

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**ESTUDIO DE RENDIMIENTO Y COSTOS DE TALA Y TROZADO DEL
APROVECHAMIENTO EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus patula* EN GRANJA
PORCÓN - CAJAMARCA**

T E S I S

Para Obtener el Título Profesional de:

INGENIERO FORESTAL

Presentado por el Bachiller:

JOSÉ JAIME MALIMBA ESPILCO

ASESOR:

Ing. ANDRÉS HIBERNON LOZANO LOZANO

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

JOSE JAIME MALIMBA ESPILCO

DNI: 42648189

Escuela Profesional/Unidad UNC:

INGENIERIA FORESTAL

2. Asesor:

Ing. ANDRES HIBERNON LOZANO LOZANO

Facultad/Unidad UNC:

CIENCIAS AGRARIAS

3. Grado académico o título profesional

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. Tipo de Investigación:

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Título de Trabajo de Investigación:

ESTUDIO DE RENDIMIENTO Y COSTOS DE TALA Y TROZADO DEL APROVECHAMIENTO EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus patula* EN GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA

5. Fecha de evaluación: 28/12/2023

6. Software antiplagio:

TURNITIN

URKUND (OURIGINAL) (*)

7. Porcentaje de Informe de Similitud: 13%

8. Código Documento: oíd: 3117:300886752

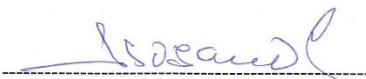
9. Resultado de la Evaluación de Similitud:

APROBADO

PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 11/11/2024

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*


Ing. Andrés Hibernón Lozano Lozano
DNI: 26617742

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintiocho días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 057-2024-FCA-UNC, de fecha 09 de febrero del 2024, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "ESTUDIO DE RENDIMIENTO Y COSTOS DE TALA Y TROZADO DEL APROVECHAMIENTO EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus patula* EN GRANJA PORCÓN - CAJAMARCA", realizada por el Bachiller JOSÉ JAIME MALIMBA ESPILCO para optar el Título Profesional de INGENIERO FORESTAL.

A las diecisiete horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de INGENIERO FORESTAL.

A las dieciocho horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
PRESIDENTE

Ing. Nehemías Honorio Sangay Martos
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Luis Dávila Estela
VOCAL

Ing. Andrés Hibernon Lozano Lozano
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres y mi familias y docentes y amigos que fueron parte importante de mi formación académica a todos ellos mil gracias por el apoyo y la motivación para poder así alcanzar mi meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi Asesor,

ING. ANDRÉS H. LOZANO LOZANO, por su apoyo, tiempo, dedicación y paciencia, en la ejecución de este trabajo.

A aquellas personas

Que me brindaron su apoyo en la ejecución del trabajo de investigación, en especial a la Gerencia de la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén, por permitirme realizar dicha investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLAS	ix
FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. Plantaciones forestales.....	5
2.2.2. Aprovechamiento forestal.....	6
2.2.3. Operación de corta.....	7
2.2.4. Rendimiento.....	8
2.2.5. Tiempos y rendimientos.....	8
2.2.6. Rendimiento en actividades del aprovechamiento.....	9
2.2.7. Costo.....	10
2.2.8. Costo en actividades de aprovechamiento.....	10
2.2.9. Costo de tala y trozado.....	13
2.2.10. Costo de funcionamiento de maquinaria.....	14

2.2.11.	Factores que intervienen en los costos y rendimientos.	14
2.3.	Definiciones de términos básicos.....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1.	Localización de la investigación.....	18
3.2.	Características de área de estudio.....	20
3.2.1.	Clima.....	20
3.2.2.	Relieve.....	20
3.2.3.	Suelo.....	20
3.2.4.	Vegetación.....	21
3.3.	Materiales y equipos.....	21
3.3.1.	De campo.....	21
3.3.2.	De gabinete.....	21
3.4.	Metodología.....	22
3.4.1.	Diseño del estudio.....	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
4.1.	Cálculos para determinar los rendimientos y costos.....	31
4.1.1.	Inventario forestal.....	31
4.1.2.	Determinación de tiempo en las actividades de tala y trozado.....	33
4.2.	Determinación de rendimientos.....	35
4.2.1.	Rendimiento de tala.....	35

4.2.2. Rendimiento de trozado.....	36
4.3. Determinación de costos	36
4.3.1. Costos de tala.....	36
4.3.2. Costos de trozado.....	38
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
Conclusiones.....	39
4.4. Recomendaciones.....	39
ANEXOS	46
5. ANEXO 1: TABLAS DE DATOS ORIGINALES Y EVALUADOS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de Diámetros y altura comercial promedio por clase diamétrica.	31
Tabla 2. Cálculo del factor de forma.....	32
Tabla 3. Agrupamiento según clase diamétrica del área basal y volumen comercial.....	32
Tabla 4. Determinación del tiempo empleado en la tala de árboles	33
Tabla 5. Rendimiento de tala de arboles	35
Tabla 6. Costo de tala.....	36
Tabla 7. Total, de árboles inventariados por parcelas y filas	46
Tabla 8. Medición del DAP y altura comercial y agrupados por clase diamétrica	48
Tabla 9. Determinación del área basal y volumen comercial según clase diamétrica	51
Tabla 10. Control del Tiempo de tala	54
Tabla 11. Determinación del número de trozas	57
Tabla 12. Determinación del diámetro promedio de trozado.....	59
Tabla 13. Control del Tiempo en el trozado	61
Tabla 14. Rendimiento de trozado	64
Tabla 15. Costos de trozada	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del área de estudio.....	19
--	----

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en un área de plantaciones de *Pinus patula* en el sector Lomo de Pescado, propiedad de la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén de Trabajadores Ltda. (Granja Porcón), ubicado en el distrito de Tumbaden, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca. en un rango altitudinal de 3200 y 3500 msnm. El objetivo es determinar los rendimientos y costos de tala y trozado del aprovechamiento de una plantación. La metodología aplicada se basó en instalar 12 parcelas, distribuidas al azar, de forma rectangular, de 1000 m² cada una (50 x 20) de una plantación de 33 años de edad; para ello se midió el DAP y la altura comercial y total a todos los árboles seleccionados. El tiempo requerido para las actividades de tala y trozado fueron registrados con un cronómetro digital. Finalmente, los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento promedio en la tala con motosierra Husqvarna N.º 288 fue de 2.08 m³/hora/árbol y de trozado 50.52 m³/hora y para el costo promedio de tala fue de S/. 0.06 /m³ /árbol y para el trozado S/. 2.57 /m³.

Palabras clave: *Pinus patula*, tala, trozado, rendimientos, costos.

ABSTRACT

The research work was carried out in an area of *Pinus patula* plantations in the Lomo de Pescado sector, owned by the Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén de Trabajadores Ltda. (Granja Porcón), located in the Tumbaden district, San Pablo province, Cajamarca department, at an altitude range of 3200 to 3500 meters above sea level. The objective is to determine the yields and costs of logging and bucking in the exploitation of a plantation. The methodology applied was based on setting up 12 randomly distributed rectangular plots, each measuring 1000 m² (50 x 20), within a 33-year-old plantation. The DBH (diameter at breast height) and both commercial and total height were measured for all selected trees. The time required for logging and bucking activities was recorded with a digital stopwatch. Finally, the results obtained showed that the average yield for logging with a Husqvarna No. 288 chainsaw was 2.08 m³/hour/tree, and for bucking, it was 50.52 m³/hour. The average cost of logging was S/. 0.06/m³/tree, and for bucking, it was S/. 2.57/m³.

Keywords: *Pinus patula*, logging, bucking, yields, costs.

I. INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento forestal, además de ser una etapa final del manejo forestal en la que se obtienen bienes, es la fase en donde se inciden mayores costos y al mismo tiempo se observan que hay mayores ingresos (Chapas, 2005). Los propietarios de las plantaciones en su mayoría venden la madera en pie a los extractores. Estos realizan las actividades del aprovechamiento forestal donde en las etapas de tala y trozado, en la mayoría de los casos sin ninguna planificación adecuada; por otro lado, existe una impericia respecto a los costos y rendimientos que ocurre en cada una de las etapas del aprovechamiento forestal.

Cajamarca es una de las regiones líderes en la promoción de plantaciones forestales de *Pinus* sp. a nivel nacional; un buen ejemplo de macizos forestales se encuentra en la Cooperativa Agraria Atahualpa-Jerusalén de Trabajadores Ltd. (Granja Porcón). Desde hace 10 años, se ha extraído madera de estas plantaciones de manera significativa especialmente para abastecer los mercados de la costa norte y Lima, debido a la creciente demanda en los mercados locales, regionales y nacionales. Esta actividad es una alternativa económica importante para Cajamarca, pero es necesario desarrollar conocimientos en áreas como plantaciones, manejo y aprovechamiento. Otro aspecto fundamental es analizar los rendimientos y costos, factores cruciales para seleccionar el método adecuado de aprovechamiento forestal, y conocer los rendimientos y costos de actividades como la tala y el trozado. Esta información es esencial para obtener datos precisos sobre los pro y contra en esta etapa de la cadena productiva y para asegurar la mejora continua en los procesos de industrialización de productos forestales. Con esta información, se puede planificar mejor los insumos, máquinas, herramientas y mano de obra necesarios, y comprender los rendimientos operacionales y costos asociados a cada actividad del aprovechamiento maderero.

Igualmente, muchas organizaciones de manejo forestal sean públicas o privadas, vienen realizando operaciones de aprovechamiento de la madera, donde el talado y trozado de árboles aprovechables son las principales actividades para fines múltiples como aserrío, laminado, pisos, postes, etc. en las que no se conoce el rendimiento en volumen, así como los costos de mano de obra y equipos de tala y trozado, ni la dimensión de las pérdidas económicas por la generación de desperdicios al usar malas técnicas de apeo direccional, trozado que ocasionan disminución de la madera aprovechable y originan impactos negativos en el medioambiente y posible desabastecimiento a la unidad de transformación.

Por tal motivo, como objetivos se planteó determinar los rendimientos y costos de tala y trozado en el aprovechamiento de una plantación de *Pinus patula* en Granja Porcón – Cajamarca; los resultados obtenidos serán de mucha utilidad y aporte de conocimientos para los propietarios de plantaciones especialmente para la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén de Trabajadores Ltda., extractores de madera, comerciantes de productos forestales, académicos y para el público interesado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Luna y Sánchez (2008) en el estado de Durango (México) evaluaron la operatividad del abastecimiento forestal de *Pinus patula*, determinando que el rendimiento en la tala es de 17 m³/h, la metodología utilizada fue de cortar árboles a una distancia promedio entre árboles de 24.32 m, utilizando una motosierra Stihl de 5 hp con peso de 10 kg y longitud de espada de 70 cm, trabajando con trozas de largas dimensiones (18 pies).

Sánchez (2010) señala que en México obtiene como resultado el rendimiento promedio de *Pinus patula* de 5 a 7 m³/h con corteza por operario en el derribo y de 3 a 5 m³/h en el trozado. Otros antecedentes señalan como rendimiento promedio del derribo de 4 a 5 m³/hora productiva, es decir, entre 25 y 30 m³/día/brigada, con 2 a 3 integrantes en una brigada.

Nájera et al. (2010) han analizado las operaciones en una plantación de *Pinus patula* en cuatro sectores en México, la metodología empleada fue primeramente determinar tiempos y movimientos para conocer la productividad en los procesos de apeo, trozado, arrastre y carga mecanizada; para lo cual utilizaron los cronometrajes de 194 ciclos de apeo, 900 de arrastre y 1,294 de carga mecanizada. Los resultados alcanzados fueron el rendimiento promedio en el ciclo de trozado de 28.67 m³/h, en arrastre con grúa de 19.83 m³/h en una distancia promedio de 43.13 m; mientras que el rendimiento en la carga mecanizada ha sido de 35.27 m³/h, así mismo sustentan que los rendimientos obtenidos varían en función al diámetro, longitud de los árboles y cantidad trozas obtenidas.

Restrepo et al. (2012) realizó un estudio en Colombia en plantaciones forestales de *Pinus patula*, con una edad de 12 años, con un suelo con pH ácido, presencia de materia orgánica media, profundidad superficial, pedregosidad abundante; con un clima muy frígido que va de 6 a 10°C,

usando una tasa de interés de 6,81%, como resultado cita un volumen comercial de $142 \text{ m}^3 / \text{ha}$; el valor del suelo varía desde valores negativos de US\$ -1404 /ha a valores positivos de US\$ 1885/ha.; esta variación fue explicada por los autores, que depende en parte por la cobertura del suelo previa al establecimiento de la plantación, teniendo en cuenta que en el área de estudio, encontraron plantaciones que habían sido establecidas sobre suelos de pastos y otras sobre suelos cuya cobertura anterior fue vegetación arbustiva de porte bajo.

