

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**COSTOS DE ASERRÍO Y TRANSPORTE DE MADERA ASERRADA DE
Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook f. ex Schumann EN EL BOSQUE
DE PADRE MARQUEZ- LORETO**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES**

PRESENTADO POR:
HUGO RIOS PANDURO

TINGO MARÍA-PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



COSTOS DE ASERRÍO Y TRANSPORTE DE MADERA ASERRADA DE
***Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann EN EL BOSQUE**
DE PADRE MARQUEZ- LORETO

Autor : HUGO RIOS PANDURO.

Asesores : Ing. M.sc. WILFREDO TELLO ZEVALLOS
: Ing. M.sc. RONALD HUGO PUERTA TUESTA.

Programa de Investigación : Gestión de Bosques y plantaciones forestales

Línea (s) de Investigación : Silvicultura, Manejo y Ordenación de Bosques

Eje Temático : Aprovechamiento Forestal.

Lugar de ejecución : Bosque de la localidad de Tiruntán, Distrito de Padre Márquez, Región Loreto.

Duración: Fecha de inicio : 19 de Junio del 2018
Fecha de Término: 19 de Diciembre del 2019

Financiamiento

FEDU : NO
Propio : 9832.50 soles
Otros : NO

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 08 de Mayo de 2019, a horas 3:00 p.m. en la Sala de Conferencias de los Recursos Naturales Renovables de la UNAS, para calificar la Tesis titulada:

COSTOS DE ASERRÍO Y TRANSPORTE DE MADERA ASERRADA DE *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann EN EL BOSQUE DE PADRE MARQUEZ - LORETO


Presentado por el Bachiller: **HUGO RIOS PANDURO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 09 de Mayo de 2019


Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA
Presidente


Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
Miembro


Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
Miembro




Ing. MSc. WILFREDO TELLO ZAVALLOS
Asesor

DEDICATORIA

- A Dios por guiarme y darme fuerzas necesarias para vencer los obstáculos y cumplir mis metas trazadas.

A mis padres Hugo Rios Pérez y Lleny Margoth Panduro Gonzales; por su amor, comprensión y apoyo en mi formación académica.

A mi hijo Lex Stephano Rios Nolorbe por ser la razón principal para seguir superándome.

A mis hermanos Lex Billy, Jenny Clariza y Sting Alfredo por su cariño, confianza y por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A nuestro Dios, por brindarme la fortaleza física y mental en la vida cotidiana y guiarme por el buen camino durante mi formación profesional.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva “Alma Mater” Institución en cuyas aulas realice mi formación profesional.
- A los docentes del Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación profesional.
- A Ing. MSc. Wilfredo Tello Zevallos por su asesoramiento en la ejecución de la presente investigación.
- A Ing. Richar Sias Rodríguez, y su señora Luisa Bailon Trujillo por su apoyo incondicional durante mis estudios.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Aprovechamiento forestal.....	3
2.1.1. Tecnologías de aprovechamiento forestal	4
2.1.2. Etapas del aprovechamiento forestal.....	4
2.2. Coeficiente de rendimiento.....	5
2.2.1. Factores coeficiente de rendimiento	5
2.2.1.1. Diámetro de las trozas	6
2.2.1.2. Longitud, conicidad y diagrama de troceado.....	6
2.2.1.3. La clase y calidad de la madera.....	6
2.2.1.4. Tipo de sierra	7
2.2.1.5. Diagrama de cortes.....	7
2.3. Definición de costos	8
2.3.1. Importancia de los costos	8
2.3.2. División de los costos forestales.....	9
2.3.2.1. Costos de posesión.....	9
2.3.2.2. Elementos de los costos de posesión	
2.3.2.3. Costos de operación	13
2.3.2.4. Elementos de los costos de operación.....	13
2.3.2.5. Costo de mano de obra.....	16

2.4.	Rendimientos en aprovechamiento	16
2.4.1.	Rendimiento en transporte	17
2.4.1.1.	Método de tiempos y movimientos.....	18
2.5.	Generalidades de la capirona (<i>Callycophyllum spruceanum</i> (Benth) Hook f. ex Schumann).	18
2.5.1.	Clasificación taxonómica	18
2.5.2.	Distribución geográfica	19
2.5.3.	Ecología de la especie.....	20
2.5.4.	Usos de la madera.....	20
2.6.	Antecedentes	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1.	Características de la zona de estudio	23
3.1.1.	Lugar de ejecución	23
3.1.2.	Zona de Vida	24
3.1.3.	Características Climáticas	24
3.1.4.	Superficie y topografía.....	24
3.1.5.	Recurso forestal.....	25
3.2.	Materiales y equipos	
3.2.1.	Materiales	25
3.2.2.	Equipos de campo	25
3.3.	Metodología.....	26
3.3.1.	Determinación del coeficiente rendimiento	26
3.3.1.1.	Apeo de árboles	26
3.3.1.2.	Seccionamiento de trozas	26

3.3.1.3. Determinación de diámetro por troza	26
3.3.1.4. Aserrío de las trozas	27
3.3.1.5. Determinación de las dimensiones de los tablones .	28
3.3.1.6. Determinar el volumen de las trozas.....	28
3.3.1.7. Determinar el volumen de madera aserrada	29
3.3.1.8. Determinar el coeficiente rendimiento.....	29
3.3.2. Determinación de costos de aserrío	30
3.3.2.1. Costo de posesión	30
3.3.2.2. Costo de operación	31
3.3.2.3. Costo de mano de obra.....	33
3.3.3. Rendimiento de transporte	34
3.3.3.1. Determinación del tiempo total.....	34
3.3.3.2. Determinación del volumen de carga por viaje	35
3.3.4. Determinación de los costos de transporte.....	36
3.3.5. Distribución para el diámetro de las trozas.....	36
3.3.6. Análisis estadístico	37
3.3.5.1. Media aritmética.....	37
3.3.5.2. Desviación estándar.....	38
3.3.5.3. Coeficiente de variación.....	38
3.3.5.4. Error estándar (Sx).....	39
3.3.5.5. Límite de confianza	39
IV. RESULTADOS	40
4.1. Determinación del coeficiente de rendimiento.....	40
4.1.1. Rendimiento por categoría diamétricas	41

4.2. Determinación de costos de aserrío.....	42
4.3. Determinación del rendimiento en transporte.....	44
4.4. Determinación de costos de transporte.....	46
V. DISCUSIÓN.....	48
5.1. Determinación del coeficiente de rendimiento.....	48
5.2. Determinación de costos de aserrío.....	50
5.3. Determinación del rendimiento en transporte.....	50
5.4. Determinación de costos de transporte.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXO.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución de frecuencias para el diámetro (m) de trozas.....	37
2. Parámetros estadísticos del coeficiente de rendimiento.....	39
3. Rendimiento por categoría diamétricas.....	41
4. Costo de aserrío por metro cubico	43
5. Promedio de tiempos de las etapas por jornada.....	44
6. Parámetros del transporte de madera aserrada.....	46
7. Costo de transporte con kubota por metro cubico.....	47
8. Variables de la investigación.....	64
9. Cubicación de cuartones por troza.....	66
10. Precios en soles de la motosierra y accesorios.....	71
11. Elementos para el cálculo de costos.....	71
12. Costo de aserrío diario.....	72
13. Costo total de aserrío	73
14. Tiempos promedios por ciclo de transporte.....	74
15. Rendimiento diario de volumen transportado.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Etapas de un sistema de aprovechamiento.....	5
2. Esquema de diagrama de cortes	8
3. Mapa de ubicación del distrito de Padre Márquez.....	23
4. Coeficiente de rendimiento por categoría diamétrica (m).....	42
5. Rubro de costos en el aserrío	44
6. Promedio de tiempos por jornada	45
7. Costos en el transporte de madera aserrada	47
8. Seccionamiento de tozas	76
9. Medición del diámetro de trozas	76
10. Aserrío de trozas.....	77
11. Tizado para el aserrío de cuartones	77
12. Cuartones aserrados	78
13. Cubicación de cuartones.....	78
14. Cargado de cuartones en la Kubota.....	79
15. Descarga de cuartones.....	79

RESUMEN

El estudio de rendimiento es un factor indispensable para la determinación de costos en la actividad forestal, en la presente investigación se propuso como interrogante principal ¿cuál será el costo de aserrío y transporte de madera aserrada para la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann), para lo cual nos planteamos como objetivo general analizar los costos y rendimientos en el aserrío y transporte de madera aserrada en el bosque de Padre Márquez – Loreto, teniendo en cuenta que se utilizó motosierra como elemento cortante y kubota para el transporte de madera aserrada.

Para el cálculo de costos se dividió previamente en costos de posesión, costos de operación, costo de árboles y costos mano de obra, mientras que para determinar el rendimiento de aserrío se utilizó la fórmula general para el coeficiente de aserrío, mientras para la determinación del rendimiento en transporte se utilizó el método de tiempos y movimientos, luego del análisis se determinó que el costo de aserrío fue de S/. 162.54 por m³ o S/. 0.38 por pt, además el coeficiente de rendimiento para la especie *C. spruceanum* fue de 0.506, equivalente a 214 pt por m³ de madera rolliza, también se obtuvo un rendimiento promedio diario de transporte de 2.10 m³ o 873.60 pt, a una distancia de 5.5 km con un tiempo total promedio por jornada de 376.30 minutos y finalmente el costo para el transporte de madera aserrada fue de S/. 89.80 por m³ o S/. 0.21 pt.

Palabras clave: Coeficiente de rendimiento, costos de aserrío, kubota, madera rolliza, madera aserrada.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos en el Perú, se han insertado tecnologías nuevas para realizar el aprovechamiento forestal que permita coadyuvar a la rentabilidad mediante el aumento de los rendimientos, la optimización de la producción y la disminución de los costos de operación para cumplir las demandas a escala industrial.

Sin embargo, en el país el aprovechamiento con métodos y equipos sencillos es aún bastante significativo, la misma que es realizado principalmente por pequeños extractores madereros que habitan cerca de los bosques los cuales por falta de recursos económicos optan por utilizar métodos de extracción que incluyen el aserrío con motosierra, a punta o pulso; y utilizando métodos de desembosque o transporte menor poco conocidos y tradicionales.

En gran parte de la amazonia, específicamente selva baja la transformación primaria de madera se realiza con motosierra; mientras el desembosque de madera aserrada (cuartones) se realiza generalmente con kubota, la misma que logra transportar volúmenes de hasta 350 pt; a distancias de hasta 15 km.

Teniendo en cuenta que existen pocos estudios sobre costos en aserrío y transporte de madera aserrada y más aún del bosque de Tiruntán, se realiza la presente investigación, en el cual se analizara las diferentes etapas del

aprovechamiento forestal, cuyos resultados nos permitirá resolver la interrogante principal ¿Cuál será el costo de aserrío y transporte de madera aserrada de la especie capirona?, asimismo servirá de importante apoyo para la toma de resoluciones en la programación de los trabajos de extracción, así como para incrementar la eficiencia y calidad de esta notable actividad económica.

1.1. Objetivo general

- Analizar costos y rendimientos en el aserrío y transporte de madera en el bosque de Padre Márquez – Loreto.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el coeficiente de rendimiento en aserrío, para la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann).
- Determinar los costos de aserrío de la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann), utilizando la motosierra como elemento cortante.
- Determinar el rendimiento en el transporte de madera aserrada de la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann).
- Determinar los costos de transporte de madera aserrada de la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann), utilizando la kubota para el transporte.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aprovechamiento forestal

Se llama aprovechamiento forestal, al conjunto de operaciones organizadas y desarrolladas de manera sucesional para extraer los productos del bosque (fustes, trozas largas o cortas, bloques o tablas) y emplazarlos en las industrias de la madera, sean estos aserraderos, fábricas de contrachapado, industrias de pulpa y papel, etc., para su transformación, ya que el objetivo del aprovechamiento forestal es obtener la mayor cantidad de materia prima, de la mejor calidad al inferior costo y con el menor impacto posible al ambiente.

“Generalmente, los sistemas de aprovechamiento se caracterizan por la forma en que salga la madera del bosque (fustes, trozas largas o cortas, bloques o tablas, carbón, leña) y/o por el método de transporte primario y el equipo utilizado (tracción animal, diferentes tipos de tractores). Los equipos y herramientas, así como los métodos de trabajo a emplear, toman en consideración las condiciones fisiográficas (topografía del terreno, pendientes y tipo de suelo), las condiciones climáticas (principalmente la precipitación), las dimensiones de los productos, el volumen a cosechar por hectárea, la disponibilidad de tecnología y de mano de obra, así como la situación socioeconómica regional” (CATIE, 2006).

2.1.1. Tecnologías de aprovechamiento forestal

“En la actividad de aprovechamiento se pueden identificar dos categorías de tecnología, la tecnología dura, la cual es costosa, de capital intensivo y compleja y la tecnología blanda que es relativamente de bajo costo, de mano de obra intensiva, flexible, adaptable a materiales locales de calidad no estandarizada y que puede ser instalada, mantenida y reparada por personas de escasos conocimientos técnicos. Sin embargo, la utilización de tecnología básica no debería implicar que sea un método primitivo, tal como se cree algunas veces. Esta tecnología ciertamente debería incluir el mejor conocimiento científico posible” (FAO, 1983).

2.1.2. Etapas del aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal como tal, está catalogado como un sistema, dado que está compuesto por una serie de etapas o componentes, que llevan a un objetivo común, que es el obtener la mayor cantidad de materia prima y ponerlos a disposición de la industria para su transformación.

