,930	16,0	2,60	13	0,276		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,300		
		TOTAL				40		0,634
		1,575	14,5	2,60	4	0,024	TP	
		1,270	14,5	2,60	9	0,043		
		0,950	14,5	2,60	14	0,050		
		0,800	14,5	2,60	4	0,012		
		0,650	14,5	2,60	0	0,000		
		1,575	11,5	2,60	1	0,005		
		1,270	11,5	2,60	6	0,023		
		0,950	11,5	2,60	23	0,065		
		0,800	11,5	2,60	6	0,014		
		0,650	11,5	2,60	8	0,016		
		TOTAL				75	0,252	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	1	0,003		
		0,950	8,2	2,60	5	0,010		
		0,800	8,2	2,60	6	0,010		
		0,650	8,2	2,60	1	0,001		
		0,350	8,2	2,60	6	0,004		
TOTAL				19	0,029			
TOTAL GENERAL					134	0,915		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 25.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 8 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada					
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto
008		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK
		2,180	16,0	2,60	6	0,054	
		2,480	16,0	2,60	2	0,021	
		2,780	16,0	2,60	0	0,000	
		3,090	16,0	2,60	0	0,000	
		3,400	16,0	2,60	1	0,014	
		3,700	16,0	2,60	0	0,000	
		4,010	16,0	2,60	0	0,000	
		4,310	16,0	2,60	0	0,000	
		4,610	16,0	2,60	0	0,000	
		4,930	16,0	2,60	0	0,000	
		5,220	16,0	2,60	0	0,000	
		5,530	16,0	2,60	0	0,000	
		5,840	16,0	2,60	0	0,000	
		6,150	16,0	2,60	0	0,000	
		TOTAL				11	
		1,575	14,5	2,60	5	0,030	TP
		1,270	14,5	2,60	1	0,005	
		0,950	14,5	2,60	3	0,011	
		0,800	14,5	2,60	3	0,009	
		0,650	14,5	2,60	5	0,012	
		1,575	11,5	2,60	0	0,000	
		1,270	11,5	2,60	7	0,027	
		0,950	11,5	2,60	10	0,028	
		0,800	11,5	2,60	4	0,010	
		0,650	11,5	2,60	7	0,014	
		TOTAL				45	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT
		1,270	8,2	2,60	0	0,000	
		0,950	8,2	2,60	5	0,010	
		0,800	8,2	2,60	2	0,003	
		0,650	8,2	2,60	1	0,001	
		0,350	8,2	2,60	1	0,001	
TOTAL				9	0,016		
TOTAL GENERAL					65	0,266	

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 26.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 9 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada									
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto				
009		1,880	16,0	2,60	12	0,094	DK				
		2,180	16,0	2,60	8	0,073					
		2,480	16,0	2,60	6	0,062					
		2,780	16,0	2,60	3	0,035					
		3,090	16,0	2,60	0	0,000					
		3,400	16,0	2,60	4	0,057					
		3,700	16,0	2,60	3	0,046					
		4,010	16,0	2,60	0	0,000					
		4,310	16,0	2,60	3	0,054					
		4,610	16,0	2,60	8	0,0153					
		4,930	16,0	2,60	7	0,144					
		5,220	16,0	2,60	4	0,087					
		5,530	16,0	2,60	13	0,299					
		5,840	16,0	2,60	0	0,000					
		6,150	16,0	2,60	0	0,000					
		TOTAL						71	1,102		
		1,575					14,5	2,60	8	0,048	TP
		1,270					14,5	2,60	11	0,050	
		0,950					14,5	2,60	11	0,039	
		0,800					14,5	2,60	7	0,021	
		0,650					14,5	2,60	5	0,012	
		1,575					11,5	2,60	2	0,009	
		1,270					11,5	2,60	2	0,008	
		0,950					11,5	2,60	4	0,011	
		0,800					11,5	2,60	4	0,010	
		0,650					11,5	2,60	7	0,014	
		TOTAL					61	0,224			
		1,575					8,2	2,60	0	0,000	DKT
		1,270					8,2	2,60	1	0,003	
		0,950					8,2	2,60	11	0,022	
		0,800					8,2	2,60	13	0,022	
		0,650					8,2	2,60	14	0,019	
		0,350					8,2	2,60	8	0,006	
TOTAL					47	0,073					
TOTAL GENERAL					179	1,399					