Solano (2013) realizó su estudio en la parcela de corta anual, en el área de manejo forestal de la comunidad nativa Santa Mercedes, río Putumayo, Perú, donde determinó el rendimiento y los costos en el talado y troceado de árboles aprovechables para aserrío. Se registraron los tiempos en cada una de las actividades del talado como: limpieza de la base del árbol y vías de escape, apeo, caída del árbol, limpieza del fuste, descepado., despuntado y troceado; se midieron los diámetros y largos de los fustes aprovechables o cargas y las trozas; para el cálculo del volumen se utilizó la fórmula Smalian. Durante el periodo de evaluación se alcanzó una producción de $604,83 \text{ m}^3$ en el talado y $289,12 \text{ m}^3$ en el troceado, en una jornada diaria de 7 h 1 min y para talar un árbol se necesita en promedio 956 segundos (15 min 56 s). El rendimiento es de $16,04 \text{ m}^3/\text{h}$ para el talado y $47,44 \text{ m}^3/\text{h}$ para el troceado. El costo para el talado es de S/.3,06/ m^3 y para el troceado es de S/.1,25/ m^3 . El rendimiento está influenciado por el material de corte, la motosierra y el motosierrista; producir un metro cúbico de madera rolliza en el área de manejo de la comunidad nativa de Santa Mercedes cuesta S/.4, 31

Suarez (2016) realizó un análisis de productividad y costos de las fases del aprovechamiento forestal en plantaciones de *Pinus patula* de Granja Porcón-Cajamarca, determinando que la productividad para el tumbado y trozado fue de $69,2 \text{ m}^3/\text{día}$, con un tiempo efectivo de utilización de la motosierra de 2 h 15 min. Por su parte la productividad diaria para el

desrame con hacha fue de 15,72 m³, también determinó que el tiempo promedio de desrame con hacha fue de 7 min 59 seg por árbol; el costo de funcionamiento diario de las operaciones de corta con motosierra fue de S/. 151,96/día y su costo unitario de S/. 2,20/m³; el costo de funcionamiento diario del desrame con hacha fue de S/. 36,44/día y logrando obtener para la zona de Porcón – Cajamarca un costo de S/. 4,5/m³ de madera tumbada, trozada y desramada.

Bermúdez (2018) determinó el costo de extracción de madera rolliza procedente de raleos en una plantación de *Pinus* en la Cooperativa Agraria Atahualpa – Jerusalén en los sectores de Lomo de Pescado y Cushuro, obteniendo los siguientes resultados: El costo unitario de extracción en el bloque de Lomo de Pescado fue de S/.37,04 /m³ y en el Cushuro S/.41,31 /m³, teniendo un promedio de ambos sectores de S/.39,18 /m³ que considera como estructura: el apilado y carga, supervisión, tumbado y trozado, desramado y caminos. El costo unitario promedio de apilado y carga para Cushuro fue de S/.14,06 /m³, mientras para Lomo de Pescado de S/.12,90 /m³ obteniendo un promedio de ambos bloques S/.13,48 /m³. El costo unitario promedio de las operaciones de tumbado y trozado fue de S/.3, 70 /m³ y el desrame S/.3,96 /m³ en total S/.7,66 /m³.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Plantaciones forestales

La Región Cajamarca, ubicada en los Andes del norte del Perú, presenta condiciones climáticas favorables para las actividades agropecuarias y forestales que el resto de la sierra peruana, por lo que a fines de los años 1960 se realizaron actividades para promover el desarrollo forestal (Carton, 1996). Según Picard & Villar (1986), los primeros intentos de introducir sistemáticamente especies forestales en la región se iniciaron a principios del año 1976, en el marco del Proyecto CICAFOR, en la cual la metodología utilizada tuvo cuatro fases: Eliminación (3 a 5 años), Prueba (5 a 10 años), verificación (10 -15 años) y plantación piloto (Turno). Debido a los

resultados positivos alcanzados por CICAFOR en la reforestación de las regiones Quechua Alta y Jalca de Cajamarca, se decidió crear un macizo forestal piloto entre 1983 y 1989, abarcando una superficie de 3.572 ha., de las cuales el 62,5% era de *Pinus Patula* (Carton, 1996).

Según estadísticas oficiales del Perú, las plantaciones de producción y conservación sumaron más de 1.032.386 ha. en 2012 y la mayoría de ellas fueron plantadas con especies exóticas como *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata* y *Pinus patula* (FAO, 2018).

El *Pinus patula* es una especie conífera nativa de regiones subtropicales de México, se distribuye en la Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre de Oaxaca, en latitudes entre 16°N a 24°N, entre 1500 a 3100 m, precipitaciones anuales de 600 a 2500 mm, además puede asociarse con otras especies como por ejemplo el *Pinus teocote* (Dvorak et al., 2000). Como especie exótica y por su rápido crecimiento ha sido extensamente utilizado en países como Sudáfrica, India y Australia, en Sudamérica como Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú han alcanzado una gran importancia económica por su calidad en su madera y material genético. (Ospina et al., 2011)

2.2.2. Aprovechamiento forestal

Es una actividad silvicultural que se inicia con la planificación de las etapas de tala de los árboles, trozado, extracción o arrastre de los fustes o trozas comerciales a un lugar de carga, apilado, y transporte, para su posterior industrialización y comercialización (FAO, 1998).

Campos (2012) indica que el propósito del aprovechamiento forestal es producir la cantidad y calidad de materia prima, y ponerla cuando y donde se necesite, a un costo mínimo, teniendo en cuenta las políticas y normas gubernamentales vigentes, así como también los impactos sociales y ambientales producidos.

2.2.2.1.Tala

Es una de las operaciones más peligrosas, esta actividad lo realizan las personas capacitadas, las mismas que deben contar con la indumentaria apropiada para esta actividad; además para concretar el trabajo el personal debe contar con un equipo altamente calificado. Por otro lado, el jefe del equipo de operaciones es el único que debe tomar la decisión sobre la ubicación de apeo de los árboles aprovechados apoyándose en el mapa de localización de los árboles y en la red programada de pistas de arrastre (Dykstra & Heinrich, 1996).

Desde el punto de vista técnico, las operaciones de tala dirigida buscan mejorar el trabajo en el bosque cuidando aspectos claves como evitar la incidencia de accidentes, aumentar la seguridad del motosierrista y de todo el personal presente en el área de trabajo, aumentar el rendimiento de volumen comercial aprovechable y facilitar la operación posterior de arrastre.

2.2.2.2.Trozado

Esta actividad consiste en cortar el fuste del árbol en trozas, las medidas de las trozas estarán en función del objetivo del aprovechamiento y de los requerimientos del mercado (Chapas, 2005).

2.2.3. Operación de corta

La operación de corta comprende el apeo del árbol en pie, su medición para determinar el tamaño idóneo de las trozas, el descepado y el trozado del tronco y a veces el descortezado (Dykstra & Heinrich, 1996) y es una de las que mayor impacto causa sobre la estructura y composición del bosque, por lo tanto, para evitar daños innecesarios debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada por personal capacitado, de acuerdo con los procedimientos establecidos.

La operación de corta debe garantizar el abastecimiento de trozas con el menor daño y mayor rendimiento posible para la operación de arrastre y la industria, así como favorecer la eficiencia del arrastre, mediante la colocación correcta de las trozas en relación a la dirección de las vías de saca. Adicionalmente, deberá minimizarse el daño a la masa remanente. Se dice que la primera etapa de un arrastre eficiente es el logro de la dirección de caída correcta. Árboles enganchados en otros árboles o mal colocados demoran considerablemente los tiempos de arrastre (Kantola & Virtanen, 1986).

2.2.4. Rendimiento

La Sociedad Española de Ciencias Forestales (2005) define el rendimiento como la producción neta. Para el sector forestal es la cantidad o cantidad de productos acabados o semiacabados obtenidos a partir de la materia prima suministrada (madera en rollo, madera aserrada, laminado).

Frisk y Córdova (1979) determinaron la eficiencia en m^3/h y propusieron una relación entre el volumen (m^3) y la unidad de tiempo (h min. y seg) de corte y trozado.

2.2.5. Tiempos y rendimientos

Los datos del rendimiento operacional se obtienen mediante un estudio de tiempos y movimientos de los períodos de trabajo de las operaciones de aprovechamiento forestal. Para tal operación se utilizó la técnica de “vuelta a cero” descrito por Villagómez & García (1986) el cual consiste en tomar el tiempo de los diferentes periodos de trabajo de inicio a fin y regresar el cronómetro a “cero” para iniciar el cronometraje de un nuevo período de trabajo; la precisión de cronometraje fue de 1/100 de segundo. Para determinar el volumen de los árboles derribados

fueron utilizados los modelos biométricos locales, mientras que para la cubicación de las trozas arrastradas y cargadas se utilizó la fórmula de Smalian (Husch et al., 2003).

El estudio de tiempos es una técnica eficiente que ayuda a determinar mayor exactitud posible el tiempo transcurrido en una actividad (Gutiérrez, 1999). Para realizar esta acción se hace uso de un cronómetro con el fin de poder contabilizar el tiempo transcurrido durante un día entero o durante muchos días o semanas. Si el operador está bien capacitado, este probablemente es la mejor técnica, ya que entregara información detallada del tiempo real de trabajo de los equipos, el tiempo no productivo que se producen por diferentes demoras y cuál era la causa y magnitud de estas demoras (Miyata et al. 1981).

Tolosana et al. (2004) indican que la importancia de los estudios de tiempos y rendimientos en el aprovechamiento forestal concentran gran parte de su esfuerzo en estimar la fracción de tiempo empleada en una tarea determinada dentro de un cierto esquema de trabajo.

2.2.6. Rendimiento en actividades del aprovechamiento.

Navarro (2003) menciona que el rendimiento es un concepto asociado al trabajo ejecutado por las máquinas. El rendimiento de una maquina mayormente será menor a 1 ($0 < R < 1$) y para poder expresarlo en porcentaje el valor obtenido se debe multiplicar por 100. Representa el “tanto por ciento” conseguido del trabajo total suministrado. Las máquinas simples permiten obtener un rendimiento del 100%. Reciben energía mecánica y entregan energía mecánica (no cambian el tipo de energía) y no tienen mecanismos, el resto de las maquinas transforman un tipo de energía en otra (calor en energía cinética, eléctrica, etc.) y sus rendimientos se alejan del 100 % debido a los rozamientos de sus piezas y a la imposibilidad de aprovechar todo el calor para transformarlo en energía mecánica en los motores (imposibilidad de la máquina ideal).

Para CATIE (2006) el rendimiento es un término que se maneja en estudios tanto en la transformación de la madera y su aprovechamiento desde la madera en pie como materia prima hasta la madera en troza puesta en el patio como producto se pierde volumen por defectos encontrado en el árbol cortado u otros daños causados durante las labores de corta, arrastre y manejo en el patio.

Frisk & Córdova (1979) y Solano (2013) establecieron como calcular los rendimientos en las actividades del aprovechamiento forestal, siendo:

2.2.7. Costo.

Schwartz (1980) define los costos como todos los gastos e inversiones realizados para producir bienes o servicios. Los costos fijos son todos los costos fijos por unidad de tiempo que no están directamente relacionados con el trabajo realizado. Los costos variables son todos los gastos que están directamente relacionados con el trabajo realizado. Los costos totales resultan de la suma de los costos fijos y variables. Recuerda siempre que la suma de dos o más costos debe expresarse en las mismas unidades. (Claude y Mancilla, 1993) dividen los costos operativos de acceso en costos fijos y costos variables.

2.2.8. Costo en actividades de aprovechamiento.

Díaz (2003) menciona que el costo es una inversión que proporcionan un beneficio. Muestra, en términos monetarios, los procesos de producción, de distribución y de administración en general, también manifiesta que se entiende por costo a la “valoración económica de la totalidad de los recursos sacrificados para la obtención de un fin productivo”.

2.2.8.1. Clase de costos.

Coronel (2007) indica que el estudio de costos es importante para la obtención de resultados que orienten al empresario en la toma de decisiones, sean éstas de corto o de largo plazo. En un lado se ubica el análisis de costos que implican decisiones a nivel de empresa y, por lo tanto, con impacto en el corto plazo: es la perspectiva y el enfoque; en el otro extremo se sitúa el análisis de inversiones que genera un impacto en el largo plazo.

- a. Costos directos:** Son aquellos costos que se pueden identificar plenamente en cada unidad producida, ya sea en su aspecto físico o en su valor, como por ejemplo los insumos, las labores, la materia prima y la mano de obra.
- b. Costos indirectos:** Son aquellos costos que se relacionan indirectamente con el producto, como por ejemplo los impuestos, contaduría general, alimentación del personal, almacén de la materia prima, algunos gastos de combustibles.