“Cualquiera que sea la modalidad de extracción, el sistema de operar generalmente está conformado por siete etapas básicas (Figura 1), las cuales tienen un orden específico: 1) Planificación, 2) Red vial, 3) Tala dirigida, 4) Extracción, 5) Troceo, 6) Carga, 7) Transporte secundario. Estas actividades se complementan con el monitoreo y capacitación que debe darse en todas las etapas” (CATIE, 2006).

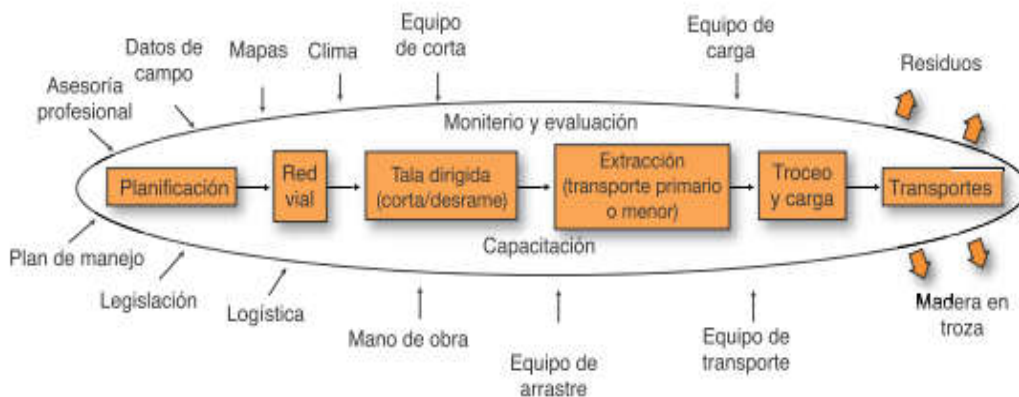


Figura 1. Etapas de un sistema de aprovechamiento

2.2. Coeficiente de rendimiento

El factor de rendimiento es un término que se utiliza para estudios de transformación de la madera, se refiere a cuántas unidades de producto elaborado se hacen con la transformación de la materia inicial (CATIE, 2006).

Relación en el sistema métrico decimal

$$CR \% = \left(\frac{\text{metros cúbicos madera aserrada}}{\text{metros cubicos de madera en troza}} \right) \times 100$$

Relación en pies tablares

$$CR \% = \left(\frac{\text{pies tablares de madera aserrada}}{\text{pies tablares de madera en troza}} \right) \times 100$$

2.2.1. Factores coeficiente de rendimiento

Entre los componentes primordiales que afectan el rendimiento predominan: El diámetro de la troza, forma de las trozas, el tipo de madera, la calidad de la madera, patrón de corte y el tipo de sierra empleado para transformar la materia prima (SERRANO, 1991).

2.2.1.1. Diámetro de las trozas

El diámetro de la troza, es uno de los componentes de mayor repercusión en el aserrío; argumentándose que en la medida que el diámetro se incrementa también crece el rendimiento de las trozas en el aserrío (GAVIRIA, 1981). Los rendimiento más importantes madera aserrada es elaborado con las clases diamétrica superiores, las cuales no sólo implican un incremento del precio de las trozas por su mayor volumen producido, sino que incrementan su valor potencial por el ancho de las piezas fabricadas (BIAGGIO, 1987).

2.2.1.2. Longitud, conicidad y diagrama de troceado

El rendimiento de las trozas en la marcha del aserrío es influenciado por la longitud y por la conicidad de las trozas. En la medida que aumenten ambos componentes se incrementa la disimilitud entre los diámetros en ambos extremos de la troza. Por lo tanto, una de las formas de acrecentar el rendimiento volumétrico es mediante el perfeccionamiento del troceado, elaborando lógicamente madera aserrada de dimensiones requeridas. La aplicación de diagramas adecuados de corte posibilita la obtención de trozas de alta calidad posible con una longitud adecuada, requisito indispensable para incrementar el rendimiento (EGAS, 1998).

2.2.1.3. La clase y calidad de la madera

La clase de madera y su calidad incumben el rendimiento debido a características específicas como la conicidad, torceduras, acatamientos, médula

migrante, y ramas incrustadas con nudos vivos o muertos. Estas características combinadas a la manifestación de tensiones de crecimiento y la presencia de grano entrecruzado, incitan la aparición de desperfectos en la madera aserrada como grietas, rajaduras, así como piezas arqueadas, acanaladas, encorvadas o con alabeos. Dependiendo de estas características el coeficiente de recuperación de madera aserrada puede variar de 30-35% en madera de raleos y entre 40-60% en madera de cosecha final (SERRANO, 1991).

2.2.1.4. Tipo de sierra

“El tipo de sierra afecta el rendimiento en la transformación primaria de la madera, por su influencia en la amplitud del corte y en el desperdicio asociado con la producción del aserrín. Los equipos convencionales de aserrío generalmente son clasificados de acuerdo con el tipo de elemento cortante en sierras circulares, de banda o cinta sin fin y sierras alternativas” (SERRANO, 1996).

2.2.1.5. Diagrama de cortes

Es una de las innovaciones más relevantes en la producción de la madera, debido a que se ha evidenciado que variaciones en las formas de corte provocan relevantes variaciones en dicho aprovechamiento (LAGOS, 2004).

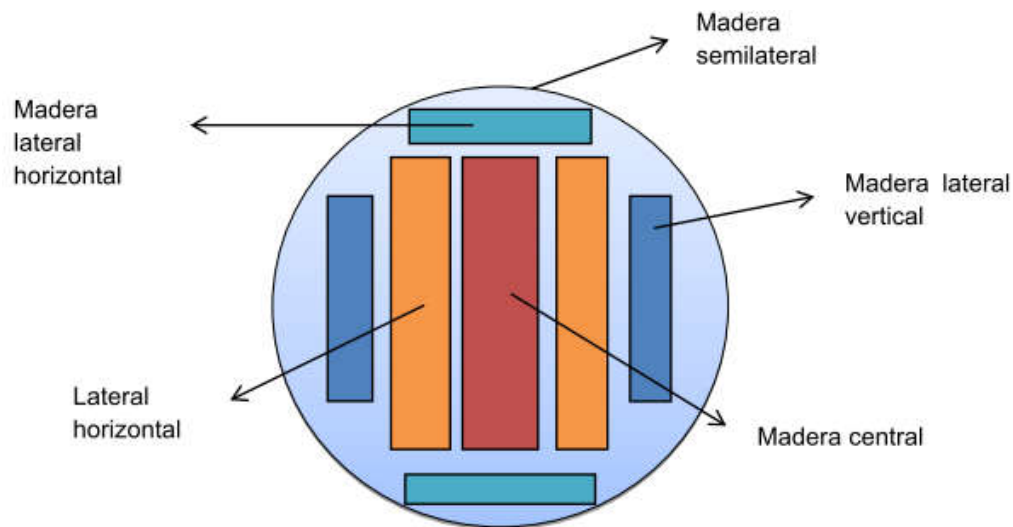


Figura 2. Esquema de diagrama de cortes

2.3. Definición de costos

El costo, es el sacrificio económico que comete la empresa para conseguir un producto que puede ser un bien o un servicio. No es más que el pago que se genera en remuneración por el uso de los componentes de la producción (trabajo, capital y recursos naturales).

2.3.1. Importancia de los costos

La aquilatación de los costos es elemental para la toma de decisiones empresariales, pues posibilita lo siguiente (CORONEL, 2007):

- Determinar el resultado del negocio (beneficio o pérdida)
- Evaluar el nivel de competitividad en relación a los competidores
- Seleccionar alternativas tecnológicas o de proceso
- Controlar la evolución de la empresa y corregir los desvíos
- Planificar futuras inversiones y conocer el capital que se necesita

- Analizar la incorporación de nuevos productos

2.3.2. División de los costos forestales

Los costos de una empresa forestal pueden ser clasificación racionalmente por rubros siendo estas, costos de posesión o costos fijos, costos de operación y costos de mano de obra (CAMPOS, 1983), las mismas que se detalla a continuación:

2.3.2.1. Costos de posesión

Son frecuentes durante un período definido. Estos incorporan la mayoría de los costos generales e inversiones de capital. En las inversiones de capital los costos fijos son los siguientes: Depreciación e intereses. Otros costos fijos adicionales son los: Gastos administrativos, seguros y algunos impuestos (HERNANDEZ, 1983). De acuerdo con RAMÍREZ (1991), existen varios componentes a tomar en cuenta a la hora de mercar maquinaria. Algunos aspectos importantes citaremos a continuación:

- **Precio de compra**

Es el precio de la maquinaria puesta en el área de trabajo, en caso de ser importado deben adicionarse los impuestos, y todos los costos del transporte (FAO, 1979).

- **Valor de reventa o rescate**

Es una tasación del precio que tendrá la maquinaria posterior a un “n” número de años de prestar trabajo. Por lo general viene dado por el fabricante

considerando algunas condiciones de trabajo, sin embargo CARHUAVILCA (2010), señala que este valor fluctúa entre 20 y 25% en maquinaria pesada.

2.3.2.2. Elementos de los costos de posesión

a) Depreciación de la maquinaria

La depreciación es la disminución en el precio que sufren los bienes de capital como secuela del empleo y de la obsolescencia (HERNÁNDEZ, 1983). La máquina al trabajar se desgasta y por consiguiente se devalúa, tanto así que aun no trabajando la maquinaria se devalúa; para cubrir esta devaluación progresiva, está la depreciación (anual, mensual diaria u horaria), que deberá ser obtenida del mismo resultado económico que esa maquinaria consigue con su trabajo, cuya acumulación hasta el final de la vida útil de la misma, deberá proporcionar fondos para adquirir otra, llegado ese día final (CARHUAVILCA, 2010). La fórmula utilizada por Carhuavilca (CARHUAVILCA, 2010) para el cálculo de la depreciación horaria es la siguiente:

$$D = \frac{V_a - V_r}{VEU}$$

Dónde:

D : Depreciación por hora de trabajo

V_a : Valor de adquisición

V_r : Valor de rescate o de salvataje

VEU : Vida económica útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo

Por otro lado, FRAUSTO (1990) “utiliza la fórmula siguiente para calcular costos horarios por concepto de depreciación según el tipo de adquisición”:

$$\text{Para herramientas} \quad D = \frac{V_c \cdot 0.90}{V_{uh}}$$

$$\text{Para accesorios de arrime} \quad D = \frac{V_c}{V_{uh}}$$

$$\text{Para el tractor sobre ruedas} \quad D = \frac{V_c - (V_r + V_n)}{V_{uh}}$$

Dónde:

D = Costo horario por la depreciación.

V_c = Valor de compra.

V_r = Valor de rescate.

V_{uh} = Vida útil expresada en horas.

V_n = Valor de neumáticos

b) Costo de interés

“Es el cargo que hay que hacer por el uso del dinero en una actividad determinada, utiliza la fórmula siguiente para la estimación del costo de interés de la inversión” (HERNÁNDEZ, 1983):

FRISKS (1981) “calcula el costo de interés como un porcentaje de la inversión media anual (IMA)”, la fórmula es la siguiente:

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

“De la fórmula anterior se puede deducir el costo horario del interés. La fórmula para estimar el costo horario de interés es la siguiente”:

$$I = \frac{IMA \times i}{ha} = \frac{\left[\frac{[(Va - R)(N + 1)]}{2N} + R \right] i}{Ha}$$

Dónde:

I = Costo horario de interés.

R = Valor de rescate.

Va = Valor inicial o de compra.

Ha = Horas de uso al año.

I = Tasa de interés

N = Número de años de vida útil.

CARHUAVILCA (2010), define que, la fórmula genérica para el cálculo horario del interés del capital invertido es:

$$\text{Interés del capital Invertido} = I = \frac{IMA \times \text{Tasa de Interés}}{\text{VEU horas}}$$

Dónde:

I = Interés horario del capital invertido

IMA = Inversión media anual

T = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda

VEU = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo

2.3.2.3. Costos de operación

“Costos incurridos como secuela de la actividad productiva de la máquina, por lo tanto dependen del número de horas productivas y de las unidades producidas. Típicamente incluyen: costo de combustible, aceites lubricantes, mantenimiento y reparaciones, llantas y otros” (HERNÁNDEZ, 1983).

2.3.2.4. Elementos de los costos de operación

“Entre los elementos más comunes que se manejan en el análisis de costos de operaciones se menciona los siguientes” (HERNÁNDEZ, 1983):

- **“Tiempo total (Tt).** Tiempo global transcurrido durante el período bajo consideración.
- **Horas programadas (H1).** Tiempo en horas durante el cual se planea que una máquina realizará trabajo productivo en el período considerado.
- **Horas productivas (H2).** Tiempo en horas programadas de tiempo efectivo de la máquina.
- **Utilización de la máquina (U).** Porcentaje de horas programadas que se trabajan en realidad”.

a) Combustibles

“El consumo de combustibles varía mucho según la forma de manejar del conductor, el peso bruto de la máquina, la potencia, la intensidad de

uso, las condiciones de trabajo, entre otras, por lo tanto lo más conveniente es llevar registros a fin de poder calcular el costo en máquinas y condiciones similares; sin embargo existen fórmulas empíricas para dar un cálculo estimado cuando no existen dichos registros” (HERNÁNDEZ, 1983).

HERNÁNDEZ (1983) “presenta la siguiente fórmula para estimar el consumo de combustible”:

$$LUMH = \frac{K \times PBM \times FC}{PCK \times 100}$$

Dónde:

LUMH: Litros usados/máquina/hora productiva.

