

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**Análisis DE PRODUCTIVIDAD Y
COSTOS EN OPERACIONES DE CORTA
EN EL RALEO DE UNA PLANTACIÓN DE
PINOS EN PORCÓN - CAJAMARCA**

Presentado por:

Junior Suárez Franco

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por el ex-alumno de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **JUNIOR SUÁREZ FRANCO**, intitulado “ **ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y COSTOS EN OPERACIONES DE CORTA EN EL RALEO DE UNA PLANTACIÓN DE PINOS EN PORCÓN - CAJAMARCA**”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerado APTO y recibir el título de **INGENIERO FORESTAL**.

La Molina, 13 de abril de 2016

.....
Mg. Sc. Carlos Chuquicaja Segura
Presidente

.....
Mg. Sc. Graciela Egoavil Cueva Galvez
Miembro

.....
Mg. Sc. Julio Canchucaya Rojas
Miembro

.....
Mg. Sc. René Campos Romero
Asesor

Mg. Sc. Milo Bozovich Granados
Coasesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Flavio y María.

A mi abuelo Herminio, por transmitirme las aventuras vividas en el mundo forestal.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la dicha de tener una familia unida y poder compartir buenos momentos juntos aunque estemos un poco lejos.

Agradezco de manera especial a mis patrocinadores Mg. Sc. René Campos y Mg. Sc. Milo Bozovich por el apoyo brindado en la ejecución de la tesis.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Mg. Sc. Carlos Chuquicaja, por sus recomendaciones y consejos para el desarrollo de la tesis.

Agradezco también de manera especial a ADEFOR, de manera especial al Ing. Florencio Flores y al Ing. Carlos Valdivia por el apoyo brindado en el trabajo de campo.

A mi hermano Janser, con el que he compartido todos estos años de universidad, gracias por el apoyo brindado.

A mi hermano Eder, por el apoyo a la distancia.

A Marilyn Prieto por la hospitalidad y compañía en la ciudad de Cajamarca.

Un especial agradecimiento al Ing. Rolando Montenegro y al Ing. Ricardo Ortega por su disponibilidad para las consultas.

A Kris Ortíz por ser testigo de casi todo el proceso de ejecución de la tesis y por sus palabras de aliento para poder terminarla.

Y finalmente a todos mis amigos que de alguna manera u otra también fueron parte importante en la realización de la presente tesis; Juan Carlos Domínguez, Juver Gonzales, Juan Carlos Aguilar, Jorge Luis Cornejo, Adrián Tapia, Jorge tejada, Franco Canepa, entre otros.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es brindar información sobre la productividad y costos en operaciones de corta: tumbado, trozado y desrame en plantaciones, que es muy importante para la adecuada gestión de las mismas. Este estudio se realizó en la zona de Porcón – Cajamarca. Se realizó estudios de tiempos para 35 árboles de *Pinus patula*. La productividad por día fue de 69,2 m³, y un promedio de 110 árboles tumbados, lo cual representa el trabajo diario de un motosierrista y su ayudante. Para el caso del desrame con hacha se encontró una productividad diaria de 15,72 m³, resultado del trabajo de un desramador. El tiempo efectivo de utilización de la motosierra correspondiente a tumbado y trozado es de 2 horas y 15 minutos, el tiempo productivo es de 3 horas 09 minutos representando el 34,05% del total de la jornada lo cual está compuesto por la limpieza y determinación de la dirección de caída, tumbado, medición y marcado para el trozado y trozado. La actividad del desrame por su parte tiene un tiempo promedio de 3 horas 19 minutos por jornada, lo que representa un total del 35,86% del total. El consumo de combustible y aceite al día en la zona fue de 2,5 gl/día y 1,3 gl/día respectivamente. El costo de funcionamiento diario de la motosierra encontrado fue de 151,96 S/./día el cual está compuesto por el costo de posesión 5,1 S/./día (3,36%), costo de operación 75,76 S/./día (49,85%) y costo de mano de obra 71,1 S/./día (46,79%). El costo unitario para operaciones de corta con motosierra es de 2,195 S/./m³. Por su parte el costo de funcionamiento diario del hacha está compuesto por costo de posesión 2,6 S/./día (7,14%), costo de operación 0,2 S/./día y costo de mano de obra 33,64 S/./día (92,32%), haciendo un total de 36,44 S/./día, con un costo unitario de 2,3 S/./m³.

Palabras clave: Productividad, costos, aclareo, corta, desrame, trozas, sierras, *Pinus patula*

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Plantaciones Forestales.....	3
2. Proyecto piloto de reforestación granja porcón	3
3. Aprovechamiento forestal.....	4
3.1. Aprovechamiento de raleos	5
4. Tecnología de aprovechamiento.....	7
5. Productividad en operaciones de aprovechamiento forestal	8
6. Costos de funcionamiento de maquinas	11
6.1. Costos Fijos.....	13
6.1.1. Valor de adquisición	13
6.1.2. Vida util	13
6.1.3. Valor de reventa o rescate.....	14
6.1.4. Depreciación de la maquinaria	14
6.1.5. Inversión media anual.....	14
6.2. Costos variables	14
6.2.1. Consumo de combustible y lubricantes	15
III. Materiales y Métodos.....	17
1. Zona de estudio	17
2. Materiales y equipos	18
2.1. Personal	18
3. Metodología	19
3.1. Fase de campo.....	19
3.1.1. Población.....	19
3.1.2. Muestra	19
3.1.3. Estudio de tiempos.....	19
3.1.4. Entrevistas.....	20
3.2. Fase de gabinete.....	20
3.2.1. Determinación de volúmenes.....	20
3.2.2. Análisis de regresión.....	21
3.2.3. Análisis de costos	21
IV. Resultados y discusión.....	23
1. Características generales deL raleo en la zona de Porcón – Cajamarca	23
2. Operaciones de corta	25
2.1. Análisis de productividad.....	26
2.1.1. Variables estudiadas	27
2.1.2. Composición del tiempo por ciclo	29
2.1.3. Correlación entre variables	31
2.1.4. Análisis de regresión.....	32
2.1.5. Distribución de tiempos por jornada en operaciones de corta.....	40
2.2. Análisis de costos.....	49
2.2.1. Costo de funcionamiento de la motosierra.....	49
2.2.2. Costos unitarios en operaciones de corta	51
2.2.3. Composición del costo unitario en operaciones de corta con motosierra	51
2.2.4. Composición del costo de funcionamiento diario del hacha	53
2.2.5. Composición del costo unitario de desrame con hacha.....	54

V. Conclusiones	57
VI. Recomendaciones	59
VII. Referencias bibliográficas	61
VIII. Anexos	65

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Conformación de brigadas para el aprovechamiento forestal.....	24
Tabla 2: Valores promedios y medidas de dispersión de las variables estudiadas en operaciones de corta con motosierra.....	28
Tabla 3: Composición de tiempos por ciclo en operaciones de corta con motosierra.....	29
Tabla 4: Coeficientes de correlación entre variables en operaciones de corta.....	31
Tabla 5: Composición detallada del tiempo por jornada en operaciones de corta con motosierra	40
Tabla 6: Composición agrupada del tiempo por jornada de trabajo en operaciones de corta	42
Tabla 7: Composición del tiempo productivo diario en operaciones de corta con motosierra	44
Tabla 8: Composición del tiempo por suplemento diario en operaciones de corta	45
Tabla 9: Composición detallada del tiempo de desrame con hacha por jornada	46
Tabla 10: Composición del costo de funcionamiento diario de la motosierra.	49
Tabla 11: Composición del costo de operación diario de la motosierra	50
Tabla 12: Estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra.....	52
Tabla 13: Estructura del costo de funcionamiento diario del hacha.....	53
Tabla 14: Estructura del costo unitario del desrame con hacha	54