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 27.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 10 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
010		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK	
		2,180	16,0	2,60	2	0,018		
		2,480	16,0	2,60	6	0,062		
		2,780	16,0	2,60	5	0,058		
		3,090	16,0	2,60	3	0,039		
		3,400	16,0	2,60	5	0,071		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	0	0,000		
		4,310	16,0	2,60	0	0,000		
		4,610	16,0	2,60	45	0,863		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				70		1,157
		1,575	14,5	2,60	9	0,053	TP	
		1,270	14,5	2,60	14	0,067		
		0,950	14,5	2,60	16	0,057		
		0,800	14,5	2,60	5	0,015		
		0,650	14,5	2,60	8	0,020		
		1,575	11,5	2,60	1	0,005		
		1,270	11,5	2,60	0	0,000		
		0,950	11,5	2,60	5	0,014		
		0,800	11,5	2,60	4	0,010		
		0,650	11,5	2,60	3	0,006		
		TOTAL				65	0,247	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	8	0,016		
		0,800	8,2	2,60	3	0,005		
		0,650	8,2	2,60	3	0,004		
		0,350	8,2	2,60	4	0,003		
TOTAL				18	0,028			
TOTAL GENERAL					153	1,432		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 28.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 11 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
011		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK	
		2,180	16,0	2,60	0	0,000		
		2,480	16,0	2,60	2	0,021		
		2,780	16,0	2,60	2	0,023		
		3,090	16,0	2,60	3	0,039		
		3,400	16,0	2,60	6	0,085		
		3,700	16,0	2,60	4	0,062		
		4,010	16,0	2,60	4	0,067		
		4,310	16,0	2,60	2	0,036		
		4,610	16,0	2,60	0	0,000		
		4,930	16,0	2,60	2	0,241		
		5,220	16,0	2,60	49	1,064		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				76		1,452
		1,575	14,5	2,60	1	0,006	TP	
		1,270	14,5	2,60	6	0,029		
		0,950	14,5	2,60	15	0,054		
		0,800	14,5	2,60	4	0,012		
		0,650	14,5	2,60	2	0,005		
		1,575	11,5	2,60	0	0,000		
		1,270	11,5	2,60	4	0,015		
		0,950	11,5	2,60	10	0,028		
		0,800	11,5	2,60	2	0,005		
		0,650	11,5	2,60	2	0,004		
		TOTAL				46		0,158
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	6	0,016		
		0,950	8,2	2,60	2	0,004		
		0,800	8,2	2,60	4	0,007		
		0,650	8,2	2,60	3	0,004		
		0,350	8,2	2,60	2	0,001		
TOTAL				17	0,033			
TOTAL GENERAL					139	1,643		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 29.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 12 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
012		1,880	16,0	2,60	1	0,008	DK	
		2,180	16,0	2,60	1	0,009		
		2,480	16,0	2,60	2	0,021		
		2,780	16,0	2,60	1	0,012		
		3,090	16,0	2,60	1	0,013		
		3,400	16,0	2,60	0	0,000		
		3,700	16,0	2,60	1	0,013		
		4,010	16,0	2,60	1	0,017		
		4,310	16,0	2,60	6	0,1,08		
		4,610	16,0	2,60	1	0,019		
		4,930	16,0	2,60	3	0,062		
		5,220	16,0	2,60	3	0,065		
		5,530	16,0	2,60	4	0,092		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	17	0,435		
		TOTAL				42		0,874
		1,575	14,5	2,60	6	0,036		TP
		1,270	14,5	2,60	11	0,053		
		0,950	14,5	2,60	6	0,021		
		0,800	14,5	2,60	1	0,003		
		0,650	14,5	2,60	0	0,000		
		1,575	11,5	2,60	2	0,009		
		1,270	11,5	2,60	8	0,030		
		0,950	11,5	2,60	8	0,023		
		0,800	11,5	2,60	4	0,010		
		0,650	11,5	2,60	1	0,002		
		TOTAL				47	0,187	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	1	0,003		
		0,950	8,2	2,60	3	0,006		
		0,800	8,2	2,60	1	0,002		
		0,650	8,2	2,60	2	0,003		
		0,350	8,2	2,60	1	0,001		
TOTAL				8	0,014			
TOTAL GENERAL					97	1,075		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.