K : Kilogramos de combustible usado por Hp por hora

PBM : Potencia bruta del motor en unidades de Hp del sistema

FC : Factor de carga en porcentaje

PCK : Peso de combustible en kg/litro

“Con el valor resultante de la fórmula anterior se puede calcular el costo horario de combustible, el cual es (de acuerdo con la fórmula anterior)”:

$$Chc = LUMH \times Pc$$

Dónde:

Chc : Costo horario de combustible.

LUMH: Litros usados/máquina/hora productiva.

Pc : Precio de combustible.

b) Lubricantes

“El método más exacto para averiguar el costo hora del consumo de cada uno de los aceites, consiste en tomar el dato de la capacidad en galones del depósito de aceite, multiplicar este dato por el valor del galón de aceite respectivo y dividir todo en las horas recomendadas para cada cambio correspondiente; y presenta la siguiente fórmula para calcular el costo de lubricante” (CARHUAVILCA, 2010):

$$\text{Costo Lubrucante (S/. h)} = \frac{\text{Costo galón} \times \text{Capacidad del depósito}}{\text{VEU en horas}}$$

c) Costos de reparación y mantenimiento

“Son los costos con mayor dificultad de valoración ya que, entre otras razones, varía notablemente a lo largo de la vida de la máquina, los costos de reparación aumentan con la edad de la máquina; a pesar de eso conviene tomarlos como gastos fijos iguales por lo menos a la depreciación (HERNÁNDEZ, 1983) y presenta la fórmula siguiente para calcular el costo horario de reparación”:

$$\frac{\text{Rep}}{h} = \frac{\text{VI} - \text{R}}{\text{VU}} r$$

Dónde:

Rep/h : Costo de reparaciones por hora.

VI : Costo de entrega de la máquina, costo de adquisición.

R : Valor de rescate.

VU : Horas de vida útil.

r : Porcentaje para reparaciones.

Adicionalmente, FRAUSTO (1990) “utilizó las siguientes fórmulas para calcular el costo horario de la reparación y mantenimiento (en conjunto) para tractores y motosierras”:

$$\text{(Tractor)} \quad R = \frac{(V_c - V_n)}{V_{uh}} 0.90$$

$$\text{(Motosierra)} \quad R = \frac{(V_c - V_n)}{V_{uh}} 0.60$$

2.3.2.5. Costo de mano de obra

“En manera general la mano de obra puede estimarse mediante las suma de costos por jornales o sueldos o mediante contratos por unidad o salarios a destajo” (SCWARTZ, 1980).

ZARATE (2012) “señala que en algunos casos la mano de obra se paga a destajo, es decir, se paga una cierta cantidad de dinero por cada meta lograda según la operación de la que se trate. Presentándose esta forma de pago en principalmente en las operaciones de corte, arrime, carga y transporte”.

2.4. Rendimientos en aprovechamiento

“Cada una de las distintas maneras de realizar una operación presenta variaciones en el rendimiento. Por ejemplo, el rendimiento del derribo con motosierra es superior al rendimiento del derribo con hacha. Por lo que es importante considerar los rendimientos de cada variante de realización de una operación, ya que los rendimientos están directamente ligados a los costos. Así que, es recomendable que un análisis de costos se encuentre aunado a un estudio de tiempos o evaluación operacional; o por lo menos tomar en cuenta los

rendimientos establecidos en las especificaciones de la maquinaria para realizar dicho análisis (RAMÍREZ, 1991).

2.4.1. Rendimiento en transporte

El rendimiento de un sistema de transporte varía de acuerdo a las condiciones locales del área explotada. Siendo la distancia de transporte un factor o variable que tiene un impacto decisivo en el rendimiento y afectan principalmente a los costos de transporte menor y transporte mayor (ANAYA y CHRISTIANSEN, 1986).

Cualquiera que sea el método de toma de datos, antes de iniciar la recolección de información hay que planificar el trabajo. Esto significa que hay que identificar a las personas que van a tomar los datos y asegurarse de que saben exactamente qué hacer.

Es necesario definir las actividades y sub-actividades que se van a evaluar y preparar los formularios de registro y los materiales e instrumentos; para ello, antes hay que determinar la forma de almacenamiento y análisis de los datos y preparar la base de datos. También es importante revisar toda la información publicada sobre el tema (CATIE, 2006).

“Existen tres métodos básicos para la recolección de información sobre los costos y la productividad (REICHE, 1989), siendo el estudio de tiempos y movimientos el método más usado y confiable”.

2.4.1.1. Método de tiempos y movimientos

“El método de tiempos y movimientos, es el método práctico más detallado y confiable para tomar información; puede utilizarse en cualquier situación seleccionada y planificada, pero principalmente cuando se desee corroborar un dato, una subactividad o actividad. Para facilitar el estudio es importante identificar las actividades que se van a evaluar, clasificándolas según actividad principal (faena) y subactividades” (REICHE, 1989).

El método de tiempos y movimientos consiste en anotar bajo tiempo controlado el rendimiento de cada actividad que se realice, así como los tiempos muertos tanto los necesarios como los puramente accidentales.

“La persona que toma la información (anotador) debe permanecer presente durante todo el tiempo en que se realiza la faena. Esta persona debe anotar el tiempo de inicio y finalización de cada (sub)actividad, considerando los tiempos muertos como una sub-actividad más. También debe medir la producción de cada actividad y la cantidad de insumos utilizados, porque un mayor uso de tiempo e insumos no necesariamente significa un mayor costo de producción”.

2.5. Generalidades de la capirona (*Callycophyllum spruceanum* (Benth)

Hook f. ex Schumann).

2.5.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica propuesto por CRONQUIST (1984), clasifica a esta especie de la siguiente manera:

División	: MAGNOLIOPHYTA
Clase	: MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledónea)
Sub-clase	: Asteridae
Orden	: Rubiales
Familia	: RUBIACEAE
Género	: <i>Calycophyllum</i>
Especie	: <i>spruceanum</i>
N.Científico	: <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth) Hook F. Ex. Schumann.
N. vulgar	: Capirona

2.5.2. Distribución geográfica

“Se área de distribución natural es toda la cuenca amazónica en Brasil, Colombia, Perú y Bolivia. Es una planta caducifolia, heliófila e higrófila (requiere abundante agua). Esta especialmente difundida en las orillas de los grandes ríos amazónicos donde forma agrupaciones casi homogéneas (capironales). Estos bosques aluviales están sujetos a inundaciones frecuentes y poseen un dosel compuesto de grandes y antiguos capironas (*Calycophyllum spruceanum*), lupuna (*Ceiba pentandra*) y lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) y un sotobosque abierto de heliconia (Heliconiaceae) y calathea (Marantaceae). Prefiere los suelos con alta fertilidad (FLORES, 2008). También es común encontrar en bosques secundarios, en tipos de bosques colina baja y media. Frecuente en tipos de suelos aluviales inundables y no inundables, y en suelos de tipo cambisol” (PALOMINO y BARRA, 2002).

2.5.3. Ecología de la especie

“Es una especie heliófila durable de crecimiento rápido, precisa de luminosidad en claros pequeños o sitios abiertos para germinar, crecer y alcanzar estratos superiores del bosque. Presente en suelos de textura media y franca, soporta tipos de suelos ácidos (fuertemente ácidos a ligeramente ácidos), además es una especie tolerante a suelos hidromorfos y degradados, con bajas tasas de crecimiento y regular sobrevivencia” (PALOMINO y BARRA, 2002).

2.5.4. Usos de la madera

La madera de la especie capirona es utilizada actualmente en ebanistería, pisos, puertas, ventanas, parquet, molduras, tarugos, construcción naval, estructuras pesadas, vigas, viguetas, columnas, machihembrados, carrocerías, tornería, artículos deportivos como raquetas de tenis y ping pong, mangos de herramientas, artesanías y enseres que tienen contacto con alimentos (cucharones, agitadores y tablas de picar)(SIBILLE, 2001).

2.6. Antecedentes

Existen diversos estudios y resultados sobre rendimientos de aserrío tal como el realizado por CORONEL *et al.*(2011) mediante un estudio de tiempos, rendimientos y costos del aserrado para el algarrobo blanco (*Prosopis alba*) recopiló información de aserraderos que estaban compuestos de una sierra principal y una sierra secundaria, después del proceso de aserrío obtuvo tablas de 1 y 2 cm. de espesor, de anchos que van de 20 a 70 cm. y largos desde 0.80 a 2.80 m, determinando un rendimiento promedio de 58.30%, de manera similar

ESTEVEES *et al.* (2010), en un estudio de productividad de corte en madera *Pinus elliottii* utilizando un prototipo de aserradero portátil, trozas con diámetro medio menor de 34 cm y 3.10 m de largo; obtuvo tablas que fueron aserradas con un espesor entre 26 y 27 mm, las mismas que presentaron rendimientos superiores al 66%.

Mientras QUIRÓS (2005) cuantificó el volumen de materia prima rolliza y de los productos aserrados resultantes de 294 trozas de melina (*Gmelina arborea*), 97 de acacia (*Acacia mangium*) y 25 de terminalia (*Terminalia ivorensis*); obteniendo rendimientos para melina, acacia y terminalia de 39, 30, y 27%, respectivamente, también SANABRIA (1996) analizó el proceso de aserrío, reaserrío y alistado de una muestra de 64 trozas, luego del procesamiento, los rendimientos finales fueron de 24% y 28% en madera alistada (cepillada-machimbrada) comercial y real respectivamente.

Además, NÁJERA (2012) en un estudio sobre tiempos y rendimientos en dos aserraderos privados, con un tamaño de muestra de 159 trozas con un volumen sin corteza de 81.64 m³ rollo, las cuales generaron un volumen aserrado de 48.89 m³, obtuvo un rendimiento igual a 61.64% sin corteza, asimismo ZAVALA (2000) en un estudio con una muestra de 87 trozas, cuyos diámetros el 89.65% se encuentran en un rango de 30 a 55 cm, determinó un coeficiente de aprovechamiento nominal de 51.00 %.

También SERRANO (1992) en un estudio de rendimientos para las especies de Melina (*Gmelina arborea*) y Laurel (*Cordia alliodora*), con un esquema de aserrio-reaserrio, empleando un aserradero portátil de banda horizontal y una sierra circular de corte recto reaserradora, obtuvo rendimientos

para Melina (*Gmelina arborea*) y Laurel (*Cordia alliodora*) de 35.30 % y 43.90 % respectivamente.

De manera similar ACOSTA (2004) evaluó métodos de arrastre de madera se evaluaron los rendimientos y los costos, utilizando yunta de bueyes y tractores TDT-55, el diámetro promedio de los árboles fue de 22.6 cm, la altura de 14.8 m, el volumen promedio de estos fue 0.25 m³, el tiempo del ciclo de trabajo de los animales fue inferior al de los tractores, a pesar de la mayor velocidad de estos últimos, debido al excesivo gasto de tiempo requerido en la carga y descarga de los árboles de los tractores. Los animales extrajeron, en promedio, 2.09 árboles por ciclo, consumiendo 1.92 min en la carga y descarga, mientras que, en esta operación, los tractores requirieron 10.62 min, de los cuales, 7.19 min fueron gastos en la carga.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características de la zona de estudio

3.1.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó dentro del bosque de la localidad de Tiruntán, el cual se encuentra ubicado a 8 horas de la ciudad de Pucallpa, margen derecho del río Ucayali, políticamente ubicada en el distrito de Padre Márquez, provincia Ucayali, región Loreto. Geográficamente se sitúa en la zona sur de la Región de Loreto entre las coordenadas geográficas extremas: 6°15' latitud sur y 76°55' longitud Oeste y 7°50' latitud sur y 75°15' longitud Oeste.



Figura 3. Mapa de ubicación política del distrito de Padre Márquez.

3.1.2. Zona de Vida

“De acuerdo a la clasificación de zonas de vida y el diagrama bioclimática de Leslie R. Holdridge (1986), el bosque de Tiruntán se encuentra ubicada en la formación vegetal de Bosque Húmedo Tropical (bhT)”.

3.1.3. Características Climáticas

De acuerdo a MARIÑOS (2009), el distrito de Padre Márquez, presenta un clima cálido húmedo, con ligeras variaciones que conforman las llamadas épocas seca y lluviosa.

La humedad relativa promedio es de 84%, y presenta una temperatura promedio anual de 26.2°C. La evaporación potencial se encuentra alrededor de los 1500 mm anuales, y se tienen precipitaciones anuales superiores a los 1654 mm, con la cual se tiene cubiertas las necesidades globales de agua.

3.1.4. Superficie y topografía

La topografía distrital generalmente tiene un relieve plano y presenta altitudes que van desde 104 a los 160 m.s.n.m. El 100% de su territorio es selva baja, con predominio de suelos aluviales antiguos. Este relieve presenta características geomorfológicas de llanura fluvial inundable, en lo que respecta a la aptitud productiva, presenta zonas aptas para cultivos agrícolas, asociadas a producción forestal y que se ubican en las inmediaciones del río Ucayali (MARIÑOS, 2009).

3.1.5. Recurso forestal

LOMAS (2008), describe que, en el área del bosques de Padre Márquez las especies dominantes están representados por shimbillo (*Inga ruiziana*), sapote (*Matisia cordata*), manchinga (*Brosimum alicastrum*), moena negra (*Ocotea aciphylla*). Además identificaron las especies de mayor importancia, las cuales son, sapote (*Matisia cordata*), manchinga (*Brosimum alicastrum*), quillobordon (*Aspidosperma subincanum*), catahua (*Hura crepitans*), “quinilla (*Manilkara bidentata*), capirona (*Callycophyllum spruceanum*).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- 55 Trozas de la especie capirona (*Callycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann).
- Wincha métrica de 5m (16ft)
- Libreta de campo.
- Formatos para recolección de datos.
- Tizas.