Otra clasificación de costos lo realiza Según Tolosana *et al.* (2000), basándose en la valoración de la maquinaria de aprovechamiento forestal son los siguientes:

- **Costos fijos:** Son costos que se producen independientemente del volumen total de madera extraído, entre estos costos para la valoración se tiene:
 - **Costo de amortización:** es el costo que conjetura la recuperación del capital invertido en la adquisición de la máquina.
 - **Costos de intereses:** Es el costo de financiamiento del capital invertido en la adquisición de la máquina, obtenido por un crédito bancario.
- **Costos variables:** Son los costos que solo se producen si se utilizan la máquina, y al número de horas de utilización en un cierto periodo. Para el caso de máquinas forestales, se considerar los siguientes:

- **Costo de combustible:** Se calcula como producto del consumo de combustible por hora de funcionamiento y el precio del combustible.
- **Costo de lubricantes:** Se calcula del mismo modo que el de combustible a partir del consumo y el precio de los diferentes lubricantes. En caso de no conocer estos consumos se estiman dichos costos entre 5 a 10 % de los costos horarios de combustibles y multiplicar por coeficientes mayores que la unidad que oscilan entre 1.5 y 2.5.
- **Costo de reparaciones y mantenimiento:** Es uno de los costos más difíciles de valorar, porque varía notablemente a lo largo de la vida de la máquina, por lo que pueden estimar su valor medio a lo largo de la hora de vida útil como porcentaje en función del tipo de máquina y de las condiciones de trabajo, desde el 60 al 100%.
- **Costo de mano de obra:** Se suele imputar a la maquina el costo del tractorista y de su ayudante. En este caso dividir su costo salarial anual bruto, incluidos todos los costos sociales y de seguros por el número de horas de utilización de las maquinas al cabo del año (n).

Para Otavo (1984) los costos más trascendentales para la valoración de maquinaria de aprovechamiento forestal son los siguientes: Depreciación, costo de interés, costo inversión, costo de alimentación diaria, costos de medicamentos y veterinario, costo mano de obra y costos de administración.

- **Costo de depreciación:** El costo de depreciación refleja la pérdida de valor de la inversión, debido al uso o la obsolescencia de las máquinas. Teniendo como objetivo que al terminar la vida útil se pueda reponer la inversión inicial. Para calcular la depreciación se utiliza el método de la línea recta basada en el número de horas que trabaja la máquina por día.

Cuando se logra vender la máquina, se obtiene un valor residual y este valor se descuenta de la inversión inicial.

Para el cálculo de la depreciación se utiliza la siguiente expresión (Coronel, 2007).

$$Cd = (Va - Vr) / N * d * h \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

Cd = Costo de depreciación de la máquina, (pesos /h).

Va = Valor de adquisición de la máquina, (pesos).

Vr = Valor residual de la máquina, (pesos).

N = Vida útil de la máquina, (años).

D = Días de trabajo anual de la máquina.

h = Horas de trabajo diario de la máquina.

2.2.9. Costo de tala y trozado.

Frisk & Córdova (1979) y Solano (2013) indican que el costo horario total de la operación de talado y trozado (CHt) por hora, está en función de la motosierra, a la mano de obra o sueldo, incluyendo leyes y beneficios sociales, vestimenta, refrigerio y accesorios.

El costo de talado y trozado se calcula mediante la relación del rendimiento horario y el costo horario de la motosierra.

$$C = \frac{CH}{R} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

C = Costo en soles por metro cubico.

CH = Costo horario de la motosierra, en soles.

R = Rendimiento por hora según diámetro del árbol.

2.2.10. Costo de funcionamiento de maquinaria.

Miyata (1980) manifiesta que el uso de tecnologías duras en aprovechamiento forestal, exige conocer el costo de los equipos y como determinarlos a fin de seleccionar máquinas específicas y usarlas rentablemente. Se ha hecho crecientemente difícil planificar operaciones de aprovechamiento forestal que permitan minimizar costos y maximizar beneficios, factores tales como: área de extracción poco accesible, árboles de pequeñas dimensiones, pequeños volúmenes por unidad de área, inflación e incremento de los costos de la mano de obra, han dificultado la organización. Algunos de estos elementos están fuera del control de los aprovechadores.

El mismo autor señala que el análisis de costos es vital en el suceso de las operaciones de aprovechamiento forestal, y que los operadores deben estar familiarizados con los diferentes métodos de análisis de costos, a fin de encontrar el más apropiado para sus necesidades.

Miyata et al. (1981) señalan que los costos totales de una máquina incluyen aquellos relacionados con su adquisición como propiedad y los relacionados con su operación, tales como: las especificaciones de la máquina, inversión o costo de adquisición, valor de reventa; vida económica; costos de posesión; costos de operación; costos de mano de obra; tiempo total; tiempo de trabajo programado; tiempo efectivo de utilización de la motosierra; y la utilización de la máquina.

2.2.11. Factores que intervienen en los costos y rendimientos.

Anaya (1986) mencionan que es necesario saber la producción por hora o turno para cada fase de aprovechamiento forestal, siendo esta información fácil de conseguir. Además, se deben tener en cuenta factores como forestales (árbol, rodal, terreno, suelo), clima (temperatura, precipitación), la técnica (métodos de trabajo, equipo o maquinaria) y sociales (mano de obra,

situación del empleo, distancia a comodidades sociales) que ayudaran a tener mejores resultados en cuanto a la obtención de resultados de los costos y rendimientos de una actividad de aprovechamiento forestal, es así que tenemos:

- **Factores importantes y fáciles de medir:** diámetro del árbol, volumen de madera por hectárea, distancia de transporte, tamaño de las trozas, equipos en uso.
- **Factores importantes y difíciles o costosos de medir:** la condición del terreno, calidad de los árboles, entre otros.
- **Factores muy difíciles de medir:** no influyen en la producción y pueden ser omitidos en la práctica.

2.2.11.1. De talado y trozado.

El rendimiento de las actividades de tala y trozado, se calcula mediante la siguiente ecuación:(Frisk & Córdova, 1979).

$$R = \frac{60V}{T} \quad \text{..... Ecuación 4}$$

Donde:

R= Rendimiento según diámetro del árbol (m³ /hora)

V= Volumen del árbol (m³)

T= Tiempo total del ciclo según diámetro del árbol (min)

60/T= Número de árboles talado, trozados en una hora.

2.3. Definiciones de términos básicos

- **Altura comercial:** Es la distancia vertical ente el nivel del tocón y la posición terminal de la última porción comercialmente aprovechable del árbol (SECF, 2023).

- **Árbol Aprovechable:** árbol de buen estado fitosanitario, buena calidad y con un tamaño apropiado para proporcionar productos maderables comerciales (SECF, 2023).
- **Aprovechamiento forestal:** Es una actividad asociada al aprovechamiento directo de los recursos forestales como madera, leña, corcho, frutas, caza, pesca, etc. y de qué obtenemos generalmente beneficios económicos (SECF, 2023).
- **Cubicación de árboles:** consiste en determinar el volumen de madera incluido en uno o varios árboles; esta actividad se puede llevar a cabo por diferentes métodos, ya sea en árbol en pie o tumbado (Padilla, 1987).
- **Inventario:** consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales, el cual ayuda en la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación (FAO, 2021).
- **Rendimiento:** se utiliza en estudios de transformación de la madera y en un aprovechamiento forestal se utiliza en la transformación de la madera en pie a madera en troza (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005)
- **Tala:** es una operación forestal en las que se cortar un árbol por su base hasta derribarlo (PCM, 2021).
- **Trozado:** es la actividad que consiste en cortar el tronco del árbol en unidades transversales. Las medidas de las unidades o troncos dependen del uso previsto y de las necesidades del mercado (Chapas, 2005).
- **Volumen real:** es el volumen exacto del tronco, determinado mediante la cubicación de las trozas o segmentos del árbol. Este valor se obtiene utilizando métodos de medición preciso a lo largo del fuste (tronco), desde el tocón hasta la punta, excluyendo la base del árbol (Uranga-Valencia et al., 2015).

- **Volumen aparente:** se refiere al volumen que tendría el tronco si presentara una forma cilíndrica perfecta. Este se calcula en función del diámetro normal del tronco, medido a 1.30 metros de altura, y la altura total del árbol, asumiendo una geometría ideal y uniforme (Uranga-Valencia et al., 2015).
- **Factor de forma:** es un coeficiente que se utiliza para ajustar el volumen estimado de un tronco, comparando su forma real con la de un cilindro perfecto. Debido a que los árboles no tienen un perfil geométrico ideal, este factor corrige las diferencias en el grosor del tronco a lo largo de su altura, reflejando la disminución del diámetro (ahusamiento) desde la base hasta la punta. Se utiliza para obtener una estimación más precisa del volumen del árbol, considerando su forma cónica o irregular, en lugar de asumir una forma cilíndrica uniforme (Riaño & Lizarazo, 2017).

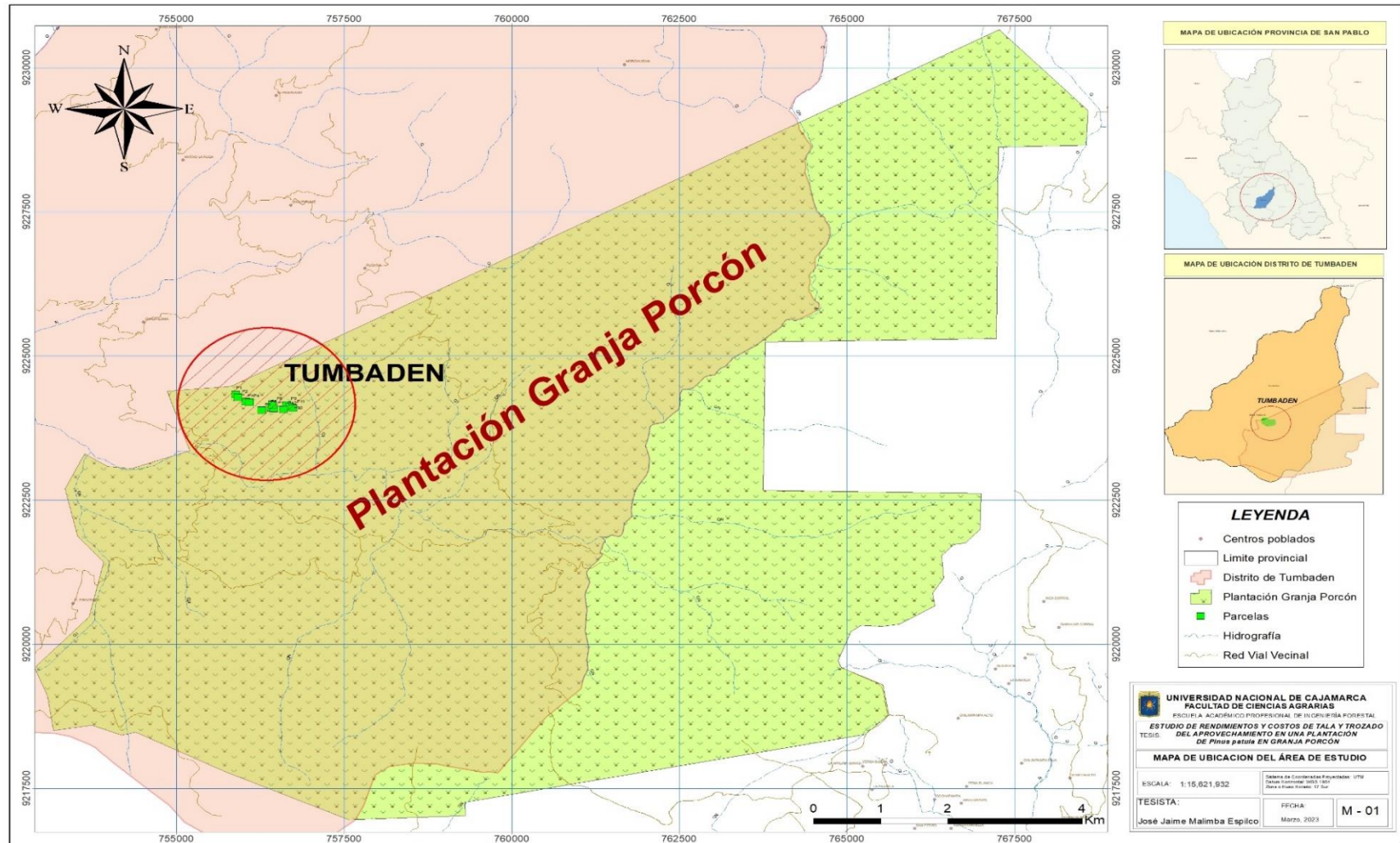
III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en la plantación de *Pinus patula*, instalada en el sector “Lomo de Pescado” ubicado en el ámbito de la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén de Trabajadores Ltda. (CAAJTLtda), Esta cooperativa se sitúa en el departamento de Cajamarca, distrito de Tumbaden, provincia de San Pablo departamento de Cajamarca entre los 3200 y 3500 msnm. La plantación forestal fue instalada en el año 1991 sobre una superficie de 12 ha bajo un sistema de tres bolillos con un distanciamiento de 3 x 3 m. Teniendo en cuenta la estación meteorológica de Granja Porcón, la misma que se encuentra ubicada a 3 km del área de investigación, nos indica que la temperatura promedio es de 8.1 °C, la temperatura mínima máxima es de 2.3 y 13.9 °C, respetivamente; con una precipitación de 1179.5 mm/año.