**Cuadro 30.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 13 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
013		1,880	16,0	2,60	2	0,016	DK	
		2,180	16,0	2,60	8	0,073		
		2,480	16,0	2,60	4	0,041		
		2,780	16,0	2,60	4	0,046		
		3,090	16,0	2,60	1	0,013		
		3,400	16,0	2,60	3	0,042		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	0	0,000		
		4,310	16,0	2,60	2	0,036		
		4,610	16,0	2,60	1	0,019		
		4,930	16,0	2,60	9	0,185		
		5,220	16,0	2,60	9	0,195		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				45		0,697
		1,575	14,5	2,60	3	0,018	TP	
		1,270	14,5	2,60	2	0,010		
		0,950	14,5	2,60	34	0,122		
		0,800	14,5	2,60	6	0,018		
		0,650	14,5	2,60	3	0,007		
		1,575	11,5	2,60	0	0,000		
		1,270	11,5	2,60	1	0,004		
		0,950	11,5	2,60	18	0,051		
		0,800	11,5	2,60	3	0,007		
		0,650	11,5	2,60	9	0,017		
		TOTAL				79		0,254
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	9	0,018		
		0,800	8,2	2,60	2	0,003		
		0,650	8,2	2,60	4	0,006		
		0,350	8,2	2,60	3	0,002		
TOTAL				18	0,029			
TOTAL GENERAL					142	0,980		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 31.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 14 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
014		1,880	16,0	2,60	4	0,031	DK	
		2,180	16,0	2,60	0	0,000		
		2,480	16,0	2,60	3	0,031		
		2,780	16,0	2,60	4	0,046		
		3,090	16,0	2,60	2	0,026		
		3,400	16,0	2,60	0	0,000		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	1	0,017		
		4,310	16,0	2,60	1	0,018		
		4,610	16,0	2,60	4	0,077		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				21		0,276
		1,575	14,5	2,60	11	0,065	TP	
		1,270	14,5	2,60	3	0,014		
		0,950	14,5	2,60	6	0,021		
		0,800	14,5	2,60	0	0,000		
		0,650	14,5	2,60	5	0,012		
		1,575	11,5	2,60	7	0,033		
		1,270	11,5	2,60	5	0,019		
		0,950	11,5	2,60	8	0,023		
		0,800	11,5	2,60	1	0,002		
		0,650	11,5	2,60	1	0,002		
		TOTAL				47		0,192
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	4	0,008		
		0,800	8,2	2,60	7	0,012		
		0,650	8,2	2,60	2	0,003		
		0,350	8,2	2,60	0	0,000		
TOTAL				13	0,023			
TOTAL GENERAL					81	0,491		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 32.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 15 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
015		1,880	16,0	2,60	4	0,031	DK	
		2,180	16,0	2,60	7	0,063		
		2,480	16,0	2,60	3	0,031		
		2,780	16,0	2,60	1	0,012		
		3,090	16,0	2,60	3	0,039		
		3,400	16,0	2,60	2	0,028		
		3,700	16,0	2,60	1	0,015		
		4,010	16,0	2,60	0	0,00		
		4,310	16,0	2,60	0	0,000		
		4,610	16,0	2,60	0	0,000		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				21		0,220
		1,575	14,5	2,60	8	0,048	TP	
		1,270	14,5	2,60	4	0,019		
		0,950	14,5	2,60	17	0,061		
		0,800	14,5	2,60	5	0,015		
		0,650	14,5	2,60	5	0,012		
		1,575	11,5	2,60	1	0,005		
		1,270	11,5	2,60	4	0,015		
		0,950	11,5	2,60	3	0,009		
		0,800	11,5	2,60	7	0,017		
		0,650	11,5	2,60	7	0,014		
		TOTAL				61		0,214
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	2	0,005		
		0,950	8,2	2,60	11	0,022		
		0,800	8,2	2,60	9	0,015		
		0,650	8,2	2,60	14	0,019		
		0,350	8,2	2,60	8	0,006		
TOTAL				44	0,068			
TOTAL GENERAL					126	0,502		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 33.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 16 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
016		1,880	16,0	2,60	9	0,070	DK	
		2,180	16,0	2,60	6	0,054		
		2,480	16,0	2,60	4	0,041		
		2,780	16,0	2,60	3	0,035		
		3,090	16,0	2,60	1	0,013		
		3,400	16,0	2,60	1	0,014		
		3,700	16,0	2,60	1	0,015		
		4,010	16,0	2,60	2	0,033		
		4,310	16,0	2,60	3	0,054		
		4,610	16,0	2,60	1	0,019		
		4,930	16,0	2,60	28	0,574		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				59		0,924
		1,575	14,5	2,60	2	0,012	TP	
		1,270	14,5	2,60	7	0,034		
		0,950	14,5	2,60	14	0,050		
		0,800	14,5	2,60	6	0,018		
		0,650	14,5	2,60	3	0,007		
		1,575	11,5	2,60	5	0,024		
		1,270	11,5	2,60	5	0,019		
		0,950	11,5	2,60	13	0,037		
		0,800	11,5	2,60	7	0,017		
		0,650	11,5	2,60	11	0,021		
		TOTAL				73		0,239
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	1	0,003		
		0,950	8,2	2,60	13	0,026		
		0,800	8,2	2,60	4	0,007		
		0,650	8,2	2,60	6	0,008		
		0,350	8,2	2,60	5	0,004		
TOTAL				29	0,048			
TOTAL GENERAL					161	1,211		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 34.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 17 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada					
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto
017		1,880	16,0	2,60	7	0,055	DK
		2,180	16,0	2,60	4	0,036	
		2,480	16,0	2,60	5	0,052	
		2,780	16,0	2,60	3	0,035	
		3,090	16,0	2,60	4	0,051	
		3,400	16,0	2,60	7	0,099	
		3,700	16,0	2,60	2	0,031	
		4,010	16,0	2,60	1	0,017	
		4,310	16,0	2,60	6	0,108	
		4,610	16,0	2,60	26	0,499	
		4,930	16,0	2,60	0	0,000	
		5,220	16,0	2,60	0	0,000	
		5,530	16,0	2,60	0	0,000	
		5,840	16,0	2,60	0	0,000	
		6,150	16,0	2,60	0	0,000	
		TOTAL				65	
		1,575	14,5	2,60	6	0,036	TP
		1,270	14,5	2,60	4	0,019	
		0,950	14,5	2,60	9	0,032	
		0,800	14,5	2,60	5	0,015	
		0,650	14,5	2,60	3	0,007	
		1,575	11,5	2,60	0	0,000	
		1,270	11,5	2,60	3	0,011	
		0,950	11,5	2,60	12	0,034	
		0,800	11,5	2,60	3	0,007	
		0,650	11,5	2,60	4	0,008	
		TOTAL				49	0,170
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT
		1,270	8,2	2,60	1	0,003	
		0,950	8,2	2,60	10	0,020	
		0,800	8,2	2,60	7	0,012	
		0,650	8,2	2,60	4	0,006	
		0,350	8,2	2,60	4	0,003	
TOTAL				26	0,043		
TOTAL GENERAL					140	1,194	