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Mapa de Ubicación del área de estudio: Granja Porcón – Cajamarca.....	17
Figura 2: Tractor agrícola acondicionado al trabajo forestal	23
Figura 3: Tala dirigida en operaciones de corta	26
Figura 4: Composición del tiempo por ciclo en operaciones de corta.....	30
Figura 5: Línea de regresión del tiempo de tumbado en función del diámetro a la altura de corte.....	33
Figura 6: Línea de regresión del tiempo de trozado en función del diámetro de trozado....	34
Figura 7: Línea de regresión del tiempo variable en operaciones de corta en función del diámetro de tumbado.....	36
Figura 8: Línea de regresión del tiempo variable en operaciones de corta en función del volumen aprovechable	37
Figura 9: Línea de regresión del tiempo total del ciclo en función del diámetro del árbol.	39
Figura 10: Composición detallada del tiempo por jornada en operaciones de corta	41
Figura 11: Composición agrupada del tiempo por jornada de trabajo en operaciones de corta	43
Figura 12: Composición del tiempo productivo diario en operaciones de corta con motosierra	44
Figura 13: Composición del tiempo por suplemento diario en operaciones de corta con motosierra	46
Figura 14: Composición detallada del tiempo de desrame con hacha por jornada.....	47
Figura 15: Secuencia de desenganche de árboles.....	48
Figura 16: Estructura del costo de funcionamiento diario de la motosierra.....	50
Figura 17: Composición del costo de operación diario de la motosierra.	51
Figura 18: Estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra.....	52
Figura 19: Estructura del costo de funcionamiento diario del hacha.....	54
Figura 20: Estructura del costo unitario del desrame con hacha	55

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Cálculo del costo de funcionamiento diario de una motosierra	66
Anexo 2 Cálculo de costos de operación diario de un hacha	68
Anexo 3 Diámetros promedio de tumbado a la altura de corte y tiempos de tumbado.....	69
Anexo 4 Diámetros promedio de trozado a la altura de corte y tiempos de trozado	70
Anexo 5 Longitud de fuste total y aprovechable por árbol	79
Anexo 6 Volumen aprovechable por árbol	80

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la actividad de reforestación en la zona andina del país se ha intensificado significativamente, principalmente con especies exóticas, como el pino y eucalipto, pero se ejecuta con poco criterio técnico, carente de planificación y objetivos locales y nacionales. Una vez instaladas las plantaciones no reciben los tratamientos silviculturales necesarios para la obtención de madera para un producto definido.

Las plantaciones forestales con pinos instaladas hace más de dos décadas en la Granja Porcón - Cajamarca, constituyen la experiencia nacional más importante por la climatización de especies exóticas en áreas altoandinas y por los beneficios, sociales, económicos y ambientales que están brindando a las poblaciones de la Granja y áreas circundantes. Pero debido a que no se aplicaron cortas de mejora y podas a su debido tiempo, la madera que se está obteniendo se puede decir que es de baja calidad según el producto final que se obtendrá. Si a esta situación agregamos ciertas deficiencias en la tecnología y métodos de aprovechamiento actualmente utilizados, la rentabilidad de dichas plantaciones está por debajo de lo que era de esperarse, la misma que habría repercutido con mucha mayor incidencia en los beneficios sociales y económicos de la población de la Granja Porcón y comunidades vecinas que han seguido la experiencia obtenida por la granja.

Las operaciones de corta, (tumbado, trozado y desrame) tienen gran importancia en el proceso de aprovechamiento, no solo por su participación en el costo total sino porque su mala realización conlleva pérdidas de madera, obtención de madera de baja calidad y otros; debiendo por tanto ser realizada buscando el costo mínimo, el mínimo impacto al recurso y seguridad para los obreros.

En el presente estudio se determinaron las productividades y costos, de cada una de las operaciones de corta, con la tecnología que actualmente se está empleando, dicha información permitirá tomar decisiones oportunas para minimizar costos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. PLANTACIONES FORESTALES

Según La Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre Peruana, las plantaciones forestales son ecosistemas forestales que se constituyen a partir de la intervención humana y que su instalación es de una o más especies forestales, que pueden ser nativas o introducidas (especies transportadas más allá de su distribución geográfica nativa por acción humana en lugares donde no crecen de forma natural), con fines de producción de madera o productos forestales diferentes a la madera, de protección, de restauración ecológica, de recreación, de provisión de servicios ambientales o cualquier combinación de los anteriores. Asimismo no son considerados los cultivos agroenergéticos ni agroindustriales como plantaciones forestales (MINAG, 2012).

2. PROYECTO PILOTO DE REFORESTACIÓN GRANJA PORCÓN

El Proyecto Piloto de Forestación, Granja Porcón-Cajamarca es un predio de 12 881 ha, de las cuales aproximadamente 1,000 ha. fueron vendidas en 1995 a la Minera Yanacocha. Los actuales propietarios son los miembros de la Cooperativa Agraria Atahualpa-Jerusalén, creada por la Reforma Agraria (1974) quienes lo aprovechan desarrollando actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

El Proyecto se inició en 1976, como un proyecto de investigación y demostración forestal que luego de la creación del CICAFOR - Cajamarca "Centro de Investigación y Capacitación Forestal" (1976), fue transferido a esta institución. En base a los logros alcanzados se decidió establecer un macizo forestal piloto de 6 000 ha. (Proyecto Piloto de Forestación), financiado por la Unión Europea. Los trabajos se iniciaron en Granja Porcón en 1982 para terminarse en 1989. Este mismo año se fusionaron CICAFOR y el Proyecto Piloto de Reforestación para crear la Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal (ADEFOR) para continuar las actividades de investigación y desarrollo forestal. Tanto CICAFOR como el Proyecto Piloto de Forestación y luego ADEFOR, fueron

apoyados por el Gobierno Belga. Finalmente se formalizó un convenio entre el financista y la Cooperativa teniendo ambas partes el derecho al 50% del beneficio del bosque, debiendo la Cooperativa dedicarse a la reposición del bosque luego de la tala final (Carton, 1997).

Con el Proyecto Piloto de Forestación se logró establecer 3,572 ha de bosques, siendo el 62.5 % *Pinus patula*, 14.9 % *Pinus muricata*, 8.9 % *Pinus greggi*, 3.7 % *Pinus pseudostrobus*, 2.6 % *Pinus radiata*, 2.8 % *Eucalyptus globulus* y *E. viminalis*, 3.2 % de *Polylepis racemosa* y 1.4 % de *Cupressus macrocarpa*, *Cupressus lusitánica* y *Alnus jorullensis* (Carton, 1997).

Actualmente se realiza raleos y podas en una sola actividad, y de manera tardía por lo anteriormente explicado; este raleo en la mayoría de casos comprende un 75 % de la cobertura total.