3.2.2. Equipos de campo

Cámara fotográfica marca Canon, Laptop marca Toshiba modelo Satellite, GPS marca Garmin modelo Etrex, Motosierra marca Sthill, modelo 660, Cronometro marca Ultrak 360, kubota con motor Diesel de 18 HP.

3.3. Metodología

3.3.1. Determinación del coeficiente rendimiento

Para determinar el coeficiente de rendimiento, se realizaron distintas actividades tanto en campo como en gabinete, las mismas que se describen secuencialmente de la siguiente manera:

3.3.1.1. Apeo de árboles

El apeo de los árboles se realizó con el uso de una motosierra modelo 660, poniendo en práctica algunas consideraciones de la técnica de tala dirigida específicamente el método de corte normal.

3.3.1.2. Seccionamiento de trozas

“Luego del apeo de árboles, se procedió con el uso de la motosierra modelo 660, a seccionar el fuste del árbol en varias trozas de 6.5 pies, tratando de aprovechar en la mejor forma la madera, para lo cual se limpiará el área contigua al tronco, con la finalidad de decidir la mejor opción de trozado”.

3.3.1.3. Determinación de diámetro por troza

Una vez seccionada el fuste en trozas, con el uso de una wincha métrica de 5m (16ft) graduada en centímetros, pulgadas y pies, se procedió a la medición del diámetro mayor y menor de cada troza.

Para la obtención del diámetro mayor y menor, se realizó dos mediciones en (X), obteniéndose del promedio de éstas, el valor real del diámetro tanto mayor y menor de cada troza

3.3.1.4. Aserrío de las trozas

Previamente al aserrío se realizó el acomodo y nivelación de las trozas con la ayuda de palancas, cuñas y tacos preparados y obtenidos del mismo bosque; de manera que la troza quede colocada en la mejor posición para trabajar cómodamente y sin riesgo. Una vez que las trozas han sido preparadas y aseguradas, se puede proceder con confianza a ejecutar el aserrío

El aserrío de las trozas se realizó, utilizando motosierra marca sthill modelo 660 a pulso o punta. Dicha operación consiste en la ejecución de los cortes longitudinales para obtener cuartones de diversas dimensiones de ancho, espesor.

Si las trozas poseían diámetros menores a 30 pulgadas, se realizaba un corte longitudinal lateral (tapeo), con el objetivo de obtener una superficie plana sobre el cual se realice el tizado (trazado de líneas paralelas cada 4 pulgadas en sentido longitudinal de la troza) para que el aserrador se guíe al realizar el aserrío. Si las trozas poseían diámetros mayores a 30 pulgadas, se realizaba un corte longitudinal por la mitad, de manera que la troza quede dividido en dos, obteniendo así dos superficies planas sobre los cuales se realizó el tizado para su respectivo aserrío y obtención de cuartones.

Los cuartones en el aserrío fueron de 6.5 pies de largo más tres pulgadas de pase, mientras que el grosor y el ancho tubo un aumento de media pulgada. Esto se realizó con la finalidad que las piezas alcancen el tamaño comercial deseable después de secadas y cepilladas, las mismas que fueron de anchos variables que van desde 6 hasta 18 pulgadas.

3.3.1.5. Determinación de las dimensiones de los tablonés

Una vez que los tablonés han sido obtenidos como producto del aserrío de las trozas, se procedió a medir con una wincha de 5m (16 ft); la medida del espesor, ancho y largo en pulgadas y pies respectivamente, de cada uno de los tablonés. “El espesor y el ancho de cada cuartón fueron medidas en el extremo que presentó las menores dimensiones, debido a las deficiencias en el aserrío manual. Todos los datos se registraron en una libreta de campo, para luego ser procesados y obtener número total de trozas, volumen de madera en pies tablares de las trozas, volumen de madera en pies tablares de los cuartones aserrados con motosierra y por consiguiente los rendimientos de aserrío”.

3.3.1.6. Determinar el volumen de las trozas

Para determinar el volumen (m^3) de las trozas, se utilizó la fórmula de cubicación de Smalian.

$$V = \frac{(S_1 + S_2)}{2} \times L$$

Dónde:

V : Volumen (m^3)

S₁ : Superficie mayor (m^2)

S₂ : Superficie menor (m^2)

L : Longitud de troza (m)

3.3.1.7. Determinar el volumen de madera aserrada

La determinación del volumen de madera aserrada (tablones), se realizó en pies tablares, para después convertirlos a metros cúbicos (m³), considerando una equivalencia de 424 pt (a) por m³ de madera aserrada.

“La estimación del volumen de madera aserrada en pies tablares (pt), se realizó utilizando la siguiente fórmula”.

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

Dónde:

V: Volumen de madera aserrada (pt)

E: Espesor de la tabla (pulgadas)

L: Largo de la tabla (pies)

A: Ancho de la madera (pies)

3.3.1.8. Determinar el coeficiente rendimiento

Para determinar el coeficiente de rendimiento en porcentaje se utilizó la fórmula citada por (CATIE, 2006).

$$CR\% = \left(\frac{\text{Vol. m}^3(a)}{\text{Vol. m}^3(r)} \right) \times 100$$

Dónde:

CR % : Coeficiente de rendimiento

Vol. m³ (a): Volumen de madera aserrada en metros cúbicos

Vol. m³ (r): Volumen de madera rolliza en metros cúbicos

3.3.2. Determinación de costos de aserrío

Para determinar el costo total de aserrío con motosierra, se distribuyó los costos en tres rubros, costos de posesión o fijos, costos de operación y costos de mano de obra, cuya sumatoria de las mismas determinarían el costo total de esta actividad.

3.3.2.1. Costo de posesión

Incluyen los gastos incurridos como consecuencia de la adquisición de la motosierra, y están representados por la depreciación de la motosierra, así como por el interés sobre la inversión media anual del bien. Para determinar el costo de posesión, se realizó un estudio de precios, el cual consistió en recolectar información sobre el valor de adquisición de una motosierra, los accesorios (Cuadro 10), además del valor de reventa y la vida útil del bien y otros aspectos para tener en cuenta (Cuadro 11), en las principales tiendas que ofertan esta máquina, en la ciudad de Pucallpa.

Para el cálculo de depreciación y el interés sobre la inversión media anual de la motosierra, se utilizó las siguientes formulas propuestas por Loechle (LOECHLE, 2001):

$$D = \frac{Va - (Vb + Vc)}{n}$$

$$IIMA = \left[\frac{I - R}{2(n/D)} + R \right] \frac{i}{D}$$

Dónde:

Dh : Depreciación diaria de
la motosierra

Va : Valor de adquisición

Dónde:

IIMA : interés sobre la IMA

I : valor de adquisición

R : Valor de reventa

Vb : valor de la barra.

n : Vida útil en días

Vc : Valor de la cadena.

D : Días de trabajo por año

Vuh : Vida útil en días

i : tasa de interés a utiliza

3.3.2.2. Costo de operación

Los costos de operación incluyen los costos que demanda la realización del aserrío y están representados por:

a) Depreciación de la barra

Para calcular el costo por depreciación diaria de la barra, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ddb = \frac{Vb}{Vub}$$

Dónde:

Ddb : Depreciación diaria de la barra.

Vb : Valor de la barra.

Vub : Vida útil en días de la barra.

b) Depreciación de la cadena

Para calcular el costo por depreciación diaria de la cadena, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Dcd = \frac{Vc}{Vuc}$$

Dónde:

Ddc : Depreciación diaria de la cadena.

Vc : Valor de la cadena.

Vuc : Vida útil en días la cadena.

c) Depreciación de lima de afilar

Para calcular el costo por depreciación diaria de la lima de afilar, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ddl = \frac{VI}{Vul}$$

Dónde:

Ddl : Depreciación diaria de la lima de afila.

VI : Valor de la lima de afilar

Vul : Vida útil en días de la lima de afilar

d) Consumo de combustibles

Para calcular el costo de combustible por día, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Ccd = \frac{(a \times pa) + (g \times pg)}{g + a} \times cc \times H$$

Dónde:

Ccd : Consumo de combustible por día.

a/g : Relación mezcla combustible: aceite/gasolina

pa : Precio aceite 2T

pg : Precio combustible campamento

cc : Consumo combustible

H : Horas de trabajo por día

e) Consumo de aceite de lubricación de la cadena

Para calcular el costo de consumo de aceite de lubricación de la cadena por día, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Cad} = \text{Cac} \times \text{PI}$$

Donde:

Cad: Costo diario aceite lubricación de cadena

Cac: Consumo diario aceite lubricación de cadena (gl)

PI : Precio acetite lubricación de cadena por galon

f) Costo reparación y mantenimiento

Para determinar el costo de reparación y mantenimiento diario, esta se hará teniendo en cuenta la constante de reparación y mantenimiento con respecto a la depreciación de la motosierra.

$$\text{Crm} = \text{Y} \times \text{D}$$

Donde:

Crm: Costo diario por reparación y mantenimiento

D : depreciación diaria de la motosierra

Y : constante por reparación y mantenimiento

3.3.2.3. Costo de mano de obra

La realización del aserrío de madera con motosierra, se realizó mediante contrato de acuerdo al volumen (pt) de producción diaria, para esta

actividad se requiere generalmente dos personas; un operador o motosierrista, que está a cargo de operar (manejo) la motosierra; y un ayudante, que estará presto a apoyar durante el aserrío en diversas actividades como, el acomodo de las trozas, tiznado, limpieza de la superficie a aserrar y acomodo de los tablones.

El precio pactado con el motosierrista que realizara el aserrío de la madera es de 0.18 S/.pt, equivalente a 76.33 S/. m³ (a).

Mientras que el precio pactado con el ayudante del motosierrista es de 60 S/ por millar(a), equivalente a 25.44 S/. m³(a).

Cabe resaltar que el precio pactado a pagar por árbol en pie en el bosque es igual a S/. 20.00.

3.3.3. Rendimiento de transporte

Para lograr determinar el rendimiento en transporte se necesitó previamente encontrar el tiempo total utilizado por ciclo y el volumen promedio transportado por ciclo.

3.3.3.1. Determinación del tiempo total

Para determinar el tiempo total en transporte se utilizó el método de tiempos y movimientos propuesto por Reiche (REICHE, 1989), el cual consiste en dividir el ciclo de transporte en cinco fases elementales que conforman esta operación las cuales son:

- **Viaje vacío:** comprende el tiempo que tardan los operarios en ir con la kubota desde el punto de acopio en el aserradero, hasta el lugar donde se encuentran los cuartones en el bosque.

- **Cargado:** es el tiempo que emplean los operarios desde el momento en que acomodan los cuartones en la carreta de la kubota y asegurar la carga.
- **Viaje cargado:** comprende el tiempo necesario para transportar los cuartones desde el bosque hasta el punto de acopio en el aserradero
- **Descarga:** es el tiempo que demora descargar los cuartones hasta el momento en el cual los operarios se encuentran listos para comenzar el viaje de regreso.
- **Tiempo improductivo:** es el tiempo que emplea en algunos casos para asegurar la carga en caso de aflojarse, dotar de agua y combustible al motor y otros.

Secuencial y paralelamente se midió con un cronometro el tiempo que se utilizó en cada una de estas fases durante todos los ciclos, posteriormente se promedió cada uno de los tiempos, las mismas que se sumaron obteniendo así el tiempo total promedio por ciclo y jornada.

3.3.3.2. Determinación del volumen de carga por viaje

“Para la determinación el volumen de carga por viaje, al término de cada viaje se procedió a contabilizar el número de cuartones, el volumen de cada uno de ellos; para tal efecto se midió a cada cuartón; el espesor, ancho y largo en pulgadas y pies respectivamente.

La información obtenida se registró en los formatos de evaluación y posteriormente se procesó encontrándose el volumen de carga por viaje;

permitiendo con la información anterior determinar los costos de transporte con kubota por millar en pies tablares y metros cúbicos (m^3)”.

3.3.4. Determinación de los costos de transporte

“Para la realización del transporte de madera aserrada (tablones), la empresa vio necesario alquilar una kubota, la misma que se pagó por día de trabajo la suma de 100.00 soles, esta operación lo llevaron a cabo dos personas; un operador o kubotero, que estuvo a cargo de operar (manejar) la kubota; y un ayudante, que estaba presto a apoyar durante el desembosque en diversas operaciones como, el carguío de los tablones en la carreta de la kubota, descargue de los tablones y a solucionar algunos incidentes que se presentaron durante el desembosque.

El precio pactado con el operador que realizo el transporte de tablones es de S/. 50.00 diario. Mientras que el precio pactado con el ayudante es de S/.30.00 diario”.

3.3.5. Distribución para el diámetro de las trozas

De acuerdo al Cuadro 1, para evaluar el proceso de transformación de madera en troza a madera aserrada, se elaboró una tabla de distribución de frecuencias; fijando el rango o amplitud, numero de clases según la regla de Sturges, ancho de clase e intervalo de las mismas; para el cual se definieron 7 categorías diamétricas con intervalos de 0.06 por categoría.

Cuadro 1. Distribución de frecuencias para el diámetro (m) de trozas

Categoría Diamétricas (m)	Marca de clase (x)	Frecuencia Absoluta (fi)	Frecuencia Relativa (fri)
1 [0.37- 0.43 >	0.40	9	16
2 [0.43 – 0.49 >	0.46	13	24
3 [0.49 – 0.55 >	0.52	11	20
4 [0,55 - 0,61 >	0.58	11	20
5 [0.61 – 0.67 >	0.64	6	11
6 [0.67 – 0.73 >	0.70	4	7
7 [0.73 – 0.79 >	0.76	1	2
Total		55	100

3.3.6. Análisis estadístico

Para lograr evaluar el rendimiento del aserrío y su relación con otras variables, se tomó como base del análisis la estadística descriptiva, principalmente para la obtención de la media, la varianza, desviación estándar, el coeficiente de variación, error estándar y límite de confianza:

3.3.5.1. Media aritmética

Es una media de tendencia central para describir una característica de la población y se define por la fórmula (LOPEZ, 2004).