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 35.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 18 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
0018		1,880	16,0	2,60	1	0,008	DK	
		2,180	16,0	2,60	0	0,000		
		2,480	16,0	2,60	0	0,000		
		2,780	16,0	2,60	1	0,012		
		3,090	16,0	2,60	0	0,000		
		3,400	16,0	2,60	0	0,000		
		3,700	16,0	2,60	1	0,015		
		4,010	16,0	2,60	0	0,000		
		4,310	16,0	2,60	3	0,054		
		4,610	16,0	2,60	2	0,038		
		4,930	16,0	2,60	4	0,082		
		5,220	16,0	2,60	2	0,043		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	5	0,121		
		6,150	16,0	2,60	15	0,384		
		TOTAL				34		0,758
		1,575	14,5	2,60	4	0,024		TP
		1,270	14,5	2,60	3	0,014		
		0,950	14,5	2,60	6	0,021		
		0,800	14,5	2,60	1	0,003		
		0,650	14,5	2,60	4	0,010		
		1,575	11,5	2,60	4	0,019		
		1,270	11,5	2,60	6	0,023		
		0,950	11,5	2,60	2	0,006		
		0,800	11,5	2,60	2	0,005		
		0,650	11,5	2,60	2	0,004		
		TOTAL				34	0,128	
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	7	0,014		
		0,800	8,2	2,60	0	0,000		
		0,650	8,2	2,60	2	0,003		
		0,350	8,2	2,60	1	0,001		
		TOTAL				10		0,018
TOTAL GENERAL					78	0,904		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 36.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 19 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
0019		1,880	16,0	2,60	4	0,031	DK	
		2,180	16,0	2,60	2	0,018		
		2,480	16,0	2,60	8	0,083		
		2,780	16,0	2,60	10	0,116		
		3,090	16,0	2,60	2	0,026		
		3,400	16,0	2,60	0	0,000		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	0	0,000		
		4,310	16,0	2,60	6	0,108		
		4,610	16,0	2,60	0	0,000		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	0	0,000		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				34		0,412
		1,575	14,5	2,60	11	0,065	TP	
		1,270	14,5	2,60	17	0,081		
		0,950	14,5	2,60	22	0,079		
		0,800	14,5	2,60	12	0,036		
		0,650	14,5	2,60	11	0,027		
		1,575	11,5	2,60	2	0,009		
		1,270	11,5	2,60	0	0,000		
		0,950	11,5	2,60	18	0,051		
		0,800	11,5	2,60	5	0,012		
		0,650	11,5	2,60	15	0,029		
		TOTAL				113		0,390
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	0	0,000		
		0,950	8,2	2,60	5	0,010		
		0,800	8,2	2,60	2	0,003		
		0,650	8,2	2,60	4	0,006		
		0,350	8,2	2,60	2	0,001		
TOTAL				13	0,021			
TOTAL GENERAL					160	0,823		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