Figura 1

Mapa de Ubicación del área de estudio.



Nota: La figura de color verde representa la ubicación del área de estudio.

3.2. Características de área de estudio

La zona de estudio tiene las siguientes características:

3.2.1. Clima

Los datos considerados corresponden a la Estación Meteorológica – Granja Porcon, el cual es administrada por SENAMHI; siendo el mes más cálido (con el máximo promedio de temperatura alta) Agosto (16.6°C). Los meses con el promedio de temperatura alta más baja son febrero y marzo (14.1°C). El mes con el promedio de temperatura baja más alto es marzo (7.3°C). El mes más frío (con el promedio de temperatura baja más bajo) es julio (4.7°C), la evaporación con valores diarios de 1.48 mm a 4.74 mm; su humedad relativa es más alta en el mes de marzo con el 87%. El mes con la humedad relativa más baja es agosto (68%), con una precipitación anual entre 838 mm a 1280 mm (SENAMHI, 2023).

3.2.2. Relieve

El relieve se caracteriza por ser altiplanicie ondulada, perteneciente a la formación San Pablo, que tiene la característica de ser predominantemente empinado de forma cóncavo/convexo, haciéndose un tanto más suave en las zonas de Páramo que presentan gradientes moderados por efectos de la acción glacial pasada (GORE, 2011).

3.2.3. Suelo

Los suelos de la zona de estudio son Páramo andosol (PA) de origen altiplanicies intrusivas formadas sobre gruesos estratos de rocas volcánicas como los piroclásticos, tiene buen drenaje, fertilidad media, alta materia orgánica, ligeramente pedregoso, pendiente que van de 15 a 25%, permeabilidad moderada, pH fuertemente ácido y textura media (GORE, 2011).

3.2.4. Vegetación

La vegetación de la zona de estudio está cubierta principalmente de pastos naturales, predominando las poáceas como *Stipa ichu*, *Calamagrostis sp.* y otros arbustos propios de la zona altoandinas y páramos. La zona de estudio pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo Montano Tropical (GORE, 2011).

3.3. Materiales y equipos

3.3.1. De campo.

- GPS:
- Cinta métrica
- Libreta de campo, tablero y formato de registro de datos
- Cronómetro
- Machete
- Lima triangular y cilíndrica
- Marcador de tinta indeleble
- Motosierra y accesorios Husqvarna N° 288
- Combustible y lubricantes
- Equipos de protección personal (EPP)

3.3.2. De gabinete.

- Equipo de computo
- Útiles de escritorio

3.4. Metodología

3.4.1. Diseño del estudio

El diseño del estudio es descriptivo (debido a que se utilizó datos cuantitativos que se obtuvieron de las actividades de aprovechamiento tales como: tala y trozado) y de tipo aplicativo, en donde la muestra fue seleccionada de forma aleatoria, no existiendo manipulación de las variables naturales.

Por tanto, se realizó las siguientes actividades:

3.4.1.1. Etapa de pre campo

Recolección de datos preliminares

- Para la obtención de la información se realizó un pre reconocimiento de la zona de estudio, y con el apoyo de un GPS, el recorrido perimétrico para la delimitación del área, y para la recolección de datos cartográficos del área de estudio.
- Así mismo se adquirió: Planos perimétricos y planos de las diferentes plantaciones de Granja Porcon, hidrografía, centros poblados, carreteras, tipos de bosques y otros documentos.
- Se elaboraron formatos de inventario y otros para la recolección de datos.

Delimitación del área de estudio

- De acuerdo al recorrido perimétrico de la zona y con los datos recogidos, se delimitó el área de estudio, utilizando un software (ArcGIS, AutoCAD). Con el fin de tener en claro el área a estudiar y no contar con inconvenientes en la recolección de datos de campo.

3.4.1.2. Etapa de Campo

3.4.1.2.1. Ubicación y caracterización de la plantación.

Esta actividad se realizó en coordinación con el responsable de las plantaciones forestales de "Granja Porcon", se delimitó la plantación de *Pinus patula* localizada en el sector "Lomo de Pescado", perteneciente a la Cooperativa Agraria Atahualpa Jerusalén de Trabajadores, (ver Figura 01).

3.4.1.2.2. Selección de muestra.

De las 12 ha que conforma el área de estudio, se seleccionó 12 parcelas rectangulares en forma aleatoria, con dimensiones de 50 m x 20 m de (1000 m²); en las cuales se evaluaron las actividades planteadas.

3.4.1.2.3. Medición de DAP y altura.

En cada parcela seleccionada se contabilizó el número de árboles a ser estudiados, los parámetros que se midieron fueron el DAP, esta actividad se realizó con ayuda de una forcípula, y para la altura comercial y total se hizo uso de un clinómetro, los datos se registraron en un formato pre establecido.

3.4.1.2.4. Tala de árboles.

Esta actividad fue realizada por una brigada conformada por un motosierrista y su ayudante. La toma del tiempo de talado se hizo con un cronómetro, que considero el tiempo de limpieza alrededor del árbol, el corte de la muesca y corte de caída. Una vez tumbado el árbol, se midió la longitud comercial y total utilizando una wincha de 50 m desde la base hasta el diámetro mínimo comercial, aclarando que en algunos casos la parte terminal del fuste se encuentra defectuosa es por ello que no se consideró la troza.

3.4.1.2.5. Trozado del fuste.

El trozado se realizó utilizando una motosierra y una vara de madera de una longitud de 1.25 m para trozas con mayores diámetros y de 2.50 m para trozas con menores diámetros. El trozado se inició desde la base hasta el diámetro mínimo comercial. El tiempo de trozado se cronometró desde la marcación hasta la terminación del trozado del fuste, cada troza obtenida se midió su diámetro mayor y menor, así como su longitud, con dichos datos se calculó el volumen de cada troza.

3.4.1.3. Procesamiento de datos.

Las técnicas que se utilizaron en el procesamiento de los datos se realizó de acuerdo a la metodología planteada, para lo cual se utilizó los datos cuantitativos y cualitativos recopilados en las etapas de pre-campo y campo como son el tiempo de tala y trozado, número de trozas y otros que se obtuvieron de las actividades de aprovechamiento, también se cuantificaron el número de operarios por actividad así como se determinó el costo horario de las motosierras empleadas en cada actividad, los cuales luego fueron procesados con ayuda de programas como Excel.

3.4.1.3.1. Cálculo de volumen de madera en pie y trozado.

- Volumen de árboles en pie

Para calcular el volumen de los árboles en pie, primeramente, se consideró el DAP y la altura comercial, utilizado para determinar el volumen comercial la siguiente fórmula (Pereira, 2023):

$$Vc = AB * Hc * f$$

..... Ecuación 5

Donde:

Vc = Volumen comercial del árbol (m³)

AB = Área basal (m²)

Hc = Altura comercial (m)

f = Factor de forma

- **Volumen de trozas**

El volumen de las trozas se calculó aplicando la fórmula de Smalian (Pereira, 2023), para lo cual se midió el diámetro mayor y menor y sus respectivas longitudes.

$$V = \frac{A + a * L}{2}$$

..... Ecuación 6

Donde:

V = Volumen del árbol (m³)

A = Área basal del diámetro mayor (m²)

a = Área basal del diámetro menor (m²)

L = Longitud del árbol o troza (m)

3.4.1.3.2. *Cálculo de rendimientos y costos.*

- **Rendimiento de tala y trozado**

En base al volumen calculado y tiempo controlado, se determinó el rendimiento de las actividades de tala y trozado por hora, utilizando la fórmula indicada por Solano (2013), citado por Pereira (2023):

$$R = \frac{60V}{T} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

R= Rendimiento según diámetro del árbol(m³/h.)

V= Volumen del árbol (m³)

T= Tiempo total del ciclo según diámetro del árbol (min)

60/T= Número de árboles tumbados y trozados en una hora de trabajo

- **Costo de tala y trozado**

Para determinar el costo, primeramente, se calculó el costo horario (costo por hora) de la motosierra, para lo cual se acudió a los establecimientos donde venden motosierras y sus repuestos, para recabar informaciones de acuerdo a un formato establecido por el autor Frisk & Córdova (1979). El costo por m³ se calculó mediante la relación del costo horario y el rendimiento horario de la motosierra:

$$C = \frac{CH}{R} \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Donde:

C = Costo en soles por m³.

CH = Costo horario de la motosierra, en soles.

R = Rendimiento por hora según diámetro del árbol.

De igual forma, para el cálculo de los costos de tala y trozado se utilizaron los datos propuestos por Frisk y Córdova (1979) y Solano (2013), quienes establecen que el costo horario total de las operaciones de tala y aserrado (CHt) por hora es el equivalente de

motosierra, que Mano de obra o equivalente incluye salarios, incluyendo regulaciones y beneficios, ropa (zapatos y casco), bebidas (comida ligera) y accesorios.

A continuación, se indican las fórmulas utilizadas para cada caso.

- **Cálculo del costo horario (CH) de las motosierras:**

Solano (2013) indica que para calcular la estructura de costos fijos y variables de una motosierra se utilizan las siguientes fórmulas:

Costos fijos

- **Depreciación (D):** las máquinas, como cualquier bien de capital cuyo tiempo duración se limita a varias jornadas de producción, pierde valor y se deprecia por el uso y el tiempo va perdiendo valor y se deprecia por el uso y por el paso del tiempo:

$$D = \frac{I}{N * d * h}$$

..... Ecuación 9

Donde:

D = Depreciación (S/. / Hora).

I = Inversión, valor de la motosierra.

N = Vida útil de la motosierra.

d = Días de trabajo por año.

h = Horas de trabajo de máquina por día.

- **Interés sobre la inversión media anual (IMA):** Viene a ser el precio del uso de un capital o renta, tomando en cuenta la depreciación anual de la inversión:

$$\text{IMA} = \left[\frac{I(N + 1)}{2N * d * h} \right] xi \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

Donde:

IMA = Interés media anual (S/. /Hora).

I =Tasa de interés expresada en decimal.

N = Vida útil de la motosierra.

d = Días de trabajo por año.

h = Horas de trabajo de máquina por día.

Costos variables:

- **Combustible (C):** gasto de mezcla de gasolina y aceite por hora:

$$C = \left[\frac{pa(gxpg)}{gx1} \right] xcc \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Donde:

C = Combustible (S/. / Hora)

pa = Precio del litro de aceite de 2 Tiempos.

g = Proporción de la gasolina en la mezcla.

pg = Precio litro de gasolina.

cc = Consumo de combustible por hora.

- **Aceite de lubricación de la cadena:** gasto de aceite lubricación de cadena:

$$ALC = PLC * CALC$$

..... Ecuación 12

Donde:

ALC = Aceite lubricación cadena.

PLC = Precio aceite lubricación cadena.

CALC = Consumo de aceite lubricación cadena.

- **Depreciación de la cadena.** Pérdida de valor por su desgaste:

$$DC = \frac{\text{Valor de la cadena}}{\text{Vida útil de la cadena}}$$

..... Ecuación 13

- **Depreciación espada.** Pérdida de valor por su desgaste:

$$DE = \frac{\text{Valor de la espada}}{\text{Vida útil de la espada}}$$

..... Ecuación 14

- **Reparación y mantenimiento:** Se calcula con la siguiente expresión:

$$RM = \text{Depreciación} \times \text{Factor de reparación y mantenimiento}$$

... Ecuación 15

Cálculo del costo horario de la mano de obra

Para el cálculo del costo de la mano de obra, intervino el sueldo neto del operador del y ayudante y leyes sociales, con la suma de estos costos se consigue como resultado el sueldo básico. Para este cálculo se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Costo diario} = \frac{(\text{sueldo basico} \times 12 \text{ meses})}{360 \text{ días}}$$

..... Ecuación 16

- **Costo horario de las vestimentas**

Para calcular esta variable se empleó la fórmula de Solano (2013), citado por Pereira (2023):

$$\text{CH} = \frac{\text{I}}{\text{N} \times \text{h}}$$

..... Ecuación 17

Donde:

CH =Costo horario (S/. / h)

I = Valor monetario (sumatoria de lo que invierte).

N = Días de trabajo

h = Horas de trabajo de la jornada diaria.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cálculos para determinar los rendimientos y costos

4.1.1. Inventario forestal.

4.1.1.1. Determinación del número de árboles inventariados.

Teniendo en cuenta la metodología establecida se realizó el inventario, midiéndose los árboles en pie en las 12 parcelas seleccionadas, obteniendo un total de 242 árboles, los cuales fueron registrados en los formatos establecidos (Tabla 7- Anexo 1).