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

Dónde:

X = media aritmética

Xi = valor observados de la i-ésima unidad muestral

n = Número de unidades de la muestra (tamaño de la muestra)

3.3.5.2. Desviación estándar

Es el índice de dispersión más usado para medir la desviación de los valores individuales con respecto a la media. Un valor bajo indica una población homogénea, un valor alto indica una población heterogénea. La desviación estándar se puede estimar por la fórmula (LÓPEZ, 2004).

$$S = \sqrt{\frac{\sum xi^2 - (\sum xi)^2}{n-1}}$$

Dónde:

S = Desviación estándar

Xi = valor observado de la i-ésima unidad muestral

n = tamaño de la muestra

3.3.5.3. Coeficiente de variación

Es el índice usado para la dispersión en términos relativos y equivale a expresar la desviación como porcentaje de la media. El coeficiente de variación se calcula por (LÓPEZ, 2004):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación

S = Desviación estándar.

X = Media aritmética.

3.3.5.4. Error estándar (Sx)

El error estándar mide el desvío de las medias muestrales respecto de la media poblacional, esta se calcula con la fórmula (LÓPEZ, 2004):

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

Sx = Error estándar.

S = Desviación estándar

n = .Tamaño de la muestra

3.3.5.5. Límite de confianza

La media obtenida a partir de una muestra difiere de la verdadera media poblacional. La media poblacional está comprendida entre un límite inferior dado por $\bar{X} - t(S_x)$ y un límite superior $\bar{X} + t(S_x)$ (LÓPEZ, 2004):

$$\bar{X} - t(S_x) \leq \mu \leq \bar{X} + t(S_x)$$

Dónde:

μ = Media poblacional.

\bar{X} = Desviación estándar

$t(S_x)$ = .error de muestreo

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del coeficiente de rendimiento

Como se observa en el Cuadro 2, en la presente investigación se utilizaron 55 unidades muestrales, que a un nivel de confianza del 95%, con un coeficiente de variación de 7 % y un error de muestreo de ± 0.01 , permitieron obtener un coeficiente de rendimiento promedio para la especie capirona (*C. spruceanum*) de 0.506.

Asímismo se lograron obtener valor extremos de coeficiente de rendimiento, siendo el valor máximo 0.60 y el valor mínimo de 0.41 (Cuadro 8), esto se debe básicamente a la variabilidad de los rendimientos obtenidos luego del proceso de transformación.

Cuadro 2. Parámetros estadísticos del coeficiente de rendimiento

Parámetros	Valor
Unidades muestrales (n)	55
Media aritmética (X)	0.506
Desviación estándar (S)	0.04
Coeficiente de variación (CV)	0.07
Error de muestreo (t S _x)	0.01

4.1.1. Rendimiento por categoría diamétricas

En el Cuadro 3, se observa que el 64.00 % de las trozas evaluadas se encuentran agrupadas en tres categorías diamétricas, encontrándose el promedio total del coeficiente de rendimiento (0.506) dentro de este rango.

Cuadro 3. Coeficiente de rendimiento por categoría diamétricas

Categoría Diamétricas (m)	Nº de trozas	Coeficiente de rendimiento
1 [0.37- 0.43 >	9	0.46
2 [0.43 – 0.49 >	13	0.49
3 [0.49 – 0.55 >	11	0.50
4 [0.55 – 0.61 >	11	0.52
5 [0.61 – 0.67 >	6	0.53
6 [0.67 – 0.73 >	4	0.55
7 [0.73 – 0.79 >	1	0.60
Total	55	

Según la Figura 4, se aprecia que el coeficiente de rendimiento se incrementa significativamente conforme aumentan las clases diamétricas.

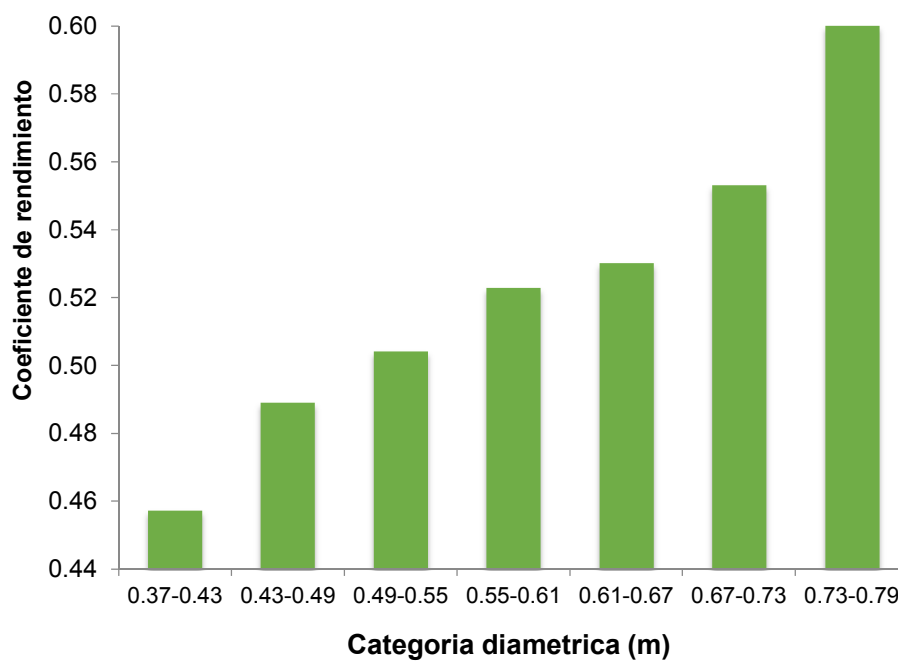


Figura 4. Coeficiente de rendimiento por categoría diamétrica (m)

4.2. Determinación de costos de aserrío

En el Cuadro 4, se observa que el costo de aserrío fue de S/. 162.54 por m³ (a) o S/. 0.38 por pt, este costo se obtuvo teniendo en cuenta la producción promedio diaria de aserrío que fue de 1.20 m³ equivalente 524 pt.

El rubro más significativo dentro de la estructura de este costo, es el de mano de obra el cual fue S/. 101.80 que representa el 62.63 %, este porcentaje elevado se debe principalmente a las características del contrato efectuado para realizar esta labor, seguido por el costo de operación el cual fue S/. 35.60 que representa el 21.90 %, el costo por árbol fue de S/. 21.04 que

representa el 12.95 % finalmente el costo de posesión el cual fue S/. 4.10 que representa el 2.52 % del costo total.

El costo total por el aserrío de 12.36 m³ o 5241 pt, que es el volumen total aserrado asciende a S/. 2009.00 de los cuales el costo de mano de obra asciende a S/. 1257.80; mientras los costos de operación ascienden a S/. 440.20, asimismo el costo por arboles fue de S/. 260 y finalmente el costo de posesión ascienden a S/.50.10 (Cuadro 13). Cabe resaltar que el aserrío se realizó durante 10 días de trabajo teniendo en cuenta que un tiempo promedio de aserrío de 4 horas por día.

Cuadro 4. Costo de aserrío por metro cubico

Costo de posesión (CP)	S/.	S/.	Porcentaje
Depreciación (D)	3.80		
IMMA	0.36	4.10	2.52
Costo de operación (CO)			
Depreciación de la barra (b)	2.00		
Depreciación de la cadena (c)	4.50		
Depreciación de lima de afilar	2.00		
Combustible	10.30	35.60	21.90
Aceite para lubricación para cadena	14.20		
Repuestos	2.60		
Costo de mano de obra (CMO)			
Precio pactado con el motosierrista	76.30		
Precio pactado con el ayudante	25.40	101.80	62.63
Precio pactado a pagar por árbol		21.04	12.95
Costo total		162.54	100.00

Según la Figura 5, el rubro de costo de mano de obra representa el 62.63 % del costo total, siendo superior al costo de operación con 21.90 %, precios por arboles con 12.95% y al costo de posesión con el 2.52 %.

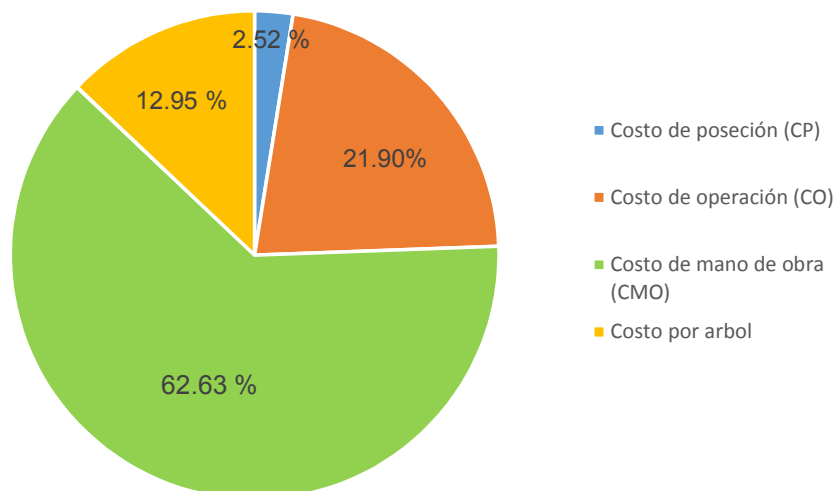


Figura 5. Rubro de costos de aserrío

4.3. Determinación del rendimiento en transporte

El tiempo total promedio por jornada durante el transporte con kubota fue de 376.30 minutos o 6.30 horas, realizándose 3 ciclos por jornada, a una distancia total de 5.50 km, durante 6 días de trabajo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de tiempos de las fases por jornada

Fases	Tiempos x ciclo (min)	Tiempos x jornada (min)	Porcentaje
Viaje vacío	36.90	110.60	29.38
Cargado	12.70	38.10	10.11
Viaje cargado	55.90	167.70	44.57
Descargado	14.30	42.80	11.38
Tiempo improductivo	5.70	17.20	4.56
Total	125.40	376.30	100

En la Figura 6, se muestra el promedio de tiempos por fases, de las cuales, el viaje cargado representó el 44.57 %, el Viaje vacío 29.38 %, la descarga 11.38%, el cargado el 10.11% y el tiempo improductivo el 4.56 % del tiempo total de la jornada.

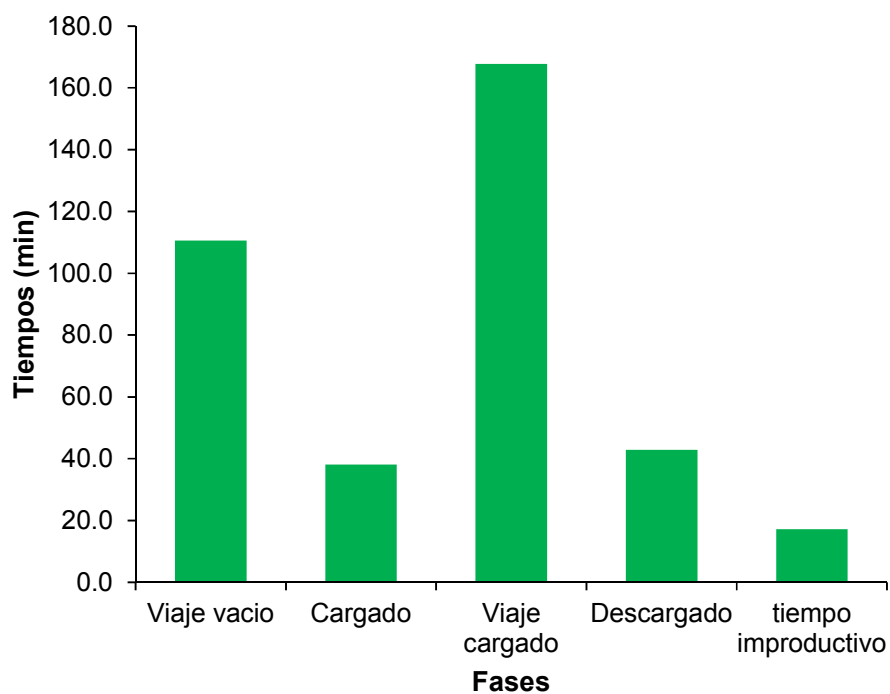


Figura 6. Promedio de tiempos por jornada

De acuerdo al Cuadro 6, se determinó un rendimiento promedio diario de transporte con kubota de 2.10m^3 (a) o 873.60 pt, a una distancia de 5.50 km, los volúmenes de carga transportados durante toda la investigación tuvieron un rango que van desde 0.67m^3 o 286 pt, hasta un máximo de 0.77m^3 (a) o 326 pt (Cuadro 15).

Cuadro 6. Parámetros del transporte de madera aserrada

Parámetro	N° de cuartones x ciclo	Volumen (pt) x Ciclo	Volumen (pt) x jornada
Media (X)	12.00	308.00	873.50
Desviación estándar (S)	1.05	9.14	112.00
C.V (%)	8.90	3.00	12.80

4.4. Determinación de costos de transporte

En el Cuadro 7, se observa que el costo de transporte utilizando kubota asciende a S/. 89.80 por m³ (a) o S/. 0.21 por pt, este costo se obtuvo teniendo en cuenta el volumen de transporte promedio diaria que fue de 2.06 m³ equivalente 873.50 pt (Cuadro 15).