**Cuadro 37.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 20 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
0020		1,880	16,0	2,60	3	0,023	DK	
		2,180	16,0	2,60	6	0,054		
		2,480	16,0	2,60	10	0,103		
		2,780	16,0	2,60	4	0,046		
		3,090	16,0	2,60	10	0,129		
		3,400	16,0	2,60	5	0,071		
		3,700	16,0	2,60	5	0,077		
		4,010	16,0	2,60	7	0,117		
		4,310	16,0	2,60	4	0,072		
		4,610	16,0	2,60	7	0,134		
		4,930	16,0	2,60	0	0,000		
		5,220	16,0	2,60	26	0,565		
		5,530	16,0	2,60	6	0,138		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				93		1,529
		1,575	14,5	2,60	12	0,071	TP	
		1,270	14,5	2,60	6	0,029		
		0,950	14,5	2,60	11	0,039		
		0,800	14,5	2,60	5	0,015		
		0,650	14,5	2,60	8	0,020		
		1,575	11,5	2,60	5	0,024		
		1,270	11,5	2,60	5	0,019		
		0,950	11,5	2,60	11	0,031		
		0,800	11,5	2,60	4	0,010		
		0,650	11,5	2,60	10	0,019		
		TOTAL				77		0,277
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	2	0,005		
		0,950	8,2	2,60	11	0,022		
		0,800	8,2	2,60	4	0,007		
		0,650	8,2	2,60	5	0,007		
		0,350	8,2	2,60	7	0,005		
TOTAL				29	0,047			
TOTAL GENERAL					199	1,853		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.