En un estudio realizado por Del Pozo (1996), encontró que las trozas de raleo de una plantación de pino patula de 11 años de Porcón, destinadas al aserrío, tenían un coeficiente de conversión de 0.39, lo cual es relativamente bajo, debido a que el raleo ya estaba atrasado; el 69 % de las trozas que llegaban al aserradero presentaban defectos internos de forma y ramas incrustadas que afectaban negativamente el factor de conversión.

3. APROVECHAMIENTO FORESTAL

Campos (2012) indica que la finalidad del aprovechamiento forestal técnicamente realizado 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, así como también los impactos sociales y ambientales.

Colán et al (2007) cita que en Brasil, Pokorny et al. (2005) analizaron los costos de las operaciones forestales y su eficiencia en cinco empresas forestales de diferentes tamaños, comparando sus resultados con los otros estudios de costos realizados hasta la fecha. Este estudio encontró que las empresas forestales son muy variables en cuanto a organización, prácticas de trabajo, productividades y costos.

Agrega que casi nunca existía un control efectivo sobre el proceso de la producción, el rendimiento, ni los costos de las operaciones forestales. Esto traía consecuencias sobre la eficiencia de las operaciones, sobre la vegetación remanente y también tenía influencia

sobre la generación de empleos y en general sobre los resultados financieros de las empresas.

Jara (1984) en un estudio realizado en el valle del Mantaro encontró que el tiempo efectivo de utilización de la motosierra para el aprovechamiento de eucaliptos fue de 1,36 horas/día.

Chuquicaja (1992) señala que para el aprovechamiento forestal del bosque tropical en la zona de Pichanaki, el tiempo promedio de tumbado del árbol es de 6' 35" para arboles con un diámetro promedio a la altura de corte de 72,19 cm.

Por su parte Campos (1987) en su estudio de extracción forestal para la zona de Pucallpa, encontró que el tiempo promedio de tumbado fue de 3' 22" para árboles con un diámetro promedio a la altura de corte de 84 centímetros, pero también menciona que este tiempo está influenciado por otros factores de difícil medición como: la pericia técnica del motosierrista, el estado de la motosierra, la hora del día en que se ejecuta el trabajo, la topografía del terreno entre otros.

3.1. APROVECHAMIENTO DE RALEOS

FAO (1998) indica que el raleo es un tratamiento silvicultural, que consiste en la disminución progresiva de la densidad de la plantación forestal para dar mayor espacio a los árboles y mejorar las condiciones de luz, agua, nutrientes, etc.; esto en pro de los objetivos de la plantación. Se denomina también aclareo. La finalidad es estimular el crecimiento de los árboles que permanecen en la plantación, buscando incrementar sus dimensiones y una mejora de la calidad de la madera en un menor tiempo. Por tanto, con el raleo se pretende:

- Redistribuir el crecimiento potencial de la plantación en un determinado número de árboles seleccionados.
- Controlar la calidad y cantidad de madera producida por un árbol.
- Permitir ingresos económicos intermedios como resultado de la comercialización o uso de los productos obtenidos.

Según Campos (2012) los raleos son herramientas de gestión del bosque muy importantes que persiguen regular la composición de la población arbórea con varias finalidades complementarias:

- 1) Regular la competencia de los árboles por la luz, el agua y los nutrientes: Durante la fase de latizal se produce una lucha por la luz, por el agua y por nutrientes, en la que algunos árboles sobrepasan a otros.
- 2) Concentrar la producción en los árboles con mayor potencial productivo: El valor de la madera rolliza depende de su diámetro, forma y ramosidad. Pero el raleo no solo aumenta el valor de la madera sino también la de otros productos comerciales como hongos simbióticos y otros valores no comerciales.
- 3) Aumentar la estabilidad de la masa arbórea
 - Resistencia a derribos: Los derribos o roturas de fustes por los vientos son muy frecuentes en los bosques, especialmente de coníferas y en aquellos que se hallan más expuestos. La resistencia de una masa arbórea a los derribos es menor cuanto mayor sea la esbeltez de los árboles. Esta se suele medir mediante el coeficiente de esbeltez o relación entre altura del árbol y diámetro expresado en centímetros.
 - Resistencia a incendios: La combustibilidad de la masa arbórea depende más de su estructura que de las especies que lo conforman. Aun con especies muy inflamables, una masa arbórea es poco combustible si los árboles son gruesos y no hay matorral en el sotobosque.
- 4) Mejorar el estado sanitario: La recuperación tras una plaga o la respuesta a una enfermedad, dependen de la salud y la fortaleza de los individuos. Seleccionar individuos vitales y bajar el estrés de la competencia es aumentar las defensas de la masa arbórea.

4. TECNOLOGÍA DE APROVECHAMIENTO

Según Campos (1987) existen dos categorías de tecnología: blanda o básica, y dura. La tecnología blanda hace uso intensivo de mano de obra es flexible y adaptable a materiales de calidad no estandarizada, puede ser instalada, mantenida y reparada por personal de escasos conocimientos técnicos. La tecnología dura hace uso intensivo de capital, es costosa y compleja. Los factores que determinan la elección de tecnologías son: las condiciones socio-económicas, las condiciones físicas del medio, las características del producto y los volúmenes a extraer por unidad de tiempo.

Según FAO (1982) citado por Campos (1987) los países en vías de desarrollo, de las zonas tropicales, han tratado de remplazar la mano de obra por máquinas en las operaciones de extracción forestal con el propósito de incrementar la productividad de la mano de obra. Pero desde el punto de vista social y económica resulta contraproducente en zonas donde existe desempleo o subempleo.

El mismo autor sostiene que la tecnología apropiada, en la actividad forestal, será aquella que mejor se adapta a las condiciones de una situación determinada: es compatible con los recursos humanos, económicos y los materiales que determinan su aplicación.

5. PRODUCTIVIDAD EN OPERACIONES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Chuquicaja (2013) señala que la productividad se refiere a la cantidad de producto que se obtiene con una determinada cantidad de insumo utilizado.

Cárdenas (2001) indica que la productividad es el valor del rendimiento de la mano de obra o del capital. Depende, a su vez, de la calidad y de las características de los productos que determinan los precios que se pueden asignar y de la eficiencia con que se fabrican. La productividad es el determinante primordial del nivel de vida de un país y del ingreso nacional por habitante. La productividad de los recursos humanos determina los salarios.

Meza (2005) menciona que la corta debe ser planificada con el propósito de obtener la mayor producción, con trozas de mejor calidad, en el menor tiempo y con el menor costo posible.

Kilander (1966) considera que la racionalización del trabajo en aprovechamiento forestal incluye varios y complejos problemas de organización y planificación. La disponibilidad de información y adecuada competencia del personal técnico encargado son aspectos esenciales para lograr un aumento en la eficiencia de los medios de producción.

Leigh et al (1981) mencionan que el rendimiento de la motosierra varía notoriamente, según la mayor o menor incidencia de ciertos factores como:

- La eficiencia del operador, tanto en tumbado y trozado de árboles como en el mantenimiento de motosierras.
- Los diámetros y alturas comerciales de los árboles por extraerse
- La forma de la base de los fustes
- La densidad del sotobosque o vegetación inferior.
- La topografía del terreno
- El tipo de suelo
- Las condiciones climáticas

Campos (1987) sostiene que en el país a medida que han ido cambiando la tecnología y métodos de extracción de manuales a mecanizados, los problemas de planificación y organización se han hecho más complejos, requiriéndose hoy en día el empleo de métodos modernos.