4.1.1.2. Medición del DAP y altura comercial.

El DAP fue medido con la ayuda de una forcípula, y para la altura comercial se hizo en un clinómetro SUNNTO. Los resultados obtenidos fueron agrupados por clases diamétricas tal como se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 1

Diámetro promedio y altura comercial promedio por clase diamétrica.

Clase diamétrica	Nº de árboles	DAP Promed. (m)	Hc Promed. (m)
10-20	12	0.15	17.62
20-30	67	0.25	20.08
30-40	81	0.35	23.32
40-50	67	0.45	24.80
50-60	14	0.55	29.24
60-70	1	0.65	30.92

La Tabla 1 indica que, el DAP y la Hc está en función a los rangos de las clases diamétricas, de 60-70 cm el DAP tiene como promedio 0.65m y la Hc promedio es 30.92 m respectivamente, en comparación con el rango de 10-20 cm que tienen un DAP promedio de 0.15 m y una Hc de 17.62 m.

4.1.1.3.Determinación del factor de forma.

Para calcular el volumen comercial se tuvo que determinar previamente el factor de forma, en función del DAP y Hc, para lo cual se utilizó la fórmula propuesta por Smalian, el resultado obtenido fue de 0.47.

Tabla 2

Cálculo del factor de forma.

N° Árbol	Vol. Real (m³)	Vol. Aparente (m³)	Factor forma (f)
1	0.39815	0.71125	0.560
2	0.38899	0.92188	0.422
3	0.34233	0.78735	0.435
4	0.21461	0.43418	0.494
5	0.26511	0.60298	0.440
Promedio			0.47

4.1.1.4.Determinación del área basal y volumen comercial.

En el área de estudio se seleccionaron 242 árboles, donde se realizaron las mediciones del DAP y del diámetro mayor y menor, los mismos que fueron agrupados por clases diamétricas, estos datos ayudaron a calcular el volumen en m³, por otro lado, para determinar las áreas basales y volúmenes comerciales (haciendo uso de la ecuación 4) han sido sumados todos los árboles que corresponden a cada clase diamétrica; cuyo resultado se podrá observar en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3

Agrupamiento promedio según clase diamétrica del área basal y volumen comercial.

Clase diamétrica	N° de árboles	AB (m2)	V(m3)	V(m3) /Árbol
10-20	12	0.24	2.06	0.17
20-30	67	3.51	33.58	0.50
30-40	81	7.69	79.70	0.98
40-50	67	10.38	127.30	1.90
50-60	14	3.32	38.17	2.73
60-70	1	0.31	4.51	4.51
∑ Total	242	25.45	285.33	10.79
Promedio		4.24	47.55	1.80

En la tabla, se puede observar, el volumen total acumulado/árbol fue de 1.80 m³, obtenidas de las 12 parcelas evaluadas; por otro lado, en la clase diamétrica de 40-50 cm hay un mayor volumen con 127.30 m³ de 67 árboles.

4.1.2. Determinación de tiempo en las actividades de tala y trozado.

4.1.2.1. En la Tala.

Para determinar los cálculos de rendimiento es necesario tener en cuenta el tiempo, que demora para tumbar o aparear los árboles, en ese sentido teniendo en cuenta los 242 árboles evaluados, obteniendo como resultado un tiempo total de 3 h 44 min y 52 seg, así como también un tiempo promedio de 1 min 01 seg. de tala por árbol, como se puede observar a continuación, en la Tabla 4.

Tabla 4

Determinación promedio del tiempo empleado en la tala de árboles.

Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo de tala (h:min:seg)	Tiempo promedio por árbol (h:min:seg)
10-20	12	00:07:20	00:00:37
20-30	67	00:45:03	00:00:40
30-40	81	01:16:36	00:00:57
40-50	67	01:15:20	00:01:07
50-60	14	00:19:08	00:01:22
60-70	1	00:01:25	00:01:25
∑ Total	242	03:44:52	0:06:08
Promedio			0:01:01

De la Tabla 4 se deduce que a medida que el rango de las clases diamétricas aumenta también aumenta el tiempo promedio de tala/árbol, así por ejemplo la clase diamétrica que se encuentra entre los rangos de 10-20 cm se demoró 37 seg para ser talado en comparación con los rangos que se encuentran entre los 60-70 cm con un tiempo de 1 min 25 seg, por tanto hay una relación entre el diámetro del árbol con el tiempo que se necesita para derribar o talar el árbol, es decir a mayor diámetro, se emplea también mayor tiempo para la tala del árbol.

4.1.2.2. En el trozado.

Para determinar el rendimiento de trozado fue necesario medir el tiempo que se demora en seccionar el árbol, para esta acción se midió el tiempo a los 242 árboles evaluados, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: 24 árboles de la parcela VII; 23 árboles de la parcela VI; 22 árboles de la parcela I; 20 árboles de las parcelas III y V; 19 árboles en la parcela II, VIII y XI; 21 de las parcelas IX y XII; y 17 de las parcelas IV y XI, como resultado final del trozado se obtuvieron 2301 trozas, los mismos que se encuentran entre 25.14 cm y 22.35 cm (diámetro mayor y menor/troza) y el tiempo total

empleado para trozar todas las trozas fue de 7 h 19 min y 29 seg El resultado de los cálculos se podrá ver a detalle en la Tabla 14 (Anexo 1- Tabla 13).

En la Tabla antes indicada, se observa que mientras mayor es el número de trozas mayor es el tiempo, de tal forma, en la parcela 4 se obtuvo 148 trozas, cuyos diámetros comprenden de 20cm Dm a 50cm de DM, y el tiempo de trozado de 23 min y 47 seg, en comparación con la parcela 7 en donde se obtuvo 253 trozas, los diámetros varia de 20cm Dm a 70cm de DM en, y el tiempo de trozado es de 1 h 25 min y 43 seg, obteniendo un promedio total de trozado de 11 seg /troza.

4.2.Determinación de rendimientos

4.2.1.Rendimiento de tala.

Para determinar el rendimiento de tala se utilizó la fórmula (ecuación 6) indicada por Solano, (2013), en donde los insumos son el volumen de los 242 árboles registrados y agrupados por clase diamétrica, cuyo resultado total fue de 205.54 m³/h, teniendo como rendimiento promedio de 34.26 m³/h, como se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 5

Rendimientos promedio de tala de árboles según clase diamétrica.

Clase diamétrica (cm)	Nº de árboles	Vc/árbol (m ³)	Tiempo de tala/árbol (minutos)	Rendimiento de tala (m ³ /hora)
10-20	12	0.17	0.61	16.89
20-30	67	0.50	0.67	44.89
30-40	81	0.98	0.95	62.14
40-50	67	1.90	1.11	102.71
50-60	14	2.73	1.58	103.54
60-70	1	4.51	1.57	172.39
Σ Total	242	10.79		502.56
Promedio/árbol: m³/h		1.80		2.08

La Tabla 5 nos indica los rendimientos de tala en m^3 de madera, el tiempo en la tala aumenta a medida que el diámetro también aumenta. El rendimiento promedio de los 242 árboles talados que oscila entre 10 y 70 cm de diámetro, es igual a $34.26 m^3/h$, debido que para el estudio realizado se utilizó motosierra, motosierrista capacitado y con experiencia, además las dificultades son mínimas en el área de estudio, motivo por lo cual los tiempos de corta por árbol son más bajos, por consiguiente, el rendimiento es más alto. Por el cual hay factores que influyen en la tala como, topografía del terreno, época de tala, operarios eficientes, tipo de motosierra, cabe considerar la tensión y compresión del árbol por efecto del desnivel del terreno.

4.2.2. Rendimiento de trozado

El rendimiento de trozado se obtuvo utilizando la ecuación 6 indicada por Solano, (2013), obteniendo como resultado total de las 12 parcelas de $1869.11 m^3$ y un promedio de $50.52 m^3/h$. Tal como se puede observar a más detalles en la Tabla 15 (Anexo 1- Tabla 14). Se observa que el rendimiento de trozado, disminuye de acuerdo al número y volumen de cada troza. El rendimiento depende de una buena planificación previa de cada actividad, del buen funcionamiento de la motosierra y de la destreza del motosierrista, así como del grosor y longitud de árboles trozados, tal como lo indica Pereira (2023).

4.3. Determinación de costos

4.3.1. Costos de tala

Los datos conseguidos se muestran en el Anexo 2, con los cuales se determinó el costo horario de la motosierra, obteniendo un costo horario de S/. 119.31, luego se aplicó la fórmula de Frisk & Córdova, (1979) y Solano (2013) (ecuación 7), finalmente para calcular el costo de tala, se sumó los costos de tala de las clases diamétricas, para luego dividirlos

entre el número de árboles (número de rangos), obteniendo la suma de S/. 509.67 / m³ y con un promedio de S/. 84.95 / m³, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Costo de tala.

Clase diamétrica (cm)	Nº de árboles	Rendimiento de tala (m³/hora)	Costo de tala (s./m³)
10-20	12	16.89	7.06
20-30	67	44.89	2.66
30-40	81	62.14	1.92
40-50	67	102.71	1.16
50-60	14	103.54	1.15
60-70	1	172.39	0.69
Σ Total	242	502.56	14.65
Promedio/árbol: m³/h		2.08	0.06

En la Tabla 6 se puede observar que a mayor rendimiento el costo es menor, como ocurre para un rendimiento de 191.05 m³/h donde el costo es S/. 0.62 /m³ y para un rendimiento de 0.66 m³/h el costo fue de S/. 180.92 /m³. El costo promedio para el talado es de S/. 84.95 /m³, esta comparación nos ayuda a inferir a que esta diferencia posiblemente sea por la eficiencia de los operarios y la metodología utilizada. Los costos indicados por otros autores son menores, debido que los estudios fueron realizados en años anteriores, donde los precios de los equipos, herramientas, insumos, jornales entre otros eran menores, por consiguiente, los costos obtenidos son inferiores a los estudios realizados.

4.3.2. Costos de trozado

Para determinar el costo de trozado se utilizó la fórmula (ecuación 7) de Frisk & Córdova (1979), el cual indica que para obtener el costo se debe dividir el costo horario (S/. 119.31- costo motosierra) entre el rendimiento, obteniendo como resultado S/. 94.94 /m³, al dividir entre la cantidad de filas presentes en las 12 parcelas se obtuvo un costo promedio de S/.2.57 /m³. (Anexo 1).

En la Tabla 15, se puede apreciar que el costo obtenido está en función al número de trozas, como por ejemplo la parcela 4 tiene un promedio de 49 trozas obteniendo un costo promedio de S/. 2.19 /m³; mientras que la parcela 7 para 63 trozas el costo fue de S/.3.62 /m³.

Finalmente se puede evaluar que el total del costo promedio del ciclo de - aprovechamiento forestal (tala y trozado) asciende a la suma de S/. 87.50 /m³ sin considerar los gastos administrativos, observando los resultados obtenidos tanto en el -presente estudio como de otros estudios hay ciertas diferencias entre ellos. En las actividades de tala y trozado se tiene como resultados S/. 84.95/m³ y S/. 2.57/m³, respectivamente, Bermúdez (2018) que indica como resultados en tala S/. 4,50/ m³ y trozado s/. 7,66 /m³, la cual se debe posiblemente por la variación en los precios de equipos, insumos, tasa de interés, entre otros.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el aprovechamiento de la plantación de *Pinus patula* de 33 años de edad en el sector "Lomo de Pescado", los rendimientos operacionales promedios obtenidos como resultado fueron 2.08 m³/h en la tala/árbol y 50.52 m³/h en el trozado.
- El costo promedio obtenido para la tala fue de S/. 0.06 /m³ /árbol y para el trozado de S/. 2.57 /m³.