El rubro más significativo dentro de la estructura de este costo, es el de alquiler de kubota el cual fue S/. 48.50 que representa el 54.10 %, este porcentaje elevado se debe principalmente a las características del contrato efectuado para realizar esta labor, seguido por el costo de operario el cual fue S/. 24.30 que representa el 27 %, finalmente el costo por ayudante el cual fue S/. 17.00 que representa el 18.90 % del costo total (Cuadro 7).

El costo total por el transporte de 12.36 m³ o 5241 pt, que es el volumen total transportado asciende a S/. 1110,00 de los cuales el costo de mano de obra asciende a S/. 1257.80, mientras los costos de operación ascienden a S/. 440.20 y finalmente el costo de posesión ascienden a S/.50.90 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costo de transporte con kubota por metro cubico.

Concepto	Costo (m ³) S/.	Costo diario (S/.)	Costo total (S/.)	Porcentaje
Alquiler kubota	48.50	100.00	600.00	54.10
Operario	24.30	50.00	300.00	27.00
Ayudante	17.00	35.00	210.00	18.90
Total	89.80	185	1110.00	100.00

Según la Figura 7, se aprecia que, el rubro de costo por alquiler de kubota, representa el 54.10 % del costo total, siendo superior al costo de operación con 27 % y al costo por ayudante el con el 18.90 %.

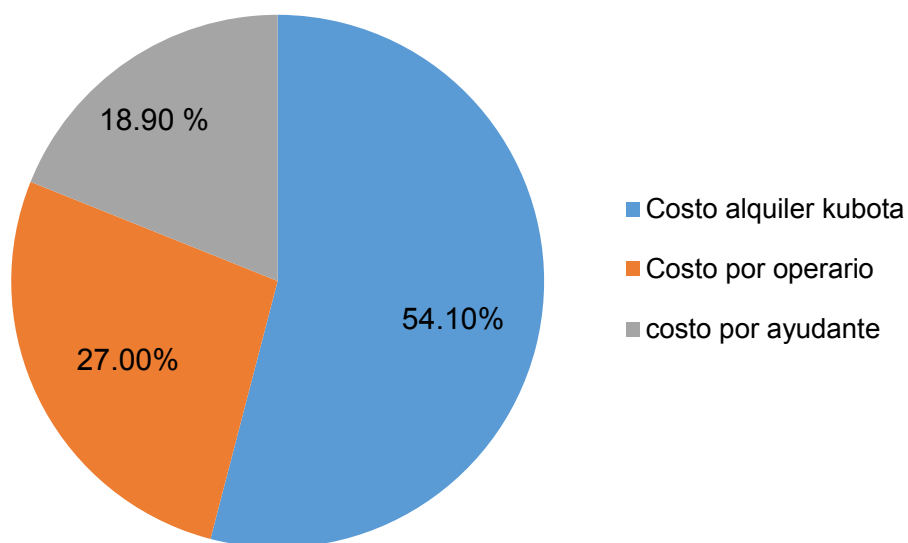


Figura 7. Costos en el transporte de madera aserrada

V. DISCUSIÓN

5.1. Determinación del coeficiente de rendimiento.

El coeficiente de rendimiento para la especie capirona (*C. spruceanum*) utilizando motosierra fue de 0.506, resultado inferior frente al determinado por PAUCAR (2008), quien obtuvo un coeficiente de rendimiento para el tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* D. Ducke.) utilizando motosierra con marco guía igual a 0.52, de manera similar LOECHLE (2001), realizó un estudio para la especie romerillo hembra (*Prumnopitys harsnuiana*), utilizando motosierra a pulso para la transformación primaria, determinando un coeficiente de rendimiento de 0.54.

Mientras ANCO (2013), en una investigación utilizando un aserradero industrial, determinó un coeficiente de rendimiento para las especies *Clarisia racemosa* y *Virola sp*, de 58 % y 55 % respectivamente, también ROJAS (2001), utilizando aserradero disco para el aserrío de la especie (*Ocotea acyphylla*) determinó un coeficiente de rendimiento igual a 74.40 %; mientras (COBOS 2006), utilizando un aserradero portátil marco WOOD-MIZER, modelo LT40HD Super Hidráulico determinó un rendimiento promedio para en diferentes especies igual a 61.79%.

De modo similar CORONEL *et al.*(2011) en un estudio de tiempos, rendimientos y costos del aserrado de algarrobo blanco (*Prosopis alba*), recopiló

información de 10 pequeños aserraderos que estaban compuestos de una sierra principal (sierra sinfín vertical con carro manual) donde se obtiene los tablonos y una sierra secundaria o reaserradora (sierra sinfín de mesa determino un rendimiento promedio para el algarrobo blanco de 58.30%, además, ESTEVES *et al.* (2010) en un estudio de productividad de corte en madera *Pinus elliotii* utilizando un prototipo de aserradero portátil determino rendimientos superiores al 66%.

Mientras Quirós (2005) determino el rendimiento físico o factor de recuperación de madera aserrada, para el cual cuantificó el volumen de materia prima rolliza y de los productos aserrados resultantes de 294 trozas de melina (*Gmelina arborea*), 97 de acacia (*Acacia mangium*) y 25 de terminalia (*Terminalia ivorensis*); después de la transformación obtuvo rendimientos para melina, acacia y terminalia de 39, 30, y 27%, respectivamente, también SANABRIA (1996), analizó el proceso de aserrío, reaserrío y alistado de una muestra de 64 trozas, luego del procesamiento, los rendimientos finales fueron de 24% y 28% en madera alistada (cepillada-machimbrada) comercial y real respectivamente.

Además, NÁJERA (2012), realizó un estudio sobre tiempos y rendimientos en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México, con un tamaño de muestra de 159 trozas con un volumen sin corteza de 81.64 m³ rollo, las cuales generaron un volumen aserrado de 48.89 m³, los resultados indican que el rendimiento es de 61.64% sin corteza.

ZAVALA (2000) en un estudio con una muestra de 87 trozas, cuyos diámetros el 89.65% se encuentran en un rango de 30 a 55 cm, determinó un coeficiente de aprovechamiento nominal de 51.00%.

5.2. Determinación de costos de aserrío

Con respecto al aserrío con motosierra se determinó que, el costo de esta actividad asciende a 162.54 soles por m³, siendo el rubro más significativo dentro la estructura de este costo, el de mano de obra que asciende a S/. 101.80, que representa al 62.63 %, mientras que los costos de operación, por árbol y costos de posesión ascienden a S/. 35.60, S/.21.04 y S/.4.10 respectivamente, de manera similar LOECHLE (2001), confirma que la mano de obra en el aserrío con motosierra es el rubro genera mayor costo, llegando a equivaler hasta un 73.90 % del costo total de aserrío, esto debido principalmente a las características del contrato para efectuar esta labor; además confirma que los elementos que generan mayor costo dentro del costo de operación son el de costo por aceite de lubricación de cadena y el consumo de mezcla de combustible.

5.3. Determinación del rendimiento en transporte

Se determinó un rendimiento promedio diario de transporte con kubota de 2.10 m³ (a) ó 873.60 pt, a una distancia de 5.5.km requiriendo para esto un tiempo total por jornada de 376.30 ó 6.30 horas, lográndose realizar tres ciclos o viajes por jornada; mientras LOECHLE (2001), utilizando una paria de siete mulas para el transporte de madera aserrada (cuartones) de la especie Romerillo hembra (*Prumnopitys harsnuiana*) a una distancia de 6 Km, logro un rendimiento en trasporte de 0. 72 m³ (a) o 306 pt, requiriendo para ello un tiempo promedio total por jornada fue de 277.46 minutos o 4.60 horas.

ACOSTA (2004), evaluó métodos de arrastre de madera se evaluaron los rendimientos y los costos, utilizando yunta de bueyes y tractores TDT-55. El diámetro promedio de los árboles fue de 22.60 cm, la altura de 14.80 m. El volumen promedio de estos fue 0.25 m³. El tiempo del ciclo de trabajo de los animales fue inferior al de los tractores, a pesar de la mayor velocidad de estos últimos, debido al excesivo gasto de tiempo requerido en la carga y descarga de los árboles de los tractores. Los animales extrajeron, en promedio, 2.09 árboles por ciclo, consumiendo 1.92 min en la carga y descarga, mientras que, en esta operación, los tractores requirieron 10.62 min, de los cuales, 7.19 min fueron gastos en la carga.

5.4. Determinación de costos de transporte

El costo de transporte utilizando kubota asciende a S/. 89.80 por m³ (a) o S/. 0.21 por pt, siendo el rubro más significativo dentro de la estructura de este costo, el de alquiler de kubota el cual fue S/. 48.50 que representa el 54.10 %. Seguido por el costo de operario el cual fue S/. 24.30 que representa el 27.00 %, finalmente el costo por ayudante el cual fue S/. 17.00 que representa el 18.90 % del costo total (Cuadro 7), resultados que difiere con lo determinado por Loechie (LOECHIE, 2001), quien utilizando mulas, determino un costo de transporte igual a S/. 108.66/m³ (a) o S/. 0.25 por pt, siendo el costo más significativo dentro de la estructura el de posesión el cual es S/. 48.50 el cual representa el 44.47 %, seguido por el costo de operación que asciende a S/. 36.42 que representa el 33.68 %, seguido finalmente por el costo de mano de obra que es S/. 23.74 y representa el 21.85 % del costo total, mientras ROJAS

(2001), en un investigación en un aserradero de disco, determino un costo total de aserrío igual a S/. 14 379.50; teniendo una producción de madera aserrada de 15 730.87 pt ó 36.34 m³, obteniendo un costo de aserrío por metro cubico igual a S/. 397.72 por m³ y S/. 0.94 pt.

VI. CONCLUSIONES

1. El Coeficiente de rendimiento promedio para la especie capirona (*C. spruceanum*) fue de 0.506, que representa un 50.60% de utilización de madera, equivalente a 214 pies tablares por metro cúbico de madera rolliza.
2. El costo de aserrío utilizando la motosierra como elemento cortante fue de S/. 162.45 por m³ de los cuales el rubro más significativo fue el costo de mano de obra que asciende a S/. 101.80 mientras los costos de operación, costo por árbol y posesión ascienden a S/. 35.60, S/. 21.04 y S/.4.10 respectivamente.
3. El rendimiento promedio diario de transporte fue 2.10 m³ (a) o 873.60 pt, a una distancia de 5.50 km, con tiempo total promedio por jornada de 376.30 minutos.
4. El costo de transporte de madera aserrada fue igual a S/. 89.80 por m³, de los cuales el costo por alquiler de kubota asciende a S/. 48.50, mientras el costo de operario y ayudante ascienden a S/. 24.30 y S/. 17.00

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con evaluaciones en aserrío y transporte, a fin de determinar el verdadero costo que genera la realización de esta actividad forestal de acuerdo las condiciones de cada lugar y la especie forestal a trabajar.
2. Capacitar e incentivar a los productores forestales, en el uso de tecnologías modernas de aserrío, con el propósito de incrementar sus rendimientos y beneficios.
3. Comparar los precios de las maquinarias, herramientas e insumos para las determinaciones de los costos de acuerdo a cada zona o lugar.

SAWPROCESS COST AND TRANSPORT OF TIMBER OF *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann IN THE FOREST OF PADRE

MARQUEZ- LORETO

ABSTRACT

The yield study is an indispensable factor in determining the cost of forest activity, in the present research the principal question proposed was, “What would be the cost of felling and transporting the felled wood for the capirona species (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann)?,” for which the general objective of analyzing the cost and yield of the felling and transporting the felled wood from the Padre Márquez – Loreto forest was proposed, taking into account that a chainsaw will be used as the cutting method and a Kubota for transporting the felled wood.

In order to calculate the costs, they were divided ahead of time into possession costs, operational costs, tree cost and labor costs, while in order to determine the yield of the felling, the general formula for the felling coefficient was used, meanwhile, in order to determine the yield of transportation, the time and movement method was used. After the analysis it was determined that the cost of felling was S/. 162.54 per m³ or S/. 0.38 per pt, moreover, the yield coefficient for the *C. spruceanum* was 0.506, equal to 214 pt per m³ of felled wood, a daily average transportation yield of 2.10 m³ or 873.60 pt was also obtained, at a distance of 5.5 km with a total average trip time of 376.30 minutes and finally the cost of the transportation of the felled wood was S/. 89.80 per m³ or S/. 0.2

Key words: Coefficient of yield, sawprocess cost, kubota, round wood, sawn wood.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, FC; Vidal Corona, A; Pinto Leite, AM; Cardoso Machado,C. 2004. evaluación de tres métodos para el arrastre de madera en rodales naturales de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Sociedad de Investigación Forestal 28(3):373-380.

Anco, A. 2013. Coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Clarisia racemosa* y *Virola* sp., distrito de Pichanaki. Tesis Ing. Huancayo, Perú, UNCP. 55 p.

Arriaga, JG. 2007. Rendimiento en la transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie de caoba (*Swietenia macrophylla*), en dos aserraderos del municipio de flores, Peten. Tesis Ing. Petén, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.46 p.

Anaya, H; Christiansen, P. 1986. Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte. San José, Costa Rica. 246 p.

Biaggio, G. 1987. Distribución del valor de la madera aserrada a lo largo del fuste en árboles de Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don). Tesis Ing. Chile, Universidad Austral de Chile. 60 p

Campos, R.1983. Estructura de Costos de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en Selva Baja. Documento de Trabajo N° 6. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Lima. 71 p.

Carhuavilca, MC. 2010. Exposición sobre los alcances de la norma técnica: “elementos para la determinación del costo horario de los equipos y de la maquinaria del sector construcción”. Lima, Perú. 66 p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica. 442 p.