Indica además que en países en desarrollo como el Perú, deben establecerse pronósticos de productividad y costos para condiciones locales, que sirvan como parámetros referenciales de eficiencia y que a la vez puedan servir de pautas para la retribución del personal y otros.

FAO (1974) sostiene que en extracción forestal es necesario cuantificar la producción y los costos a través de sistemas analíticos que permitan determinar la influencia que ejercen las situaciones físicas y económicas en la producción. La mala comprensión de estos sistemas analíticos, es una de las principales causas de que en muchas regiones tropicales no se haya podido alcanzar una organización, cuantificación e interpretación de la información disponible en las empresas madereras.

Hilf (1963) y FAO (1982) indican que la eficiencia de una empresa depende de la correcta determinación de los rendimientos; la escasez de esta información y la duración temporal de las tareas, impide alcanzar la programación de las actividades y calcular los costos.

Campos (2012) señala que entre los factores que influyen en la producción y costos de extracción forestal se distinguen aquellos que repercuten directamente en la producción y otros que desempeñan un papel secundario. Dicho autor agrupa a los factores que afectan la producción por su mensurabilidad en:

- 1) Factores importantes y fácilmente mensurables: diámetro de los árboles, distancia de desembosque, volumen de carga por viaje, equipo empleado y peso de las trozas. Los designa como factores determinantes principales.
- 2) Factores que son importantes pero cuya medición resulta difícil: condiciones de terreno, calidad de los árboles, etc.
- 3) Factores menos importantes y de medición difícil o costosa.

Bozovich y Campos (s/f) en un estudio realizado en la zona de Oxapampa para una plantación de 20 años de *Pinus oocarpa* encontraron que la productividad diaria de trozado está entre 70 y 140 m³, según se trabaje una o dos horas efectivas por día y los costos por metro cubico son 2,26 a 1,52 S./ m³.

Carey et al (2006) en un estudio realizado en la localidad de Valdivia – Chile, para una plantación de *Eucalyptus globulus* de 10 años de edad, encontraron una productividad diaria de 32,7 m³ para el tumbado y 29,8 m³ para el trozado.

Así mismo menciona que la ejecución del ciclo de trabajo en el trozado fue muy rápida, alcanzando un promedio de 0,1 minuto (6 segundos) por corte, para arboles con diámetros promedio entre 15 y 20 cm y volumen aprovechable promedio de 0,15 m³ por árbol.

6. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO DE MAQUINAS

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 planificación. Algunos de estos factores están fuera del control de los extractores.

Sin embargo, un buen conocimiento de los costos de extracción y sus métodos de cálculo, ayudan a mantener las operaciones en una sana economía.

El mismo autor señala que puesto que el análisis de costos es vital en el suceso de las operaciones de aprovechamiento forestal, los jefes a cargo de dichas operaciones 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) señala que los costos totales de una máquina incluyen aquellos relacionados con su adquisición como propiedad y los relacionados con su operación. Para análisis de costos de extracción, los costos pueden ser agrupados en: costos de posesión o costos fijos, costos de operación y costos de mano de obra. Para calcular estos costos es necesario recolectar la información básica y familiarizarse con la siguiente terminología:

- Especificaciones de la máquina; puede obtenerse del manual de instrucciones del fabricante.
- Inversión o costo de adquisición; incluye costo de la máquina, costo del equipo adicional, impuestos, transporte y otros.
- Valor de reventa; estimar dicho valor es difícil porque se basa en un valor futuro en el mercado y en las condiciones que tendrá la máquina al momento de venderla; se estima en 20 % del valor de adquisición.
- Vida económica; está basada en la experiencia personal con equipo similar.
- Costos de posesión; incluye: depreciación, interés, seguro e impuestos.

- Costos de operación; incluye: mantenimiento y reparación, combustibles, lubricantes, llantas y otros.
- Costos de mano de obra; incluye: salario, leyes sociales, alimentación y otros.
- Tiempo total; se considera el período de tiempo que teóricamente la máquina podría trabajar. En un año el tiempo total sería 365 días.
- Tiempo de trabajo programado; es el tiempo anual que la máquina es programada para hacer trabajo productivo, si la máquina va a trabajar 200 días al año, este será su tiempo de trabajo programado.
- Tiempo efectivo de utilización de la motosierra; es aquella porción del tiempo programado durante el cual la máquina trabaja realmente.
- Utilización de la máquina; es el porcentaje del tiempo programado que la máquina trabaja realmente.

Hicks (1997) indica que el cálculo de costos basado en las actividades se ha convertido, desde principios de la década del noventa, en el tema más candente de la contabilidad de gestión. Esta técnica de contabilidad de costos imputa metódicamente todos los costos indirectos de una empresa a las actividades que los hacen necesarios y luego distribuye los costos de las actividades entre los productos que hacen necesarias a las actividades.

Campos (2012) señala que los costos de aprovechamiento forestal pueden variar entre límites muy amplios al estar condicionados por muchas variables, tales como eficiencia y grado de organización de la empresa, métodos y equipos utilizados, condiciones del bosque, periodo anual de trabajo, capacitación del personal, entre otros.

Chuquicaja (2013) menciona que los costos son el pago de fondos para adquirir recursos que serán empleados para la producción. En el corto plazo se distinguen costos fijos y costos variables; mientras que en el largo plazo todos los costos son variables.

En el corto plazo el costo total está dado por la suma del costo fijo total y el costo variable total:

$$CT = CFT + CVT$$

Dónde:

CT: Costo total

CFT: Costo fijo total

CVT: Costo variable total

6.1. COSTOS FIJOS

Asimismo Chuquicaja (2013) menciona que son aquellos costos que no guardan relación con la cantidad de producto que se obtiene, es decir son costos que se asumen independientemente de la cantidad de producto, en el corto plazo el costo fijo se mantiene constante para cualquier volumen de producción.

El costo fijo total (CFT) es la suma de todos los costos fijos que asume la empresa para la producción.

Por su parte Coronel (2007) dice que el costo fijo total, son costos que a corto plazo no dependen de la cantidad que produzca la empresa. Se trata de costos de los costos que se originan por el pago a los factores fijos. Independientemente del nivel de producción que se tenga, siempre se obtendrá el mismo valor del costo; no varían en función al volumen de producción. Dentro de los costos fijos podemos mencionar: alquiler, seguros, salarios, depreciaciones, impuestos.

6.1.1. VALOR DE ADQUISICIÓN

Es el precio actual en el mercado y se obtiene solicitando cotizaciones a los proveedores en venta de maquinaria. Este costo depende si el equipo es de procedencia nacional o extranjera, y se deben tener en cuenta todos los gastos incurridos en la adquisición de la maquinaria.

6.1.2. VIDA UTIL

La vida útil de una máquina puede definirse como el periodo durante el cual dicha maquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable.