4.4.Recomendaciones

- Se recomienda, continuar realizando investigaciones con otros métodos y tecnologías que se utiliza en el aprovechamiento forestal en diferentes especies, con el fin de complementar y contar con mayor información a nivel regional y nacional.
- Se recomienda realizar un aprovechamiento forestal teniendo en cuenta los precios en el mercado local, regional y nacional.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEFOR (Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo forestal, Perú). (1996). Manual zonificación de especies y plantaciones forestales. Cajamarca, Perú. 90 p.
- Ambrosio, Y. (2007). El control de tiempos y rendimientos en los trabajos forestales. Congreso Forestal Portugal 2005. Lisboa.
- Anaya, H; Christiansen, P. (1986). Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte. Primera Edición. San José, Costa Rica. IICA. 246 p.
- Aylas, A, (2001). Costos en transporte de madera rolliza de Eucalipto en el valle de Mantaro. I Congreso Nacional del Eucalipto (96 – 101). UNCP – Huancayo. 201 p.
- Bermúdez, D. (2018). Análisis de costos de aprovechamiento en primer raleo en una plantación de pinos en la Granja Porcón, Cajamarca-Perú.
- Bulla, H. (2013). Protocolo para el aprovechamiento y extracción de madera de las plantaciones en el marco del proyecto forestal para la cuenca del río Chinchina- Procuena. Pereira, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD Ecapma. 103 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2006). Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Manual técnico. Turrialba, Costa Rica. 456 p.
- Chapas, J. (2005). Estudio preliminar sobre rendimientos y costos laborales en actividades de aprovechamiento de productos maderables en bosques naturales de coníferas en los departamentos de Guatemala y Chimaltenango. Guatemala de la Asunción. Universidad de San Carlos de Guatemala. 148 p.
- Colán V; Pokorny, B; Sabogal, C; Catpo, J. (2007). Monitoreo de operaciones de manejo forestal en concesiones con fines maderables de la Amazonía Peruana. Costos del

- aprovechamiento forestal para seis empresas concesionarias en la región Ucayali, Amazonía Peruana. 117-133.
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal). (1998). Guía para las plantaciones forestales comerciales. CALDAS. Bogotá, Colombia. 40 p.
- Coronel de Renolfi. M. (2007). Costos forestales. Economía y Administración Forestal. Universidad Nacional Santiago del Estero
- Díaz, A. (2003). Costos y Presupuestos. Primera edición mayo de 2003, DR.2001 Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Contaduría y Administración Fondo editorial FCA. Circuito Exterior Cd. Universitaria, México D.F., 04510 Delegación Coyoacán.
- Dykstra, D; Heinrich, R. (1996). Técnicas de corta con motosierra. Departamento de Producción Forestal y Tecnología de la Madera. 15 p.
- Dykstra, D; Poschen, P. s.f. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Aprovechamiento maderero. 68.2-68.42 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1998). Manejo Forestal y Aprovechamiento Forestal.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma). (2016). Los bosques y el cambio climático en el Perú. Roma, Italia. 142 p.
- Firsk y Cordova. (1979). Estudio de rendimiento potencial y extracción forestal en el bosque nacional Alexander Von Humboldt. Lima. Perú
- Garate, D. (2012). Evaluación técnica y económica de un sistema de aprovechamiento manual para monte bajo de *A. melanoxylon* dentro de una plantación de *E. globulus*, Chile. Valdivia, C.

- GOREC (Gobierno Regional de Cajamarca). (2011). Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Cajamarca.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). Encuesta Intercensal 2015-Inegi
- Leavenworth, (2004). Tiempos y rendimientos del aprovechamiento forestal. Control estadístico de calidad. CECSA. Segunda edición. México. 722 p.
- Luna y Sánchez. (2008). Evaluación operacional del abastecimiento forestal en el estado de Durango (México)
- Miyata *et al.* (1981). Tiempos y rendimientos del aprovechamiento forestal en el salto, Durango, México
- Miyata, E. (1980). Determining fixe and operating cost of logging equipment. EE. UU: USDA Forest Service General Technical Report NC – 55, North Central Forest Experiment Station. Forest Service, US Department of Agriculture.
- Nájera, J; Aguirre, O.; Triveño, E.; Jiménez, J.; Jurado, E. (2010). Tiempos y rendimientos del aprovechamiento forestal en el Salto, Durango, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 17 N° 1.
- Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, vol. 1, núm. 2, juliodiciembre, 2003, p. 0 Red Iberoamericana de Investigación Sobre Cambio y Eficacia Escolar Madrid, España
- Noriega, E. (2007). Costos de corta con motosierra de árboles aprovechables en el área de manejo de la comunidad Santa Mercedes, Rio Putumayo - Perú. Tesis lng. Forestal. FIF- UNAP. Iquitos, Perú. 49 p.

- Ospina *et al.* (2011). *Pinus patula*. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Catalogación en Publicación. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C.: Colombia. 92 pp.
- Otavo E. (1984). Extracción de troza mediante bueyes y tracto-res agrícolas. Roma. FAO. 104 p. (Estudio FAO Montes, 49)
- Pajares T, G; Poma R, W; Vega B, M. (1984). Estudio detallado de los suelos de suelos de 22 arbotera en Cajamarca. Cajamarca, Perú, CICAFOR (Centro de Investigación y Capacitación Forestal, Perú). v.2, 124 p.
- PCM, USAID, US Forest Service. 2021. Estimando y mejorando la legalidad de la madera en el Perú. Conceptos I Definición y clasificación de la ilegalidad en la cadena de valor de la madera. Lima, Perú. 106 pp
- Quinchuela, D. (2015). Aprovechamiento Forestal Semi-Mecanizado de Madera de *Pinus Radiata* D. Don (Pino) En Plantaciones de la Empresa Novopan del Ecuador S.A. Riobamba-Ecuador.
- Riaño Melo, O., y Lizarazo, I. (2017). Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento. *Colombia forestal*, 20(1), 55–62. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a05>
- Sainz, (2002). Evaluación técnica y económica de un sistema de aprovechamiento manual para monte bajo de *A. melanoxylon* dentro de una plantación de *E. globulus*, Chile.
- Salazar (1973). Estudio Comparativo de rendimiento y costos unitarios de arrastre de dos tractores forestales en el Bosque Nacional de Iparia

- Sánchez, P. (2010). Los Bosques y los ecosistemas andinos en el Perú. Los Bosques y el Mundo en que vivimos. Boletín ANC. Lima, Perú N° 5.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2018). Boletín extraordinario de la evaluación hidrológica y pluviométrica en Cajamarca.
- SERFOR (Servicio Forestal y de Fauna Silvestre). (2016). Anuario Forestal y de Fauna Silvestre.
- Serrano, R. (1991). Tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores. Tecnología en Marcha 12 (1): 89-98.
- Solano R. (2013). Estudio de rendimiento y costos en el talado y troceado de árboles aprovechables para aserrío en el área de manejo de la Comunidad Nativa Santa Mercedes, Río Putumayo (Perú).
- Suarez, J. (2016). Análisis de productividad y costos en operaciones de corta en el raleo de una plantación de pinos en Porcón – Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. UNALM – Facultad de Ciencias Forestales. Lima Perú.
- Tafur R, (2015). Rendimiento y costo de arrastre de trozas con tractor forestal Franklin 170-turbo en un bosque de colina alta en Contamana-Perú.
- Tanner, H. (1997). Técnica de corta dirigida. Manual ilustrado. Santa Cruz, Bolivia. SERFOR. 119 p.
- Tolasana, E. (2000). El aprovechamiento forestal mecanizado en las cortas de mejora de *Pinus Sylvestris* L. Modelos de tiempos, rendimientos, y costes y estudios de sus efectos ambientales.

- Tolosana, E., González, V. y Vignote, S. (2004). El aprovechamiento maderero- 2º Edición. Fundación Conde de Valle de Salazar. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid – España. 624. p.
- Uranga-Valencia, Luisa P., De los Santos-Posadas, Héctor M., Valdez-Lazalde, José R., López-Upton, Javier, & Navarro-Garza, Hermilio. (2015). Volumen total y ahusamiento para *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham. en tres condiciones de bosque. *Agrociencia*, 49(7), 787-801. Recuperado en 24 de octubre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000700007&lng=es&tlng=es.
- Velázquez, A.; Andrete, A.; Gómez, A.; Llanderal, T. (2011). Evaluación de costos de extracción y abastecimiento de productos de plantaciones forestales comerciales. CONAFOR – Colegio de Postgraduados. Mexico.
- Villar, M; Marcelo, F; Baselly, J; Villena, J. (2014). Estimación de volúmenes maderables en plantaciones de *Pinus patula* schltdl. & cham, en la Cooperativa Atahualpa Jerusalén Granja Porcón en la región Cajamarca. P.
- Vinueza, M. (2013). Ficha Técnica No. 14 Pino (*Pinus Patula*)

ANEXOS

5. ANEXO 1: TABLAS DE DATOS ORIGINALES Y EVALUADOS

Tabla 7*Total, de árboles inventariados por parcelas y filas.*

Nº Parcela	Nº de Fila	Nº Árboles medidos
1	1	6
	2	7
	3	9
Subtotal parcela 1		22
2	1	4
	2	7
	3	8
Subtotal parcela 2		19
3	1	8
	2	9
	3	3
Subtotal parcela 3		20
4	1	6
	2	5
	3	6
Subtotal parcela 4		17
5	1	7
	2	6
	3	7
Subtotal parcela 5		20
6	1	9
	2	3
	3	11
Subtotal parcela 6		23
	1	7
	2	5

7	3	6
	4	6
Subtotal parcela 7		24
8	1	5
	2	7
	3	7
Subtotal parcela 8		19
9	1	9
	2	6
	3	6
Subtotal parcela 9		21
10	1	2
	2	7
	3	8
Subtotal parcela 10		17
11	1	3
	2	7
	3	9
Subtotal parcela 11		19
12	1	8
	2	5
	3	8
Subtotal parcela 12		21
∑ Total		242

Nota: De acuerdo a la Tabla que antecede, se observa la cantidad de parcelas y el número total de árboles inventariados

Tabla 8*Medición del DAP y altura comercial y agrupados por clase diamétrica*

N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
1	20-30	4	0.25	68.5
	30-40	7	0.35	158.75
	40-50	9	0.45	231.95
	50-60	2	0.55	63.74
	TOTAL	22	1.60	522.94
	Promedio		0.4	130.74
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
2	20-30	11	0.25	219.45
	30-40	3	0.35	83.55
	40-50	5	0.45	147.74
	TOTAL	19	1.05	450.74
	Promedio		0.35	150.25
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
3	20-30	7	0.25	128.5
	30-40	7	0.35	147.45
	40-50	5	0.45	109.15
	50-60	1	0.55	22.4
	TOTAL	20	1.6	407.5
Promedio		0.4	101.88	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
4	20-30	3	0.25	67.5
	30-40	6	0.35	123.75
	40-50	8	0.45	186.21
	TOTAL	17	1.05	377.46
	Promedio		0.35	125.82
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
5	20-30	9	0.25	207.25
	30-40	7	0.35	163.05
	40-50	3	0.45	77.25

	50-60	1	0.55	25
	TOTAL	20	1.6	472.55
	Promedio		0.40	118.14
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
	20-30	3	0.25	49.91
	30-40	8	0.35	202.98
6	40-50	10	0.45	276.88
	50-60	2	0.55	62.45
	TOTAL	23	1.6	592.22
	Promedio		0.40	148.06
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
	20-30	4	0.25	67.5
	30-40	6	0.35	128.3
	40-50	8	0.45	243.55
7	50-60	5	0.55	156.01
	60-70	1	0.65	30.92
	TOTAL	24	2.25	626.28
	Promedio		0.45	125.26
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
	10-20	2	0.15	26.25
	20-30	4	0.25	61.25
	30-40	8	0.35	191.983
8	40-50	5	0.45	117.5
	TOTAL	19	1.2	396.983
	Promedio		0.30	99.25
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)
	10-20	3	0.15	25
	20-30	7	0.25	148.35
	30-40	6	0.35	168.25
9	40-50	5	0.45	101.921
	TOTAL	21	1.2	443.521
	Promedio		0.30	110.88

N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	
10	10-20	2	0.15	50	
	20-30	5	0.25	106.7	
	30-40	7	0.35	156.22	
	40-50	2	0.45	50.65	
	50-60	1	0.55	20.35	
	TOTAL		17	1.75	383.92
	Promedio		0.35	76.78	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	
11	10-20	3	0.15	68.05	
	20-30	5	0.25	111.7	
	30-40	9	0.35	195.65	
	40-50	2	0.45	0.87	
	TOTAL		19	1.2	376.27
		Promedio		0.30	94.07
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	
12	10-20	2	0.15	42.1	
	20-30	5	0.25	109.06	
	30-40	7	0.35	168.7	
	40-50	5	0.45	118	
	50-60	2	1.1	59.38	
	TOTAL		21	2.3	497.24
	Promedio		0.46	99.45	

Tabla 9*Determinación del área basal y volumen comercial según clase diamétrica*

N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m ²)	V (m ³)
1	20-30	4	0.25	68.5	0.22	1.76
	30-40	7	0.35	158.75	0.73	7.88
	40-50	9	0.45	231.95	1.45	17.63
	50-60	2	0.55	63.74	0.51	7.61
	TOTAL	22	1.60	522.94	2.91	34.88
	Promedio		0.4	130.74	0.73	8.72
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m ²)	V (m ³)
2	20-30	11	0.25	219.45	0.58	5.61
	30-40	3	0.35	83.55	0.31	4.08
	40-50	5	0.45	147.74	0.77	10.88
	TOTAL	19	1.05	450.74	1.66	20.57
		Promedio		0.35	150.25	0.55
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m ²)	V (m ³)
3	20-30	7	0.25	128.5	0.34	2.92
	30-40	7	0.35	147.45	0.64	6.42
	40-50	5	0.45	109.15	0.81	8.37
	50-60	1	0.55	22.4	0.22	2.36
	TOTAL	20	1.6	407.5	2.01	20.07
	Promedio		0.4	101.88	0.50	5.02
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m ²)	V (m ³)
4	20-30	3	0.25	67.5	0.14	1.50
	30-40	6	0.35	123.75	0.56	5.43
	40-50	8	0.45	186.21	1.12	12.36
	TOTAL	17	1.05	377.46	1.82	19.29
		Promedio		0.35	125.82	0.61
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m ²)	V (m ³)
5	20-30	9	0.25	207.25	0.45	4.96
	30-40	7	0.35	163.05	0.63	7.04
	40-50	3	0.45	77.25	0.47	5.66
	50-60	1	0.55	25	0.20	2.39
	TOTAL	20	1.6	472.55	1.75	20.05