Cobos, W. 2006. Rendimiento y costos de aserrío en un aserradero portátil Wood. Mizer, LT40HD, super hidraulico de la Municipalidad Distrital de el Tigre. Tesis Ing. Iquitos, Perú, UNAP. 134 p.

Coronel de Renolfi, M; Díaz, F; Cardona, G; Ruiz, AP. 2011. Tiempos, rendimientos y costos del aserrado de Algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. Revista de Ciencias Forestales – Quebracho 20(1,2):15-28.

Cronquist, A. 1984. Lista de clases, subclases, órdenes y familias de las Angiospermas. Columbia. University Press, New York.

Egas, AF. 1998. Consideraciones para elevar los rendimientos en aserraderos con sierras de banda. Tesis Dr, Cuba. Universidad de Pinar del Río. 100 p.

Esteves Magalhaes, WL, Bolzon de Muniz, GI; Lomelí Ramírez, MG; Batista, DC. 2010. Estudio de la productividad de corte en madera *Pinus elliottii* utilizando un prototipo de aserradero portátil. Maderas ciencia y tecnología 12(1):43-52.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1979. Evaluación de los costos de extracción a partir de inventarios forestales en los trópicos. Roma, Italia. 164 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia), 1983. Tecnología básica en operaciones forestal. Roma, Italia.122 p.

Frausto, L. 1990. Extracción de trozas con tecnología apropiada en bosques de Chignahuapan, Puebla. Tesis Ing. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.239 p.

Frisk, T. 1981. Transporte terrestre de la madera en Pucallpa. Lima, Perú. 63 p.

- Gaviria, A. 1981. Estudio Económico Comparativo de la Industria de Aserrío en Chanchamayo años 1977 y 1979. Tesis Ing. Lima, Perú, UNAM 100 p.
- Hernández, D. 1983. Análisis comparativo de costos en arrime de trocería con cable y motogrúa. Tesis MSc. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 194 p
- Lagos, R. 2004. Comparación de dos software de simulación para la industria del aserrío de *Pinus radiata* D. Don. Tesis Ing. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile. 36 p.
- Loechle, B. 2001. Análisis de costos de aserrío con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys harsnuiana* en los bosques de neblina de San Ignacio – Cajamarca. Tesis Ing. Lima, Perú. UNAM. 63 p.
- Lomas, R. (2008). Caracterización y sistematización de la diversidad dentro de la provincia de Ucayali: Informe preliminar. Contamana, Perú. 74p.
- López, B, EA. 2004. Introducción a la estadística general: unidad 1: Estadística General. Guatemala, USAC. 25 p.
- Mariños, A. 2009. Plan de desarrollo concertado del distrito de padre márquez: 2009-2019: Documento final. Tiruntán, Padre Márquez. 32 p.

Nájera Luna, JA; Adame Villanueva, GH; Méndez González, J. 2012. Rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados de El Salto, Durango, México. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* (55):11-23.

Palomino, J; Barra, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (PRONATURALEZA). Oxapampa. Perú. 18 p

Paucar, JE. 2008. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera en las comunidades nativas coriteni tarso y capitiri del distrito de río tambo. Tesis Ing. Forestal. Junín, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 62 p.

Quirós, R. 1990. Optimización del proceso de aserrío en madera de cortas dimensiones en el Pacífico seco. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. 128 p.

Quirós, R; Chinchilla, O; Gómez, M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas* 29(2):7-15.

- Ramírez, A. 1991. Estudio de tiempo, rendimientos y costos en operación de arrime con equipo Sulky. Tesis Ing. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo. 81 p.
- Reiche, C. 1989. Manual para determinar rendimientos y costos de faena de productos de los sistemas de árboles de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- Rojas, C. 2001. Costo y rendimiento de aserrío en el aserradero de disco de la comunidad Nativa Santa Mercedes-Rio Putumayo. Tesis Ing. Iquitos, Perú, UNAP. 126 p.
- Sanabria Cascante, JC; Serrano, R. 1996. Rendimiento en aserrío y posibilidades de uso industrial de las trozas de primer raleo de una plantación de laurel (*Cordia alliodora*). Tecnología en Marcha 12(2):37-42.
- Serrano, R. 1991. Tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 103 p.
- Serrano, R. 1992. Evaluación de Aserrio y Elaboración de Dos Epecies Forestales de Plantación de Melina (*Gmelina arborea*) y Laurel (*Cordia alliodora*). Tecnología en Marcha 11(1):25-32.

- Serrano, R. 1996. Desarrollo Experimental de una Sierra Circular Doble para Aserrío de Trozas de Diámetros Menores. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 94 p.
- Schrewe, H. 1981. La Industria del Aserrío en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de Trabajo N°3. Lima, Perú. 56 p.
- Swartz, A. 1980. Cálculo de costos en la extracción forestal. Seminarios FAO. Lima, Perú. 121 p.
- Sibille, A. 2001. Guía de procesamiento industrial. Fabricación de muebles con maderas poco conocidas. Editora argentina S.R.L. Buenos Aires. Argentina. 18 p.
- Zárate, RD. 2012. Propuesta metodológica para el análisis de costos en el abastecimiento forestal. Tesis Ing. Chapingo, Mexico. Universidad autónoma de Chapingo. 152 p.
- Zavala Zavala, D; Hernández Cortés, R. 2000. Análisis del rendimiento y utilidad del proceso de aserrío de trocería de pino. Madera y Bosques 6(2):41-55.

ANEXO

Anexo 1. Cuadros

Cuadro 8. Variables de la investigación

Nº árbol	Nº troza	Diámetro (m)			Longitud (m)	Vol. rollizo (m³)	Nº de cuartones	Vol. Aserrado		CR (m³)	Observaciones
		Menor	Mayor	Promedio				(pt)	(m³)		
1	1	0.49	0.52	0.50	2	0.4	4	91	0.21	0.54	
	2	0.46	0.49	0.47	2	0.35	4	78	0.18	0.52	
	3	0.44	0.46	0.45	2	0.31	4	65	0.15	0.49	cuartón rajado
	4	0.41	0.44	0.42	2	0.28	4	61	0.14	0.51	
	5	0.39	0.41	0.40	2	0.25	3	50	0.12	0.47	
2	6	0.71	0.79	0.75	2	0.88	10	225	0.53	0.60	
	7	0.64	0.71	0.67	2	0.71	5	165	0.39	0.55	cuartón rajado
	8	0.56	0.64	0.60	2	0.56	5	131	0.31	0.55	
	9	0.48	0.56	0.52	2	0.43	4	94	0.22	0.52	
	10	0.41	0.48	0.44	2	0.31	3	63	0.15	0.48	
3	11	0.64	0.74	0.69	2	0.74	5	176	0.41	0.56	
	12	0.53	0.64	0.58	2	0.54	4	124	0.29	0.54	
	13	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	85	0.20	0.52	
	14	0.38	0.46	0.42	2	0.28	3	52	0.12	0.44	cuartón rajado
4	15	0.61	0.71	0.66	2	0.69	5	158	0.37	0.54	
	16	0.53	0.61	0.57	2	0.51	4	115	0.27	0.53	
	17	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	78	0.18	0.48	cuartón rajado
	18	0.38	0.46	0.42	2	0.28	3	57	0.14	0.49	
5	19	0.53	0.64	0.58	2	0.54	4	119	0.28	0.52	cuartón rajado
	20	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	82	0.19	0.50	cuartón rajado
	21	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	60	0.14	0.48	
	22	0.36	0.41	0.38	2	0.23	2	41	0.10	0.43	
6	23	0.66	0.74	0.70	2	0.77	5	180	0.42	0.55	
	24	0.58	0.66	0.62	2	0.61	4	134	0.32	0.52	cuartón rajado
	25	0.51	0.58	0.55	2	0.47	4	102	0.24	0.52	
	26	0.43	0.51	0.47	2	0.35	3	74	0.17	0.50	
	27	0.36	0.43	0.39	2	0.24	2	48	0.11	0.46	
7	28	0.53	0.61	0.57	2	0.51	4	115	0.27	0.53	
	29	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	82	0.19	0.50	cuartón rajado
	30	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	64	0.15	0.51	
	31	0.36	0.41	0.38	2	0.23	2	46	0.11	0.47	
8	32	0.64	0.71	0.67	2	0.71	5	165	0.39	0.55	
	33	0.58	0.64	0.61	2	0.58	4	130	0.31	0.53	
	34	0.51	0.58	0.55	2	0.47	4	103	0.24	0.52	
	35	0.46	0.51	0.48	2	0.37	3	76	0.18	0.49	
	36	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	59	0.14	0.47	

N° árbol	N° troza	Diámetro (m)			Longitud (m)	Vol. rollizo (m³)	N° de cuartones	Vol. Aserrado		CR (m³)	Observaciones
		Menor	Mayor	Promedio				(pt)	(m³)		
9	37	0.56	0.66	0.61	2	0.58	4	130	0.31	0.53	
	38	0.48	0.56	0.52	2	0.43	4	92	0.22	0.51	
	39	0.41	0.48	0.44	2	0.31	3	65	0.15	0.49	
	40	0.36	0.41	0.38	2	0.23	2	41	0.10	0.43	
10	41	0.61	0.71	0.66	2	0.69	5	156	0.37	0.54	
	42	0.53	0.61	0.57	2	0.51	4	115	0.27	0.53	
	43	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	80	0.19	0.49	
	44	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	59	0.14	0.47	
11	45	0.53	0.64	0.58	2	0.54	4	121	0.29	0.53	
	46	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	80	0.19	0.49	cuartón rajado
	47	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	61	0.14	0.49	
	48	0.33	0.41	0.37	2	0.21	2	37	0.09	0.41	cuartón rajado
12	49	0.56	0.61	0.58	2	0.54	4	121	0.29	0.53	
	50	0.48	0.56	0.52	2	0.43	4	90	0.21	0.50	cuartón rajado
	51	0.43	0.48	0.46	2	0.33	3	67	0.16	0.48	
13	52	0.58	0.66	0.62	2	0.61	4	137	0.32	0.53	
	53	0.53	0.58	0.56	2	0.49	4	104	0.25	0.50	cuartón rajado
	54	0.46	0.53	0.50	2	0.39	3	80	0.19	0.49	
	55	0.41	0.46	0.43	2	0.29	3	59	0.14	0.47	
Total		0.41	0.46	0.43		0.29		59	0.14	0.47	
promedio		0.48	0.55	0.52		0.43		95	0.22	0.506	
desv.		0.09	0.10	0.10		0.16		42	0.10	0.04	
CV (%)		18.6	18.3	18.37		37.1		44	43.6	7.12	

Cuadro 9. Cubicación de cuarterones por troza.

Troza 01				Troza 02				Troza 03				Troza 04			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)
0.50	0.40	4	91	0.47	0.35	4	78	0.45	0.31	4	65	0.42	0.28	4	61
A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)
11	4	6.5	24	9	4	6.5	20	8	4	6.5	17	8	4	6.5	17
10	4	6.5	22	7	4	6.5	15	6	4	6.5	13	7	4	6.5	15
11	4	6.5	24	10	4	6.5	22	10	4	6.5	22	8	4	6.5	17
10	4	6.5	22	10	4	6.5	22	6	4	6.5	13	7	3	6.5	11
			91				78				65				61
Troza 05				Troza 06				Troza 07				Troza 08			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuarterones	Vol. Aserrado (pt)
0.40	0.25	3	50	0.75	0.88	10	225	0.67	0.71	5	165	0.60	0.56	5	131
A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)
8	4	6.5	17	9	4	6.5	20	14	4	6.5	30	11	4	6.5	24
8	4	6.5	17	11	4	6.5	24	16	4	6.5	35	14	4	6.5	30
7	4	6.5	15	12	4	6.5	26	17	4	6.5	37	15	4	6.5	33
				10	4	6.5	22	15	4	6.5	33	13	4	6.5	28
				10	4	6.5	22	14	4	6.5	30	10	3	6.5	16
				9	4	6.5	20								
				10	4	6.5	22								
				12	4	6.5	26								
				11	4	6.5	24								
				10	4	6.5	22								
			50				225				165				131

Cuadro 9. (Continuación.....)

Troza 09				Troza 10				Troza 11				Troza 12			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.52	0.43	4	94	0.44	0.31	3	63	0.69	0.74	5	176	0.58	0.54	4	124
A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)
11	4	6.5	24	10	4	6.5	22	16	4	6.5	35	13	4	6.5	28
13	4	6.5	28	10	4	6.5	22	16	4	6.5	35	15	4	6.5	33
12	4	6.5	26	9	4	6.5	20	18	4	6.5	39	15	4	6.5	33
10	3	6.5	16					16	4	6.5	35	14	4	6.5	30
								15	4	6.5	33				
94				63				176				124			
Troza 13				Troza 14				Troza 15				Troza 16			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.50	0.39	3	85	0.42	0.28	3	52	0.66	0.69	5	158	0.57	0.51	4	115
A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)
13	4	6.5	28	7	4	6.5	15	13	4	6.5	28	12	4	6.5	26
14	4	6.5	30	9	4	6.5	20	16	4	6.5	35	14	4	6.5	30
12	4	6.5	26	8	4	6.5	17	16	4	6.5	35	14	4	6.5	30
								15	4	6.5	33	13	4	6.5	28
								13	4	6.5	28				
85				52				158				115			
Troza 17				Troza 18				Troza 19				Troza 20			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.50	0.39	3	78	0.42	0.28	3	57	0.58	0.54	4	119	0.50	0.39	3	82
A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (")	Vol. (pt)
11	4	6.5	24	9	4	6.5	20	13	4	6.5	28	13	4	6.5	28
13	4	6.5	28	10	4	6.5	22	14	4	6.5	30	13	4	6.5	28
12	4	6.5	26	10	3	6.5	16	15	4	6.5	33	12	4	6.5	26
								13	4	6.5	28				
78				57				119				82			

Cuadro 9. (Continuación....)