6.1.3. VALOR DE REVENTA O RESCATE

El valor de reventa o rescate, también conocido como valor de recuperación se define como el valor de reventa que tendrá la máquina al final de su vida útil.

6.1.4. DEPRECIACION DE LA MAQUINARIA

La maquinaria, como cualquier otro bien de capital cuya duración se limita a varios actos de producción, va perdiendo valor y se deprecia por el uso y por el paso del tiempo.

Los costos por depreciación se calculan mediante la siguiente formula:

$$D = (I - R) / N * D$$

Siendo:

D: costo de la depreciación de la maquinaria o equipo

I: Valor de adquisición o compra

R: Valor de reventa

N: Vida útil de la maquinaria o equipo

D: Días productivos por año

6.1.5. INVERSIÓN MEDIA ANUAL

La variación en el rendimiento de una maquinaria a lo largo de su vida útil, obliga a buscar un valor representativo e invariable sobre el cual aplicar los intereses, seguros e impuestos, a este valor se le denomina Inversión media anual, y se define como la media de los valores que aparecen y se define como la media de los costos de los equipos al final de cada año, durante toda su vida útil, después de aplicarse la amortización o depreciación correspondiente a cada año.

6.2. COSTOS VARIABLES

Chuquicaja (2013) señala que son costos variables todos aquellos costos que guardan estrecha relación con la cantidad de producto. El costo variable es cero si la producción es cero.

En el corto plazo se asume que el costo variable unitario (costo de una unidad de insumo variable) se mantiene constante y lo que puede variar es la cantidad de producto. El costo variable total (CVT) es igual a:

CVT= costo variable unitario*cantidad de insumo variable

$$CVT=Cvu*Q_i$$

De tal manera:

$$CT=CFT + (Cvu*Q_i)$$

6.2.1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LUBRICANTES

Campos (2012) señala que el consumo de combustible varía mucho según la forma de operar la máquina por el trabajador , el peso bruto de la máquina, la potencia, la intensidad de uso, las condiciones de trabajo, entre otras. Por lo tanto se recomienda llevar registros para poder calcular los costos de las máquinas en las condiciones actuales de operación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en las plantaciones de pinos pertenecientes a “ADEFOR” y a la Cooperativa Atahualpa-Jerusalén en la granja Porcón, en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca. Porcón limita por el norte con Chaupiloma, Pucará, Muruisha y la Shioglia; al sur con Porcón alto, Chancas y Callancas; al este con la minera Yanacocha y Chilimpampa; y al oeste con Pozo Seco, Agua Colorada y el Progreso.

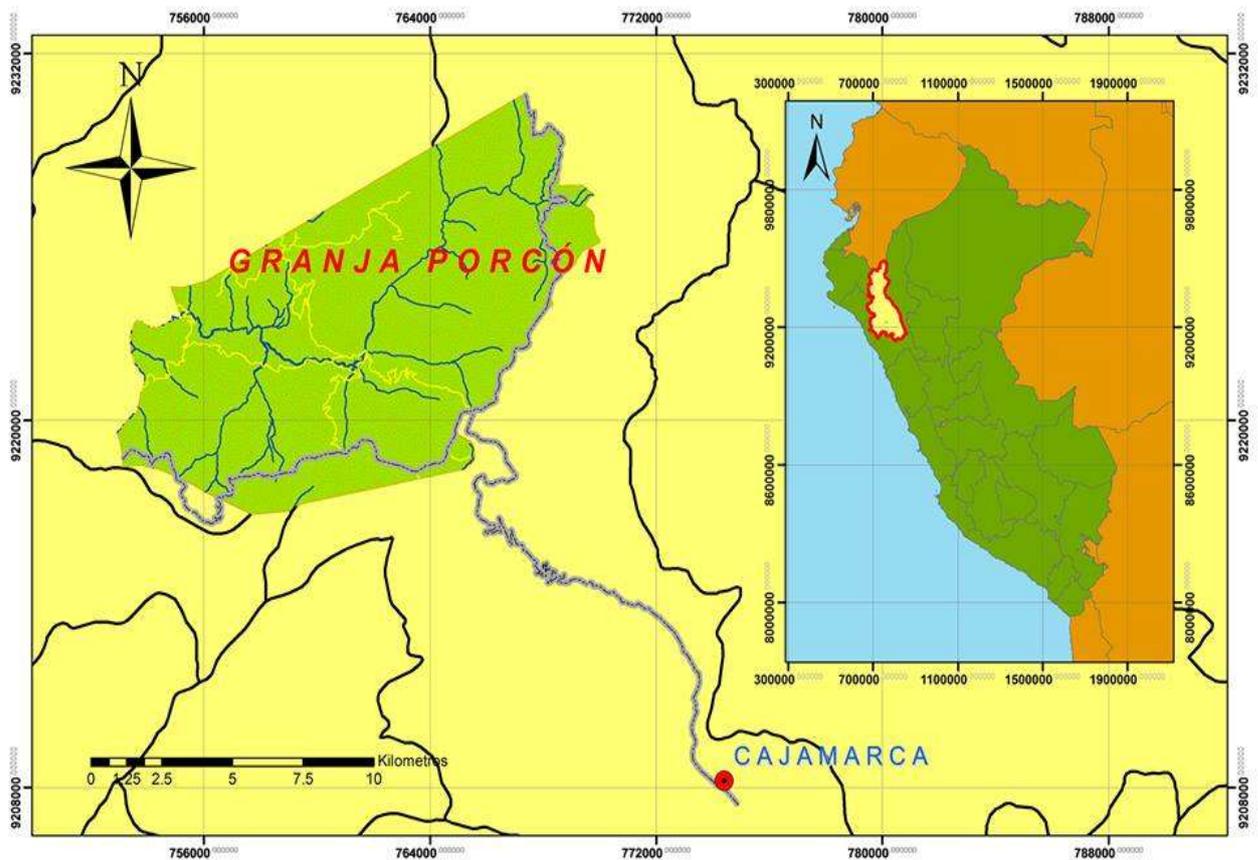


Figura 1: Mapa de Ubicación del área de estudio: Granja Porcón – Cajamarca

Fuente: Domínguez, J (2014)

2. MATERIALES Y EQUIPOS

- Motosierras
- Hacha para desrame
- Herramientas de afilado
- Wincha de 5m
- Cinta métrica.
- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Cronómetro con división centesimal
- Formulario de entrevistas
- Laptop
- Equipo de protección personal
- Plantaciones en raleo de *Pinus patula* de 24 años de edad

2.1. PERSONAL

El personal obrero utilizado en las operaciones de aprovechamiento forestal, que realiza la granja Porcón, son personas naturales de la zona, cuyas edades se encuentran entre 18 a 40 años; los cuales han adquirido cierta destreza en base a autoformación, careciendo en consecuencia de conocimientos técnicos básicos sobre manejo, mantenimiento y técnicas de operación con motosierra. La empresa trata de mejorar la situación enviándolos a cursos cortos sobre motosierras. El turno de trabajo diario es de 6:15 a.m. a 3:30p.m. teniendo intermedios para ingerir alimentos.

3. METODOLOGIA

3.1. FASE DE CAMPO

3.1.1. POBLACIÓN

La población elegida para este estudio pertenece a una plantación de *Pinus patula* de 24 años de edad perteneciente a la Asociación Civil para la Investigación y Desarrollo Forestal “ADEFOR” y a la Cooperativa Atahualpa Jerusalén ubicadas en la granja Porcón, distrito, provincia y departamento de Cajamarca.