	Promedio		0.40	118.14	0.44	5.01
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	20-30	3	0.25	49.91	0.19	1.48
	30-40	8	0.35	202.98	0.83	9.92
6	40-50	10	0.45	276.88	1.55	20.37
	50-60	2	0.55	62.45	0.53	7.78
	TOTAL	23	1.6	592.22	3.1	39.55
	Promedio		0.40	148.06	0.78	9.89
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	20-30	4	0.25	67.5	0.23	1.92
	30-40	6	0.35	128.3	0.56	5.73
7	40-50	8	0.45	243.55	1.35	19.34
	50-60	5	0.55	156.01	1.20	17.59
	60-70	1	0.65	30.92	0.31	4.51
	TOTAL	24	2.25	626.28	3.65	49.09
	Promedio		0.45	125.26	0.73	9.82
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	10-20	2	0.15	26.25	0.02	0.14
	20-30	4	0.25	61.25	0.19	1.39
8	30-40	8	0.35	191.983	0.82	9.21
	40-50	5	0.45	117.5	0.84	9.38
	TOTAL	19	1.2	396.983	1.87	20.12
	Promedio		0.30	99.25	0.47	5.03
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	10-20	3	0.15	25	0.07	0.29
	20-30	7	0.25	148.35	0.41	4.13
9	30-40	6	0.35	168.25	0.33	3.61
	40-50	5	0.45	101.921	0.64	7.63
	TOTAL	21	1.2	443.521	1.45	15.66
	Promedio		0.30	110.88	0.36	3.92
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	10-20	2	0.15	50	0.04	0.46
10	20-30	5	0.25	106.7	0.24	2.43
	30-40	7	0.35	156.22	0.67	7.07
	40-50	2	0.45	50.65	0.29	3.45

	50-60	1	0.55	20.35	0.20	1.95
	TOTAL	17	1.75	383.92	1.44	15.36
	Promedio		0.35	76.78	0.29	3.07
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	10-20	3	0.15	68.05	0.07	0.78
	20-30	5	0.25	111.7	0.25	2.62
11	30-40	9	0.35	195.65	0.83	8.63
	40-50	2	0.45	0.87	0.30	3.66
	TOTAL	19	1.2	376.27	1.45	15.69
	Promedio		0.30	94.07	0.36	3.92
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	DAP (m)	Hc (m)	AB (m²)	V (m³)
	10-20	2	0.15	42.1	0.04	0.39
	20-30	5	0.25	109.06	0.28	2.87
	30-40	7	0.35	168.7	0.77	8.75
12	40-50	5	0.45	118	0.78	8.57
	50-60	2	1.1	59.38	0.45	6.26
	TOTAL	21	2.3	497.24	2.32	26.84
	Promedio		0.46	99.45	0.46	5.37

Tabla 10
Control del Tiempo de tala

N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
1	20-30	4	00:03:19
	30-40	7	00:06:19
	40-50	9	00:07:03
	50-60	2	00:02:03
	TOTAL	22	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
2	20-30	11	00:04:33
	30-40	3	00:02:30
	40-50	5	00:05:47
	TOTAL	19	
	N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles
3	20-30	7	00:04:51
	30-40	7	00:04:55
	40-50	5	00:03:56
	50-60	1	00:00:28
	TOTAL	20	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
4	20-30	3	00:01:04
	30-40	6	00:03:43
	40-50	8	00:07:18
	TOTAL	17	
	N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles
5	20-30	9	00:03:49
	30-40	7	00:05:44
	40-50	3	00:03:03

	50-60	1	00:01:34
	TOTAL	20	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	20-30	3	00:02:14
	30-40	8	00:09:12
	40-50	10	00:14:27
6	50-60	2	00:03:55
	TOTAL	23	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	20-30	4	00:05:11
	30-40	6	00:08:07
	40-50	8	00:11:08
	50-60	5	00:08:12
7	60-70	1	00:01:25
	TOTAL	24	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	10-20	2	00:01:29
	20-30	4	00:02:22
	30-40	8	00:09:34
8	40-50	5	00:05:48
	TOTAL	19	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	10-20	3	00:01:09
	20-30	7	00:06:05
	30-40	6	00:05:28
9	40-50	5	00:04:38
	TOTAL	21	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	10-20	2	00:01:49

	20-30	5	00:04:29
	30-40	7	00:04:01
10	40-50	2	00:02:59
	50-60	1	00:00:17
	TOTAL	17	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	10-20	3	00:01:42
	20-30	5	00:03:30
11	30-40	9	00:08:26
	40-50	2	00:03:17
	TOTAL	19	
N° de Parcela	Clase diamétrica	N° de árboles	Tiempo (h:min:seg)
	10-20	2	00:01:11
	20-30	5	00:03:36
	30-40	7	00:08:37
12	40-50	5	00:05:56
	50-60	2	00:02:39
	TOTAL	21	

Tabla 11
Determinación del número de trozas

Nº Parcela	Nº de fila	Nº de árboles	Nº de trozas obtenidos
1	1	6	54
	2	7	62
	3	9	78
	Sub total	22	194
2	Promedio/troza		65
	1	4	31
	2	7	70
	3	8	78
Sub total	19	179	
3	Promedio/troza		60
	1	8	63
	2	9	74
	3	3	29
Sub total	20	166	
4	Promedio/troza		55
	1	6	54
	2	5	43
	3	6	51
Sub total	17	148	
5	Promedio/troza		49
	1	7	68
	2	6	52
	3	7	71
Sub total	20	191	
6	Promedio/troza		64
	1	9	91
	2	3	37
	3	11	116
Sub total	23	244	
7	Promedio/troza		81
	1	7	74
	2	5	47

		3	6	65
		4	6	67
	Sub total		24	253
		Promedio/troza		63
		1	5	47
8		2	7	59
		3	7	63
	Sub total		19	169
		Promedio/troza		56
		1	9	87
9		2	6	52
		3	6	50
	Sub total		21	189
		Promedio/troza		63
		1	2	14
10		2	7	70
		3	8	81
	Sub total		17	165
		Promedio/troza		55
		1	3	32
11		2	7	64
		3	9	92
	Sub total		19	188
		Promedio/troza		63
		1	8	85
12		2	5	51
		3	8	79
	Sub total		21	215
		Promedio/troza		72
	Total		242	2301

Tabla 12
Determinación del diámetro promedio de trozado

N° Parcela	N° de fila	N° de árboles	N° de trozas obtenidos	Diámetro promedio fuste comercial (cm)	
				Mayor	Menor
1	1	6	54	27.00	23.00
	2	7	62	27.00	25.00
	3	9	78	29.00	25.00
	Sub total	22	194	83.00	73.00
	Promedio/troza		65	27.67	24.33
2	1	4	31	24.00	31.00
	2	7	70	24.00	22.00
	3	8	78	22.00	20.00
	Sub total	19	179	70.00	73.00
	Promedio/troza		60	23.33	24.33
3	1	8	63	26.00	23.00
	2	9	74	20.00	18.00
	3	3	29	28.00	24.00
	Sub total	20	166	74.00	65.00
	Promedio/troza		55	24.67	21.67
4	1	6	54	25.00	22.00
	2	5	43	25.00	21.00
	3	6	51	27.00	24.00
	Sub total	17	148	77.00	67.00
	Promedio/troza		49	25.67	22.33
5	1	7	68	23.00	20.00
	2	6	52	22.00	19.00
	3	7	71	24.00	21.00
	Sub total	20	191	69.00	60.00
	Promedio/troza		64	23.00	20.00
6	1	9	91	26.00	23.00
	2	3	37	30.00	27.00
	3	11	116	27.00	24.00
	Sub total	23	244	83.00	74.00
	Promedio/troza		81	27.67	24.67
7	1	7	74	31.00	28.00
	2	5	47	27.00	24.00
	3	6	65	26.00	23.00

		4	6	67	31.00	28.00
	Sub total		24	253	115.00	103.00
	Promedio/troza			63	28.75	25.75
		1	5	47	27.00	23.00
8		2	7	59	23.00	20.00
		3	7	63	23.00	20.00
	Sub total		19	169	73.00	63.00
	Promedio/troza			56	24.33	21.00
		1	9	87	24.00	21.00
9		2	6	52	25.00	21.00
		3	6	50	25.00	21.00
	Sub total		21	189	74.00	63.00
	Promedio/troza			63	24.67	21.00
		1	2	14	18.00	15.00
10		2	7	70	23.00	21.00
		3	8	81	24.00	21.00
	Sub total		17	165	65.00	57.00
	Promedio/troza			55	21.67	19.00
		1	3	32	25.00	22.00
11		2	7	64	23.00	20.00
		3	9	92	25.00	22.00
	Sub total		19	188	73.00	64.00
	Promedio/troza			63	24.33	21.33
		1	8	85	25.00	22.00
12		2	5	51	25.00	22.00
		3	8	79	24.00	21.00
	Sub total		21	215	74.00	65.00
	Promedio/troza			72	24.67	21.67
	Total		242	2301	930.00	827.00
	Promedio/troza				25.14	22.35

Tabla 13*Control del Tiempo en el trozado*

Nº Parcela	Nº de fila	Nº de árboles	Nº de trozas obtenidos	Tiempo trozado/ troza (minutos)	Tiempo promedio de trozado/ troza (h:min:seg)
1	1	6	54	00:07:12	00:00:08
	2	7	62	00:13:19	00:00:13
	3	9	78	00:17:19	00:00:13
	Sub total	22	194	00:37:50	00:00:34
	Promedio/troza		65	00:00:12	00:00:11
2	1	4	31	00:03:03	00:00:06
	2	7	70	00:11:38	00:00:10
	3	8	78	00:11:31	00:00:09
	Sub total	19	179	00:26:12	00:00:25
	Promedio/troza		60	00:00:09	00:00:08
3	1	8	63	00:11:07	00:00:11
	2	9	74	00:06:43	00:00:05
	3	3	29	00:04:25	00:00:09
	Sub total	20	166	00:22:15	00:00:25
	Promedio/troza		55	00:00:08	00:00:08
4	1	6	54	00:06:45	00:00:08
	2	5	43	00:06:30	00:00:09
	3	6	51	00:10:32	00:00:12
	Sub total	17	148	00:23:47	00:00:29
	Promedio/troza		49	00:00:10	00:00:10
5	1	7	68	00:09:42	00:00:09
	2	6	52	00:05:53	00:00:07
	3	7	71	00:09:42	00:00:08

	Sub total	20	191	00:25:17	00:00:24
	Promedio/troza		64	00:00:08	00:00:08
	1	9	91	00:25:23	00:00:17
6	2	3	37	00:13:38	00:00:22
	3	11	116	00:33:59	00:00:18
	Sub total	23	244	01:13:00	00:00:56
	Promedio/troza		81	00:00:18	00:00:19
	1	7	74	00:28:54	00:00:23
7	2	5	47	00:16:31	00:00:21
	3	6	65	00:17:12	00:00:16
	4	6	67	00:23:06	00:00:21
	Sub total	24	253	01:25:43	00:01:21
	Promedio/troza		63	00:00:20	00:00:20
	1	5	47	00:10:03	00:00:13
8	2	7	59	00:08:06	00:00:08
	3	7	63	00:08:48	00:00:08
	Sub total	19	169	00:26:57	00:00:29
	Promedio/troza		56	00:00:10	00:00:10
	1	9	87	00:12:34	00:00:09
9	2	6	52	00:08:54	00:00:10
	3	6	50	00:04:38	00:00:06
	Sub total	21	189	00:26:06	00:00:24
	Promedio/troza		63	00:00:08	00:00:08
	1	2	14	00:01:50	00:00:08
10	2	7	70	00:11:48	00:00:10
	3	8	81	00:12:23	00:00:09
	Sub total	17	165	00:26:01	00:00:27

	Promedio/troza		55	00:00:09	00:00:09
	1	3	32	00:04:33	00:00:09
11	2	7	64	00:09:29	00:00:09
	3	9	92	00:15:04	00:00:10
	Sub total	19	188	00:29:06	00:00:27
	Promedio/troza		63	00:00:09	00:00:09
	1	8	85	00:11:11	00:00:08
12	2	5	51	00:10:30	00:00:12
	3	8	79	00:15:34	00:00:12
	Sub total	21	215	00:37:15	00:00:32
	Promedio/troza		72	00:00:10	00:00:11
	Total	242	2301	07:19:29	00:06:55
	Promedio/troza			00:00:11	00:00:11

Tabla 14

Rendimiento de trozado.