**Cuadro 38.** Volumen de madera aserrada por tipo de producto de la troza No. 21 de *D. micrantha*.

Madera en troza		Madera aserrada						
Nº Troza	Vol. (m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	No. de piezas	Vol. (m <sup>3</sup> )	Tipo de producto	
0021		1,880	16,0	2,60	6	0,047	DK	
		2,180	16,0	2,60	9	0,082		
		2,480	16,0	2,60	1	0,010		
		2,780	16,0	2,60	2	0,023		
		3,090	16,0	2,60	2	0,026		
		3,400	16,0	2,60	2	0,028		
		3,700	16,0	2,60	2	0,031		
		4,010	16,0	2,60	2	0,033		
		4,310	16,0	2,60	0	0,000		
		4,610	16,0	2,60	3	0,058		
		4,930	16,0	2,60	2	0,041		
		5,220	16,0	2,60	21	0,456		
		5,530	16,0	2,60	0	0,000		
		5,840	16,0	2,60	0	0,000		
		6,150	16,0	2,60	0	0,000		
		TOTAL				52		0,835
		1,575	14,5	2,60	4	0,024	TP	
		1,270	14,5	2,60	12	0,057		
		0,950	14,5	2,60	8	0,029		
		0,800	14,5	2,60	2	0,006		
		0,650	14,5	2,60	5	0,012		
		1,575	11,5	2,60	2	0,009		
		1,270	11,5	2,60	8	0,030		
		0,950	11,5	2,60	5	0,014		
		0,800	11,5	2,60	3	0,007		
		0,650	11,5	2,60	7	0,014		
		TOTAL				56		0,203
		1,575	8,2	2,60	0	0,000	DKT	
		1,270	8,2	2,60	2	0,005		
		0,950	8,2	2,60	5	0,010		
0,800	8,2	2,60	4	0,007				
0,650	8,2	2,60	6	0,008				
0,350	8,2	2,60	3	0,002				
TOTAL				20	0,033			
TOTAL GENERAL					128	1,071		

DK= Decking; TP= Tablillas para pisos; DKT= Decking tiles.

## Cálculo de los costos de producción

### 1. Costos fijos

- Depreciación

$$D = \frac{V - R}{N * h}$$

Donde

V = valor de la maquinaria	=	US\$ 729800
R = Valor residual o precio de reventa del tractor (20% de la maquinaria)	=	US\$ 145960
N = Vida útil de la maquinaria (años)	=	10 años
h = horas de trabajo al año	=	2400 horas

D =	US\$ 24,33/hora
-----	-----------------

D =	US\$ 243,3/día
-----	----------------

- IMA

$$IMA = \frac{\left[ \frac{(I-R)(N+1)}{2N} + R \right]}{h} * i$$

Donde:

I = Valor de la maquinaria	=	US\$ 729 800
R = Valor residual o precio de reventa de la maquinaria	=	US\$ 145960
N = Vida útil de la maquinaria (años)	=	10 años
h = horas de trabajo al año	=	2400 horas
i = tasa de interés	=	0,12

IMA =	US\$ 23,35/hora
-------	-----------------

IMA =	US\$ 233,5/día
-------	----------------

## 2. Costos variables

- **Mano de obra**

$$\text{Costo diario} = \frac{(\text{Sueldo básico} \times 12 \text{ meses}) + \text{beneficios sociales}}{360 \text{ días}}$$

- Planilla: 25 trabajadores (Ver Cuadro XX del Anexo)
- CAS: 21 trabajadores (Ver Cuadro XX del Anexo)