Troza 21				Troza 22				Troza 23				Troza 24			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.43	0.29	3	60	0.38	0.23	2	41	0.70	0.77	5	180	0.62	0.61	4	134
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
10	4	6.5	22	10	4	6.5	22	16	4	6.5	35	15	4	6.5	33
11	4	6.5	24	9	4	6.5	20	17	4	6.5	37	16	4	6.5	35
9	3	6.5	15					18	4	6.5	39	16	4	6.5	35
								16	4	6.5	35	15	4	6.5	33
								16	4	6.5	35				
60				41				180				134			
Troza 25				Troza 26				Troza 27				Troza 28			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.55	0.47	4	102	0.47	0.35	3	74	0.39	0.24	2	48	0.57	0.51	4	115
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
12	4	6.5	26	11	4	6.5	24	11	4	6.5	24	13	4	6.5	28
14	4	6.5	30	12	4	6.5	26	11	4	6.5	24	14	4	6.5	30
13	4	6.5	28	11	4	6.5	24					14	4	6.5	30
11	3	6.5	18									12	4	6.5	26
102				74				48				115			
Troza 29				Troza 30				Troza 31				Troza 32			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.50	0.39	3	82	0.43	0.29	3	64	0.38	0.23	2	46	0.67	0.71	5	165
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
13	4	6.5	28	11	4	6.5	24	11	4	6.5	24	14	4	6.5	30
13	4	6.5	28	11	4	6.5	24	10	4	6.5	22	17	4	6.5	37
12	4	6.5	26	10	3	6.5	16					16	4	6.5	35
												15	4	6.5	33
												14	4	6.5	30
82				64				46				165			

Cuadro 9. (Continuación.....)

Troza 33				Troza 34				Troza 35				Troza 36			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.61	0.58	4	130	0.55	0.47	4	103	0.48	0.37	3	76	0.43	0.29	3	59
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
14	4	6.5	30	12	4	6.5	26	11	4	6.5	24	9	4	6.5	20
16	4	6.5	35	14	4	6.5	30	12	4	6.5	26	10	4	6.5	22
16	4	6.5	35	12	4	6.5	26	12	4	6.5	26	8	4	6.5	17
14	4	6.5	30	13	3	6.5	21								
130				103				76				59			
Troza 37				Troza 38				Troza 39				Troza 40			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.61	0.58	4	130	0.52	0.43	4	92	0.44	0.31	3	65	0.38	0.23	2	41
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
14	4	6.5	30	11	4	6.5	24	10	4	6.5	22	10	4	6.5	22
16	4	6.5	35	13	4	6.5	28	11	4	6.5	24	9	4	6.5	20
16	4	6.5	35	11	4	6.5	24	9	4	6.5	20				
14	4	6.5	30	10	3	6.5	16								
130				92				65				41			
Troza 41				Troza 42				Troza 43				Troza 44			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.66	0.69	5	156	0.57	0.51	4	115	0.50	0.39	3	80	0.43	0.29	3	59
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
13	4	6.5	28	12	4	6.5	26	12	4	6.5	26	9	4	6.5	20
16	4	6.5	35	15	4	6.5	33	12	4	6.5	26	9	4	6.5	20
16	4	6.5	35	14	4	6.5	30	13	4	6.5	28	9	4	6.5	20
14	4	6.5	30	12	4	6.5	26								
13	4	6.5	28												
156				115				80				59			

Cuadro 9. (Continuación.....)

Troza 45				Troza 46				Troza 47				Troza 48			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.58	0.54	4	121	0.50	0.39	3	80	0.43	0.29	3	61	0.37	0.21	2	37
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
14	4	6.5	30	12	4	6.5	26	9	4	6.5	20	8	4	6.5	17
15	4	6.5	33	13	4	6.5	28	10	4	6.5	22	9	4	6.5	20
14	4	6.5	30	12	4	6.5	26	9	4	6.5	20				
13	4	6.5	28												
121				80				61				37			
Troza 49				Troza 50				Troza 51				Troza 52			
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)
0.58	0.54	4	121	0.52	0.43	4	90	0.46	0.33	3	67	0.62	0.61	4	137
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)
13	4	6.5	28	10	4	6.5	22	10	4	6.5	22	15	4	6.5	33
15	4	6.5	33	12	4	6.5	26	11	4	6.5	24	17	4	6.5	37
15	4	6.5	33	12	4	6.5	26	10	4	6.5	22	16	4	6.5	35
13	4	6.5	28	10	3	6.5	16					15	4	6.5	33
121				90				67				137			
Troza 53				Troza 54				Troza 55							
Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)	Diámetro (m)	Vol. Rollizo (m³)	Nº de Cuartones	Vol. Aserrado (pt)				
0.56	0.49	4	104	0.50	0.39	3	80	0.43	0.29	3	59				
A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)	A (")	E (")	L (')	Vol. (pt)				
13	4	6.5	28	12	4	6.5	26	8	4	6.5	17				
13	4	6.5	28	13	4	6.5	28	10	4	6.5	22				
13	4	6.5	28	12	4	6.5	26	9	4	6.5	20				
12	3	6.5	20												
104				80				59							

Cuadro 10. Precios en soles de la motosierra y accesorios.

Tienda	Motosierra	Espada (36")	Cadena
La Cachina S.A.C.	2160.00	280.00	58.00
Motores y Repuestos Ucayali	2260.00	280.00	54.00
Román Maquinarias EIRL.	2250.00	290.00	58.00
Motores y servicios Generales EIRL	2300.00	330.00	50.00
La Casa del motor	2280.00	320.00	55.00
Pomedio	2250.00	300.00	55.00

Cuadro 11. Elementos para el cálculo de costos

Concepto	Motosierra	Cadena	Barra
Valor	S/. 2250 (l)	S/. 55 (b)	S/. 300 (c)
Vida útil	416 días (n)	10 días	120 días
Días útiles de trabajo x año (D)	208 días	208 días	208 días
Horas de trabajo x día (H)	4 horas	4 horas	4 horas
Valor residual (R)	0	0	0
Interés sobre capital medio	5.50%	-	-
Repuestos y mano de obra	70% Dep.	-	-
Relación mezcla combustible: aceite/gasolina	1/20 (a/g)	-	-
Consumo combustible (cc)	0.2 gal/hora	-	-
Consumo lubricante cadena (ca)	-	1 gal/día	-
Precio combustible campamento (pg)	S/.12.44/gal	-	-
Precio aceite 2T (pa)	S/.85.55/gal	-	-
Precio aceite lubricación cadena (pl)	-	S/.17.57/gal	-
Salario Motosierrista	S/.1500/mes	-	-
Salario Ayudante	S/. 800/mes	-	-

Cuadro 12. Costos de aserrío diario

Costo de posesión (CP)			5.10
Costo	Fórmula	aplicación	S./día
Depreciación	$\frac{I - (b + c)}{n}$	$\frac{2250 - (300 + 55)}{408}$	4.60
IMMA	$\frac{(I - R)(n/D+1)}{2(n/D)} + R \frac{i}{D}$	$\left[\frac{(2250 - 0)(2+1) + 0}{2(2)} \right] \frac{0.055}{208}$	0.45
Costo de operación (CO)			44.00
Depreciación de la barra	$\frac{Vb}{Vub}$	$\frac{300}{120}$	2.50
Depreciación de la cadena	$\frac{Vc}{Vuc}$	$\frac{55}{10}$	5.50
Depreciación de lima de afilar	$\frac{Vl}{Vul}$	$\frac{5}{2}$	2.50
Combustible	$\frac{(a \times pa) + (g \times pg)}{g + a} \times cc \times H$	$\frac{(1 \times 85.55) + (20 \times 12.44)}{20 + 1} \times 0.2 \times 4$	12.70
Aceite para lubricación	1 x pl	1 x 17.57	17.57
Repuestos	(70%)D	0.70x4.6	3.20
Costo de mano de obra (CMO)			125.80
Precio pactado con el motosierrista		0.18 S./ pt. = 76.36 S./ m ³ (a)	94.32
Precio pactado con el ayudante		60 S./ millar = 25.44 S./m ³ (a)	31.44
Precio pactado a pagar por arbol		S/. 20.00	26.00
Producción diaria promedio (pt)		524	
Costo total			200.90

Cuadro 13. Costo total de aserrió.

Costo de posesión (CP)			50.00
Costo	Formula	aplicación	S/
Depreciación (D)	$\frac{I - (b + c)}{n}$	$\frac{2250 - (300 + 55)}{408}$	46.40
IMMA	$\frac{(I - R)(n/D+1)}{2(n/D)} + R \frac{i}{D}$	$\left[\frac{(2250 - 0)(2+1)}{2(2)} + 0 \right] \frac{0.055}{208}$	4.50
Costo de operación (CO)			440.20
Depreciación de la barra	$\frac{Vb}{Vub}$	$\frac{300}{120}$	25.00
Depreciación de la cadena	$\frac{Vc}{Vuc}$	$\frac{55}{10}$	55.00
Depreciación de lima de afilar	$\frac{Vl}{Vul}$	$\frac{5}{2}$	25.00
Combustible	$\frac{(a \times pa) + (g \times pg)}{g + a} \times cc \times H$	$\frac{(1 \times 85.55) + (20 \times 12.44)}{20 + 1} \times 0.2 \times 4$	127.00
Aceite para lubricación	1 x pl	1 x 17.57	175.70
Repuestos	(70%)D	0.7x4.6	32.50
Costo de mano de obra (CMO)			1257.80
Precio pactado con el motosierrista		0.18 S./ pt. = 76.36 S./ m ³ (a)	943.00
Precio pactado con el ayudante		60 S./ millar = 25.44S./m ³ (a)	314.00
Precio pactado a pagar por árbol		S/. 20.00	260.00
Producción diaria promedio (pt)		524	
Costo total			2009.90

Cuadro 14. Tiempos promedios por ciclo de transporte

Ciclo	Tiempo (minutos)					
	Viaje vacío	Cargado	Viaje cargado	Descargado	Tiempo improductivo	Tiempo total x ciclo
1	36.20	11.40	53.50	13.60	5.30	120.00
2	37.50	13.70	59.20	15.80	6.90	133.10
3	34.30	12.40	56.30	14.70	5.80	123.50
4	37.10	11.70	55.80	13.50	6.40	124.50
5	38.40	12,10	57.30	14.10	6.20	116.00
6	35.60	13.90	58.20	15.10	5.50	128.30
7	37.50	12.70	54.50	14,90	6.50	111.20
8	35.80	11.30	53.20	12.50	4.30	117.10
9	38.20	11.80	54.80	13.70	5.80	124.30
10	36.50	12.70	55.40	13.90	6.10	124.60
11	35.80	12.90	57.30	14.30	5.20	125.50
12	37.60	13.60	56.70	14.80	4.50	127.20
13	36.30	12.50	54.60	13.70	5.80	122.90
14	38.60	12.80	55.90	14.20	6.20	127.70
15	38.40	13.50	57.30	15.20	5.90	73.00
16	35.50	13.30	56.20	14.50	6.20	125.70
17	37.20	12.80	55.60	14.70	4.70	125.00
Total	626.50	203.00	894.50	228.30	97.30	2049.60
Prom.	36.90	12.70	55.90	14.30	5.70	125.40

Cuadro 15. Rendimiento diario de volumen transportado

Ciclo	N° cuartones x ciclo	Ancho de cuartones (")	Volumen (pt) x ciclo	Rendimiento diario (pt)
1	11	17-16-15-15-13-12-8-14-12-11-10	310.00	
2	14	14-14-11-10-11-11-10-10-7-11-10-10-10-8	308.00	904.00
3	13	15-14-11-7-13-13-10-10-10-10-9-8-7	286.00	
4	11	18-16-15-16-16-15-10-10-9-8-7	306.00	
5	12	16-14-10-8-16-13-10-9-14-13-12-9	309.00	908.00
6	14	15-14-12-8-13-13-12-9-11-9-8-7-6-6	293.00	
7	12	15-13-11-9-14-13-11-10-13-13-13-9	307.00	
8	10	18-17-12-16-13-10-10-16-16-15	311.00	928.00
9	11	16-16-15-14-12-12-10-14-13-11-10	310.00	
10	11	17-16-15-14-13-11-11-14-12-11-11	309.00	
11	12	16-14-11-8-16-12-12-9-14-13-12-9	313.00	934.00
12	12	14-14-11-10-13-12-12-11-14-11-11-11	312.00	
13	11	16-16-14-13-13-13-9-12-12-10-10	300.00	
14	12	16-13-10-9-16-14-9-9-15-14-9-8	310.00	920.00
15	12	15-12-12-9-14-13-12-9-14-13-12-8	310.00	
16	12	15-15-10-9-13-13-12-10-13-13-12-13	321.00	647.00
17	12	17-16-15-15-13-12-11-10-12-12-10-10	326.00	
Total	202		5241.00	5241.00
Prom.	12		308.00	873.50
Desv. Est.	1.05		9.14	112.00
C.V.(%)	8.90		3.00	12.80

Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 8. Seccionamiento trozas.



Figura 9. Medición del diámetro de trozas.



Figura 10. Aserrío de trozas.



Figura 11. Tizado para el aserrío de cuartones.



Figura 12. Cuartones aserrados



Figura 13. Cubicación de cuartones.



Figura 14. Cargado de cuartones en la kubota.



Figura 15. Descarga de cuartones.