Nº Parcela	Nº de fila	Nº de árboles	Diámetro promedio fuste comercial (cm)		Nº de trozas obtenidos	Vc/Árbol (m3)	Tiempo trozado/ troza (minutos)	Rendimiento de trozado (m³/hora)
			Mayor	Menor				
1	1	6	27.00	23.00	54	0.157	0.13	70.76
	2	7	27.00	25.00	62	0.169	0.21	47.28
	3	9	29.00	25.00	78	0.183	0.22	49.53
	Sub total	22	83.00	73.00	194	0.51		167.57
	Promedio/troza		27.67	24.33	65	0.17		55.86
2	1	4	24.00	31.00	31	0.192	0.10	117.16
	2	7	24.00	22.00	70	0.133	0.17	47.84
	3	8	22.00	20.00	78	0.111	0.15	44.90
	Sub total	19	70.00	73.00	179	0.61		209.91
	Promedio/troza		23.33	24.33	60	0.20		69.97
3	1	8	26.00	23.00	63	0.151	0.18	51.22
	2	9	20.00	18.00	74	0.091	0.09	59.82
	3	3	28.00	24.00	29	0.170	0.15	66.97
	Sub total	20	74.00	65.00	166	0.41		178.01
	Promedio/troza		24.67	21.67	55	0.14		59.34
4	1	6	25.00	22.00	54	0.139	0.13	66.54
	2	5	25.00	21.00	43	0.133	0.15	52.89
	3	6	27.00	24.00	51	0.163	0.21	47.39
	Sub total	17	77.00	67.00	148	0.44		166.82
	Promedio/troza		25.67	22.33	49	0.15		55.61
5	1	7	23.00	20.00	68	0.116	0.14	48.84
	2	6	22.00	19.00	52	0.106	0.11	56.01
	3	7	24.00	21.00	71	0.127	0.14	55.83
	Sub total	20	69.00	60.00	191	0.35		160.69
	Promedio/troza		23.00	20.00	64	0.12		53.56
6	1	9	26.00	23.00	91	0.151	0.28	32.40
	2	3	30.00	27.00	37	0.204	0.37	33.16
	3	11	27.00	24.00	116	0.163	0.29	33.41

	Sub total	23	83.00	74.00	244	0.52		98.97
	Promedio/troza		27.67	24.67	81	0.17		32.99
	1	7	31.00	28.00	74	0.218	0.39	33.51
	2	5	27.00	24.00	47	0.163	0.35	27.85
7	3	6	26.00	23.00	65	0.151	0.26	34.15
	4	6	31.00	28.00	67	0.218	0.34	37.96
	Sub total	24	115.00	103.00	253	0.75		133.48
	Promedio/troza		28.75	25.75	63	0.19		33.37
	1	5	27.00	23.00	47	0.157	0.21	44.12
8	2	7	23.00	20.00	59	0.116	0.14	50.75
	3	7	23.00	20.00	63	0.116	0.14	49.88
	Sub total	19	73.00	63.00	169	0.39		144.76
	Promedio/troza		24.33	21.00	56	0.13		48.25
	1	9	24.00	21.00	87	0.127	0.14	52.81
9	2	6	25.00	21.00	52	0.133	0.17	46.71
	3	6	25.00	21.00	50	0.133	0.09	86.28
	Sub total	21	74.00	63.00	189	0.39		185.80
	Promedio/troza		24.67	21.00	63	0.13		61.93
	1	2	18.00	15.00	14	0.069	0.13	31.44
10	2	7	23.00	21.00	70	0.121	0.17	43.16
	3	8	24.00	21.00	81	0.127	0.15	49.89
	Sub total	17	65.00	57.00	165	0.32		124.49
	Promedio/troza		21.67	19.00	55	0.11		41.50
	1	3	25.00	22.00	32	0.139	0.14	58.50
11	2	7	23.00	20.00	64	0.116	0.15	47.02
	3	9	25.00	22.00	92	0.139	0.16	50.79
	Sub total	19	73.00	64.00	188	0.39		156.31
	Promedio/troza		24.33	21.33	63	0.13		52.10
	1	8	25.00	22.00	85	0.139	0.13	63.22
12	2	5	25.00	22.00	51	0.139	0.21	40.40
	3	8	24.00	21.00	79	0.127	0.20	38.71
	Sub total	21	74.00	65.00	215	0.40		142.33
	Promedio/troza		24.67	21.67	72	0.13		47.44
Total		242	930.00	827.00	2301	5.48		1869.11
	Promedio/troza		25.14	22.35	62	0.15		50.52

Tabla 15

Costo de trazado.

Nº Parcela	Nº de fila	Nº de árboles	Diámetro promedio fuste comercial (cm)		Nº de trozas obtenidos	Rendimiento de trozado (m3/hora)	Costo horario de la motosierra (S/)	Costo de trozado (s./m3)
			Mayor	Menor				
1	1	6	27.00	23.00	54	70.76	119.31	1.69
	2	7	27.00	25.00	62	47.28	119.31	2.52
	3	9	29.00	25.00	78	49.53	119.31	2.41
	Sub total	22	83.00	73.00	194	167.57	357.93	6.62
	Promedio/troza		27.67	24.33	65	55.86	119.31	2.21
2	1	4	24.00	31.00	31	117.16	119.31	1.02
	2	7	24.00	22.00	70	47.84	119.31	2.49
	3	8	22.00	20.00	78	44.90	119.31	2.66
	Sub total	19	70.00	73.00	179	209.91	357.93	6.17
	Promedio/troza		23.33	24.33	60	69.97	119.31	2.06
3	1	8	26.00	23.00	63	51.22	119.31	2.33
	2	9	20.00	18.00	74	59.82	119.31	1.99
	3	3	28.00	24.00	29	66.97	119.31	1.78
	Sub total	20	74.00	65.00	166	178.01	357.93	6.11
	Promedio/troza		24.67	21.67	55	59.34	119.31	2.04
4	1	6	25.00	22.00	54	66.54	119.31	1.79
	2	5	25.00	21.00	43	52.89	119.31	2.26
	3	6	27.00	24.00	51	47.39	119.31	2.52
	Sub total	17	77.00	67.00	148	166.82	357.93	6.57
	Promedio/troza		25.67	22.33	49	55.61	119.31	2.19
5	1	7	23.00	20.00	68	48.84	119.31	2.44
	2	6	22.00	19.00	52	56.01	119.31	2.13
	3	7	24.00	21.00	71	55.83	119.31	2.14

	Sub total	20	69.00	60.00	191	160.69	357.93	6.71
	Promedio/troza		23.00	20.00	64	53.56	119.31	2.24
	1	9	26.00	23.00	91	32.40	119.31	3.68
6	2	3	30.00	27.00	37	33.16	119.31	3.60
	3	11	27.00	24.00	116	33.41	119.31	3.57
	Sub total	23	83.00	74.00	244	98.97	357.93	10.85
	Promedio/troza		27.67	24.67	81	32.99	119.31	3.62
	1	7	31.00	28.00	74	33.51	119.31	3.56
7	2	5	27.00	24.00	47	27.85	119.31	4.28
	3	6	26.00	23.00	65	34.15	119.31	3.49
	4	6	31.00	28.00	67	37.96	119.31	3.14
	Sub total	24	115.00	103.00	253	133.48	477.24	14.48
	Promedio/troza		28.75	25.75	63	33.37	119.31	3.62
	1	5	27.00	23.00	47	44.12	119.31	2.70
8	2	7	23.00	20.00	59	50.75	119.31	2.35
	3	7	23.00	20.00	63	49.88	119.31	2.39
	Sub total	19	73.00	63.00	169	144.76	357.93	7.45
	Promedio/troza		24.33	21.00	56	48.25	119.31	2.48
	1	9	24.00	21.00	87	52.81	119.31	2.26
9	2	6	25.00	21.00	52	46.71	119.31	2.55
	3	6	25.00	21.00	50	86.28	119.31	1.38
	Sub total	21	74.00	63.00	189	185.80	357.93	6.20
	Promedio/troza		24.67	21.00	63	61.93	119.31	2.07
	1	2	18.00	15.00	14	31.44	119.31	3.79
10	2	7	23.00	21.00	70	43.16	119.31	2.76
	3	8	24.00	21.00	81	49.89	119.31	2.39
	Sub total	17	65.00	57.00	165	124.49	357.93	8.95
	Promedio/troza		21.67	19.00	55	41.50	119.31	2.98
	1	3	25.00	22.00	32	58.50	119.31	2.04
11	2	7	23.00	20.00	64	47.02	119.31	2.54
	3	9	25.00	22.00	92	50.79	119.31	2.35

Sub total	19	73.00	64.00	188	156.31	357.93	6.93	
Promedio/troza		24.33	21.33	63	52.10	119.31	2.31	
1	8	25.00	22.00	85	63.22	119.31	1.89	
12	2	5	25.00	22.00	51	40.40	119.31	2.95
	3	8	24.00	21.00	79	38.71	119.31	3.08
Sub total	21	74.00	65.00	215	142.33	357.93	7.92	
Promedio/troza		24.67	21.67	72	47.44	119.31	2.64	
Total	242	930.00	827.00	2301	1869.11		94.94	
Promedio/troza		25.14	22.35	62.00	50.52		2.57	

ANEXO 2: COSTO HORARIO DE LA MOTOSIERRA HUSQVARNA N° 288

1) Motosierras Husqvarna N° 288

Elementos de cálculo

• Valor de la motosierra, (I)	S/. 3, 500
• Valor de la cadena.	S/. 95
• Valor de la espada.	S/. 370
• Tasa de interés, (i)	10% = 0.10(anual)
• Vida útil de la motosierra, (N)	2 años
• Vida útil de la cadena	100 horas 1 mes
• Vida útil de la barra	700 horas 6 meses
• Días de trabajo por año, (d)	240
• Horas efectivas de trabajo por día, (h)	5.8333
• Mezcla de combustible, (g)	1:50
• Consumo de combustible, (cc)	1.1 litros/ hora
• Precio de gasolina, (pg)	S/. 2.7/litro
• Precio de aceite de 2 T, (pa)	S/. 30/litro
• Consumo de aceite lubricación cadena	0.5 litros/hora
• Precio aceite lubricación cadena	S/. 11.11/litro
• Factor de reparación y mantenimiento.	1.0

Cálculos:

Costos fijos

S/. /hora

$$\text{Depreciación motosierra: } = \frac{I}{NXdXh} = \frac{3500}{2X240X5} = \frac{3500}{2798.4} = \dots\dots\dots 1.25$$

Interés sobre la inversión

$$\text{Media anual (IMA): } \left[\frac{I(N+1)}{2NXdXh} \right] X i = \left[\frac{3500(2+1)}{2X2X240X5} \right] X 0.10 = \dots\dots\dots 0.19$$

Total **1.44 (A)**

Costos variables

S/. / hora

$$\text{Combustible (C)} = \left[\frac{pa+(gXpg)}{g+1} \right] X cc = \left[\frac{30+(50X2.7)}{50+1} \right] X 1.1 = \dots\dots\dots 3.55$$

$$\text{Aceite de lubricación de la cadena (ALC)} = 10 X 0.5 = \dots\dots\dots 5$$

$$\text{Depreciación de la cadena (DC)} = \frac{95}{100} = \dots\dots\dots 0.95$$

$$\text{Depreciación espada (DE)} = \frac{370}{700} = \dots\dots\dots 0.53$$

$$\text{Reparación y mantenimiento (RM)} = 0.98 \times 1.0 = \dots\dots\dots 0.98$$

$$\text{Total} \dots\dots\dots \mathbf{11.01 (B)}$$

Costo mano de obra

S/. /hora

Sueldo del motosierrista, obrero y leyes sociales

Sueldo del motosierrista = S/. 1180

Sueldo del obrero = S/. 1070

Leyes sociales = 10% (Según AFP-2018)

1180 ___ 100%

X ___ 90%

X = 90 X 1180 / 100 = S/. 1062 sueldo

$$= \frac{1062 + 1070 \times 12}{240} = \dots\dots\dots \text{S/. } 106.6$$

$$\text{Costo horario de las vestimentas} = \frac{309}{240 \times 5} = \dots\dots\dots \text{S/. } 0.26$$

$$\text{Total} \dots\dots\dots \mathbf{106.86 (C)}$$

$$\text{Total, costo horario (A+B+C)} \dots\dots\dots \mathbf{S/. } 119.31$$

ANEXO 3
PANEL FOTOGRAFICO

Figura 1.

Identificación y marcado de los árboles a ser aprovechados.



Figura 2.

Tala de árboles seleccionados.



Figura 3.

Trozado de los árboles talados.

**Figura 4.**

Medición de la longitud de las trozas



Figura 5:

Medición de diámetro mayor y menor.