- **Reparación y mantenimiento**

$$\text{Reparación y mantenimiento} = \text{Depreciación de la maquinaria} * 0,20$$

D= depreciación de la	=	US\$ 243.3
Factor	=	0,20

Reparación y mantenimiento	=	US\$ 4,87/hora
	=	US\$ 48,66/día

- **Depreciación de la sierra de cinta de la sierra principal**

$$D_{csp} = \frac{\text{Valor de la sierra de cinta}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Valor de la sierra de cinta	=	US\$ 1332
Vida útil (años)	=	0,33 años
Días trabajados al año	=	240 días
Dcsp	=	US\$ 16,82/día

Dcsp	=	US\$ 1,68/hora
	=	US\$ 16.80/día

- **Depreciación de la sierra de cinta de la reaserradora**

$$D_{crea} = \frac{\text{Valor de la sierra de cinta}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Valor de la sierra de cintas	=	US\$ 1012
Vida útil (años)	=	0,5 años
Días trabajados al año	=	240 días

Dcrea	=	US\$ 8,43/día
Dcrea	=	US\$ 0,84/hora

- **Depreciación de la sierra circular de la canteadora**

$$D_{ccant} = \frac{\text{Valor de la sierra circular}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Valor de la sierra circular	=	US\$ 300
Vida útil (años)	=	0,17 años
Días trabajados al año	=	240 días

Dccant	=	US\$ 7,35/día
Dccant	=	US\$ 0,74/hora

- **Depreciación de la sierra circular de la despuntadora**

$$D_{cdes} = \frac{\text{Valor de la sierra circular}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Valor de la sierra circular	=	US\$ 240
Vida útil (años)	=	0,17 años
Días trabajados al año	=	240 días

Dcdes	=	US\$ 5,88/día
Dcdes	=	US\$ 0,60/hora

- **Depreciación de la sierra circular de las recuperadoras**

$$D_{rec} = \frac{\text{Valor de la sierra circular}}{\text{Vida útil de la sierra} * \text{días trabajados al año}}$$

Valor de la sierra de cintas	=	US\$ 150
Vida útil (años)	=	0.17 años
Días trabajados al año	=	240 días

Drec	=	US\$ 3,68/día
Drec	=	US\$ 0,37/hora

- **Combustible (Petróleo Diesel)**

Consumo de combustible (galones/hora)	=	8 galones
Precio por galón	=	US\$ 3,75

Combustible	=	US\$ 30/hora
	=	US\$ 300/día

- **Lubricantes y grasas**

	Precio por	Consumo por hora	Costo/hora
Aceite SAE 68	US\$ 10,0	0,025 galones	US\$ 0,25
Aceite 15w40 CAT	US\$ 19,6	0,04 galones	US\$ 0,78
Grasa	US\$ 12.8	0,025 galones	US\$ 0,32
Lubricantes y grasas			US\$ 1,35/hora
			US\$ 13,50/día

- **Alimentos**

Alimentos	US\$/día	US\$/mes	US\$/año	No. de Obreros	US\$/hora
Viveres	107,1	2142,0	25704,0	45	10,71

- **Equipo de protección y seguridad**

Ítem	US\$/día	US\$/año	No. de Obreros	US\$/hora
Botas	16,1	3857,1	45	1,61
Lentes	0,7	168,8	45	0,07
Mascarillas	3,2	768,0	45	0,32
Cascos	1,5	360,0	45	0,15
Equipo de protección y seguridad				US\$ 2,15/hora
				US\$ 21,50/día



**Figura 12.** Lote de trozas de *D. micrantha* utilizado en el estudio.



**Figura 13.** Medición del largo de las trozas de *D. micrantha*.





**Figura 14.** Medición del diámetro de las trozas de *D. micrantha*.



**Figura 15.** Madera aserrada tipo "decking".





**Figura 16.** Madera aserrada tipo “tabillas para piso”.



**Figura 17.** Madera aserrada tipo “decking tiles”.