3.1.2. MUESTRA

La muestra corresponde a 35 árboles que se eligieron al azar de un bosque en la zona de Porcón en estado de raleo a una intensidad de 75%, que permitió realizar estudios de productividad y tiempos en las condiciones actuales de trabajo y tomar la información de campo necesaria para la realización del presente estudio.

3.1.3. ESTUDIO DE TIEMPOS

La determinación del rendimiento se hizo en base a estudios de tiempos. El método empleado para el efecto fue el método repetitivo o de vuelta a cero, inicialmente se planteó dividir las operaciones en sus fases elementales, sin embargo no se realizó esta fase debido a que algunas operaciones se ejecutaban de manera rápida y no permitía medir con precisión, además que los tiempos eran muy pequeños. También se tomó información sobre diámetros (mayor y menor) sin corteza a la altura de corte del tumbado y para cada punto de corte del trozado, longitud de troza y longitud total del árbol, lo cual sirvió para hallar el volumen aprovechable por árbol.

La unidad de medición del tiempo es el centiminuto, el cual nos indica que un minuto está compuesto por 100 segundos; la unidad de medición del diámetro fue el centímetro y de longitud el metro.

Además se tomó en cuenta factores de difícil medición que afectan la productividad los cuales fueron tomados en cuenta en la discusión de los resultados, tales como: obstáculos, habilidad del motosierrista, hora del día en que se realiza la operación, estado de la motosierra, enganche de árboles, entre otros.

Para determinar los tiempos suplementarios y efectivos por día se hizo el seguimiento de la jornada de trabajo durante 6 semanas, evaluando los tiempos que se emplea en el uso de la motosierra durante la operación.

Para encontrar el promedio de árboles tumbados y trozados al día se hizo el seguimiento durante la estadía en campo y se encontró que en promedio se tumban y trozan 110 árboles. Lo mismo ocurrió para el desrama, donde se encontró que en promedio un trabajador desrama 25 árboles al día.

3.1.4. ENTREVISTAS

Para calcular los costos de motosierra y hacha se realizaron entrevistas a operarios, capataz e ingeniero encargado del aprovechamiento.

La información recopilada a través de entrevistas estuvo relacionada con: el precio de adquisición de la motosierra, barra y cadena, vida útil, monto de pago, días productivos al año, entre otros.

Para el caso del consumo de combustible y aceite, la asociación civil para la investigación y desarrollo forestal “ADEFOR”, lleva un registro en el cual señala que en las condiciones actuales de operación de raleo, el consumo de combustible es de 2,5 galones al día y 1,3 galones de aceite diarios.

3.2. FASE DE GABINETE

3.2.1. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES

La determinación del volumen neto aprovechable de los árboles tumbados se obtuvo mediante la sumatoria de los volúmenes de las trozas obtenidas de cada árbol. Para su cálculo se utilizó la fórmula de Smalian:

$$V = ((A_1 + A_2) / 2) \times L$$

Dónde:

V = Volumen de la troza (m³)

A₂ = Área basal en el extremo menor (m²)

A₁ = Área basal en el extremo mayor (m²)

L = Largo de la troza (m)

3.2.2. ANALISIS DE REGRESIÓN

Se determinó los coeficientes de correlación lineal entre las variables involucradas en el estudio. Luego teniendo en cuenta el coeficiente de correlación y la importancia de la relación se procedió con el análisis de regresión correspondiente. Se trabajó con un nivel de significancia de 0,05.

Las regresiones lineales que se hicieron son las siguientes:

- Tiempo de tumbado vs diámetro de tumbado
- Tiempo de trozado vs diámetro de trozado
- Tiempo variable en operaciones de corta vs diámetro de tumbado
- Tiempo variable en operaciones de corta vs volumen aprovechable
- Tiempo total del ciclo de corta vs diámetro de tumbado

Para determinar el grado de significancia del coeficiente de correlación lineal simple (r), se tendrá en cuenta lo señalado por Calzada (1981) donde clasifica el valor de “ r ” en la siguiente escala:

De $r = 0.2$ a $r = 0.3$ coeficiente muy bajo

De $r = 0.4$ a $r = 0.5$ coeficiente bajo

De $r = 0.6$ a $r = 0.7$ coeficiente alto

De $r = 0.8$ a $r = 1.0$ Coeficiente muy alto.

3.2.3. ANALISIS DE COSTOS

Para el análisis de costos se empleó la metodología de cálculo seguida por la sección de Aprovechamiento Forestal de la UNALM, que considera una depreciación lineal y agrupa los diferentes costos en: costos de posesión (CP), costos de operación (CO) y costos de mano de obra (CMO).

Se determinó la estructura de costos de funcionamiento diario con la finalidad de analizar la incidencia de cada uno de los componentes

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RALEO EN LA ZONA DE PORCÓN – CAJAMARCA

El sistema de aprovechamiento (raleo) que se desarrolla en la Granja Porcón es del tipo semi-mecanizada. Para el tumbado y trozado se utilizan motosierras y para el derramado hacha; personal obrero para el apilado, carguío y descarga en patios de acopio; utilizando para el desembosque tractores agrícolas acondicionados al trabajo forestal mediante la incorporación de remolques.

El proceso de aprovechamiento para las instituciones involucradas, culmina en los patios de acopio, debido a que el comprador adquiere la materia prima en estos lugares, encargándose del carguío y transporte a la planta de procesamiento.



Figura 2: Tractor agrícola acondicionado al trabajo forestal

Fuente: propia

La conformación de una brigada que realiza el aprovechamiento forestal en la zona de Porcón es de la siguiente manera:

Tabla 1: Conformación de brigadas para el aprovechamiento forestal

Conformación de la Brigada	
Operarios	Brigada
Capataz	1
Motosierristas	2
Ayudante/Motosierrista	2
Desramadores	6
Apiladores	15
Tractoristas	2
Total	28

Fuente: Elaboración propia

El 50% del personal de cada brigada corresponde a la “Asociación para el desarrollo e investigación forestal” ADEFOR y el 50% restante a la Cooperativa Atahualpa Jerusalén, siendo cada entidad responsable de los pagos y beneficios de sus trabajadores, los cuales se rigen bajo las leyes del Ministerio de Trabajo.

Cada brigada tiene dos motosierras ya que la brigada se divide a su vez en dos grupos de trabajo, cada grupo de trabajo tiene una motosierra y dos motosierristas, los cuales se turnan en el uso de la motosierra. El motosierrista que está descansando cumple la función de ayudante del otro motosierrista; de esta manera se reduce las fatigas ocasionadas por el ruido y vibración de la motosierra.

Para el presente estudio la conformación de la brigada evaluada fue la siguiente.

Conformación de la Brigada evaluada	
Operarios	Brigada
Motosierristas	1
Ayudante/Motosierrista	1
Desramador	1

2. OPERACIONES DE CORTA

Para comenzar con el trabajo diario, el capataz empieza marcando (con un machete) los árboles a ser cortados (raleados), dicha marcación se hace siguiendo criterios pre establecidos por el ingeniero o técnico encargado, como son: individuos defectuosos, torcidos, bifurcados, fuerte conicidad basal, árboles suprimidos, enfermos, y finalmente por criterio propio del capataz. La intensidad del raleo es del 75% de los árboles en pie.

El tumbado es llevado a cabo por el motosierrista y su ayudante, que cada cierto tiempo se turnan para la utilización de la motosierra, la cual tiene un peso aproximado de 6 kg y una longitud de barra de 24", adecuada para los diámetros que se aprovechan en la zona. Estas motosierras son de propiedad de ADEFOR y de la Cooperativa Atahualpa Jerusalen. La persona que ayuda se encarga de hacer una limpieza rápida del suelo y entre ambos deciden la dirección de caída, el ayudante lleva una vara de 2.5 m que sirve para el marcado previo al trozado y también para ayudar a direccionar el árbol hacia el lugar determinado para su caída, así mismo apoya en caso el árbol quede enganchado como pasa con frecuencia ya que es un bosque que no ha tenido ningún manejo.

De acuerdo a la información recogida, el periodo anual promedio de trabajo de la motosierra es de 250 días al año, operando una jornada diaria.

Cabe precisar que la modalidad de trabajo en la zona donde se hizo el estudio el trabajador empieza a las 6:15 de la mañana y termina a las 3:30 de la tarde, teniendo a lo largo del día 1 hora y 30 minutos para ingerir sus alimentos.



Figura 3: Tala dirigida en operaciones de corta

Fuente: propia

2.1. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD

La productividad en tumbado y trozado encontrada para la zona de Porcón fue de 69,2 m³/día, lo cual representa el trabajo diario de una cuadrilla de 1 motosierrista y su ayudante (motosierrista). El trabajo efectivo de la motosierra fue de 2 horas y 15 minutos (2.25 horas), para las actividades mencionadas. Por lo tanto se tiene una productividad en tumbado y trozado de 30,75 m³ por hora efectiva, lo cual es menor a lo encontrado por Bozovich y Campos (s/f) para la zona de Oxapampa en donde se tiene una productividad de 70 m³ por hora efectiva sin embargo esta productividad es sólo de trozado, si se incluyese el tiempo que se demoró en tumbar el árbol esta productividad horaria disminuiría quizá acercándose más el valor a lo encontrado en Porcón. También es importante mencionar que esta productividad depende de otros factores como: la especie, ya que para el estudio de Bozovich y Campos (s/f) se trabajó con *Pinus oocarpa* de 20 años, las condiciones de trabajo, la pericia técnica del obrero y la topografía del terreno.

Esta productividad diaria de $69,2 \text{ m}^3$ se acerca más a lo encontrado por Carey et al (2006) para una plantación de *Eucalyptus globulus* de 10 años de edad en la localidad de Valdivia - Chile, donde la productividad encontrada fue de $62,5 \text{ m}^3$ al día.

Por su parte la productividad diaria promedio encontrada para el desrame fue de $15,72 \text{ m}^3$, con un promedio de 25 árboles desramados por día, el cual representa el trabajo de un desramador.

2.1.1. VARIABLES ESTUDIADAS

En la tabla 2, se presentan los valores promedio y medidas de dispersión de las variables analizadas, así podemos observar que el árbol promedio que se aprovecha en la zona tiene un diámetro a la altura de corte de 0,34 m. con una desviación estándar de 0,0517 y un coeficiente de variación de 15,23% el cual indica que la dispersión de los datos respecto a la media es casi homogénea, lo cual es de esperarse ya que se trata de árboles de la misma especie y edad, la variación en el diámetro podría estar influenciado factores como la competencia por luz y nutrientes que hacen que unos individuos desarrollen más que otros. Por su parte el diámetro promedio de trozado es de 0,20 m y una desviación estándar de 0,0721 para este caso se observa una mayor variabilidad entre estos datos (35,8%), esto se debe a que el ahusamiento observado para esta especie es marcada, encontrándose en algunos casos diámetros de 0,45 m en la base y de 0,007 m en el ápice. La longitud total promedio es de 23,18 m. con una desviación estándar de 1,98 y un coeficiente de variación de 8,5% esta variación nos indica que los datos son homogéneos, lo cual era de esperarse por ser árboles de la misma especie y edad y estar ubicados en una misma calidad de sitio.

En cuanto al volumen aprovechable por árbol para la zona se tiene un promedio de $0,63 \text{ m}^3$ por árbol, esto dista mucho de lo encontrado por Carey et al (2006) para *Eucalyptus globulus* donde se tiene un promedio por árbol de $0,15 \text{ m}^3$, debiéndose esto a que son árboles de 10 años de edad y otra especie.

Tabla 2: Valores promedios y medidas de dispersión de las variables estudiadas en operaciones de corta con motosierra

VARIABLE	Número de observaciones	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación
Diámetro de tumbado a la altura de corte del árbol (m)	35	0,3394	0,0517	15,2328
Diámetro promedio de trozado (m)	297	0,2009	0,0721	35,8885
Longitud total del árbol (m)	35	23,1800	1,9809	8,5457
Volumen Aprovechable por árbol (m³)	35	0,6289	0,1971	31,3404
Tiempo promedio de limpieza y dirección de caída de tumbado (cmin)	35	18,7619	4,7716	25,4324
Tiempo promedio de Tumbado (cmin)	35	59,5662	13,5895	22,8141
Tiempo promedio de medición y marcado (cmin)	35	29,8571	4,8570	16,2675
Tiempo promedio de trozado por árbol (cmin)	35	75,4600	25,6026	33,9287
Tiempo promedio de trozado por corte (cmin)	297	8,8900	6,0389	67,9291
Tiempo promedio de desrame (cmin)	35	798,0571	169,4055	21,2272
Tiempo promedio del total del ciclo (cmin)	35	183,64	191,3828	19,4950
Tiempo variable promedio por ciclo (cmin)	35	135,0262	35,6281	26,3861

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los tiempos, se encontró que el tiempo promedio para la limpieza de la base del fuste y determinación de la dirección de caída es de 18,76 centiminutos (11,25'') con una desviación estándar de 4,77 y un coeficiente de variación de 25,4%. El tiempo promedio de tumbado es de 59,56 centiminutos (35,7'') con una desviación estándar de 13,59 y un coeficiente de variación de 22,8%, esta variación en los datos se ve influenciada además del diámetro del árbol por otros factores como la pericia técnica del operador, las condiciones del lugar de trabajo, la pendiente del lugar, entre otros. El tiempo promedio de medición y marcado para el trozado es de 29,86 centiminutos (17,9'') con una desviación estándar de 4,85 y un coeficiente de variación de 16,26% lo cual indica que los datos son relativamente homogéneos, esto se debe a que para la zona de Porcón se tiene solo una longitud comercial que es 2,5 m y que para la medición de esta se emplea una varilla dimensionada la cual ayuda a reducir este tiempo. Por su parte el tiempo promedio de trozado por árbol es de 75,46 centiminutos (45,3''), esto resulta de la sumatoria de los tiempos de trozado por cada punto de corte el cual tiene una duración promedio de 8,89 centiminutos (5,33''), lo cual se

aproxima a lo señalado por Carey et al (2006) donde dice que el tiempo promedio por corte es de 6" para árboles con diámetros entre 0,15 y 0,2 metros, el coeficiente de variación encontrado para esta variable es la más alta (67,9%), esta variación indica que los datos son muy heterogéneos, lo cual se debe a que los diámetros en cada punto de corte de trozado son muy variables y además está influenciado por otros factores como el estado de la motosierra y elemento cortante, la presencia de obstáculos, presencia de nudos, la forma del fuste, entre otros. Luego del tumbado y trozado de los árboles, la siguiente actividad es el desrame, la cual es ejecutada de manera paralela a las otras actividades y por otros trabajadores, razón por la cual no influye en la productividad que se refiere al tumbado y trozado. Esta actividad se realiza con la ayuda del hacha demandando mayor esfuerzo físico por parte de los trabajadores, el tiempo promedio de desrame es de 798,05 centiminutos (7' 58"), se puede ver que comparada con las demás actividades esta es la que mayor tiempo demanda, lo cual es justificable por lo mencionado anteriormente y además que se tienen árboles con gran cantidad de ramas ya que a sus 24 años no se ha realizado ninguna poda.

2.1.2. COMPOSICIÓN DEL TIEMPO POR CICLO

La composición del tiempo por ciclo se presenta en la tabla 3 y figura 4.

Tabla 3: Composición de tiempos por ciclo en operaciones de corta con motosierra

COMPOSICIÓN DEL TIEMPO POR CICLO EN OPERACIONES DE CORTA CON MOTOSIERRA			
FASE	TIEMPO (cmin)	TIEMPO (Sexag)	%
Limpieza y dirección de caída	18,76	0' 11"	10,22
Tumbado	59,56	0' 36"	32,44
Medición y marcado	29,85	0' 18"	16,26
Trozado	75,46	0' 45"	41,09
TOTAL	183,64	1' 50"	100

Fuente: Elaboración propia



Figura 4: Composición del tiempo por ciclo en operaciones de corta

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 3 y figura 4 podemos observar que en promedio un ciclo de corta, que empieza con la limpieza y determinación de la dirección de caída y culmina con el corte de trozado de la última troza del árbol, tiene una duración de 183,64 centiminutos (1' 50"). De este tiempo total del ciclo el 10,22% corresponde a la fase de limpieza y determinación de la dirección de caída, el cual consiste en limpiar rápidamente la base del fuste que está cubierta de las acículas secas del pino y la determinación de la dirección de caída es hacia el lugar que esté más despejado para evitar posibles enganches del árbol. El 32,44% corresponde a la fase de tumbado, el cual en promedio demora 59,56 centiminutos (36"). El 16,26% corresponde a la fase de medición y marcado para el trozado, el cual se realiza con una vara previamente dimensionada a 2,5 metros, con la utilización de esta vara la actividad se realiza de manera más rápida. Y el mayor porcentaje, 41,09%, corresponde a la fase del trozado, teniéndose un total de 75,46 centiminutos (45") por árbol.

Además se puede observar que el tiempo promedio de tumbado en la zona de Porcón es de 0' 36" para árboles con un diámetro promedio a la altura de corte de 34 centímetros, lo cual es muy inferior a lo encontrado por Chuquicaja (1992) para el bosque tropical de Pichanaki, siendo el tiempo de tumbado en esta zona de 6' 35" para árboles cuyo diámetro promedio a la altura de corte es de 72,19 cm. Sin embargo si lo comparamos con el estudio realizado por Campos (1987) observamos que la diferencia se reduce pues se tiene un tiempo promedio de tumbado de 3' 22" para árboles con diámetros promedio de 84 centímetros. Entonces se puede decir que el tiempo de tumbado está directamente relacionado con el diámetro del

árbol a la altura de corte, pero que además se ve influenciado por otros factores como los que se ha mencionado anteriormente.

En la fase de trozado en promedio se tienen 9 puntos de corte por árbol, con lo cual se obtienen en promedio 8 trozas de 2,5 metros de largo por cada árbol. Durante la ejecución de esta operación se observó que se tiene dificultad para desplazarse entre cada punto de corte debido a las ramas que dificultan el paso, a la cantidad de árboles acumulados en el suelo y la pendiente misma del área de trabajo.

2.1.3. CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

En la tabla 4, se presentan los coeficientes de correlación simple existentes entre las variables estudiadas, se puede observar que el coeficiente de correlación lineal simple existente entre el diámetro del árbol y el volumen aprovechable es muy alta $r = 0,81$ según lo señalado por Calzada (1981), esto es lógico ya que a mayores diámetros se espera obtener mayores volúmenes de madera, sin embargo también influyen otros factores como la conicidad del árbol, el estado sanitario, entre otros. Así mismo se observa que la correlación entre el diámetro del árbol a la altura de corte para el tumbado con el tiempo de tumbado es alto $r = 0,68$ lo cual era de esperarse ya que a mayor diámetro a la altura de corte el tiempo de tumbado también debería ser mayor, pero es importante señalar que este tiempo también está influenciado por otros factores como la topografía del terreno, el estado de la motosierra y el elemento cortante y las condiciones del lugar de trabajo.

Tabla 4: Coeficientes de correlación entre variables en operaciones de corta

<i>Variable</i>	<i>Diámetro del árbol (m)</i>	<i>Longitud aprovechable del árbol (m)</i>	<i>Volumen aprovechable (m³)</i>	<i>Diámetro de trozado (m)</i>
<i>Volumen aprovechable (m³)</i>	0,81	0,37		
<i>Tiempo de tumbado (cmin)</i>	0,68	0,18	0,75	
<i>Tiempo de trozado (cmin)</i>	0,59	0,33	0,79	0,75
<i>Tiempo desrame (cmin)</i>	0,6	0,24	0,64	
<i>Tiempo Variable (cmin)</i>	0,69	0,31	0,86	
<i>Tiempo total (cmin)</i>	0,68	0,28	0,73	

Fuente: Elaboración propia

Se hizo una correlación entre los diámetros de trozado y tiempos de trozado, se observa un $r = 0,75$ el cual nos indica que hay una alta correlación entre estos dos parámetros, lo cual era de esperarse, sin embargo pueden estar influenciados por otros factores de difícil medición como; el grado de experiencia del operador, las condiciones propias del lugar de trabajo, ramas que impiden el desarrollo normal de actividades, etc.

También se puede observar que la longitud aprovechable del árbol no guarda relación con el tiempo de desrame, ya que la cantidad de ramas y el grosor de las mismas es muy diferente en cada árbol, independientemente o no de la longitud de este, lo cual puede demandar mayor o menor tiempo en la actividad de desrame, así mismo se ve afectada por las dificultades que se presenten en el sitio de trabajo.

Además se observa que existe una alta correlación entre el volumen aprovechable y el tiempo variable con un grado de asociación entre variables de 0,86.

2.1.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

A continuación se presenta un análisis de regresión, con su respectivo análisis de varianza, para las variables más importantes.

a. Tiempo de tumbado en función del diámetro a la altura de corte

El coeficiente de correlación lineal encontrado para estas variables es alta ($r = 0,68$), según lo señalado por Calzada (1981) lo cual nos indica que existe una asociación lineal directa entre estas variables; este coeficiente de correlación es significativo a un nivel de significancia de 0,05.

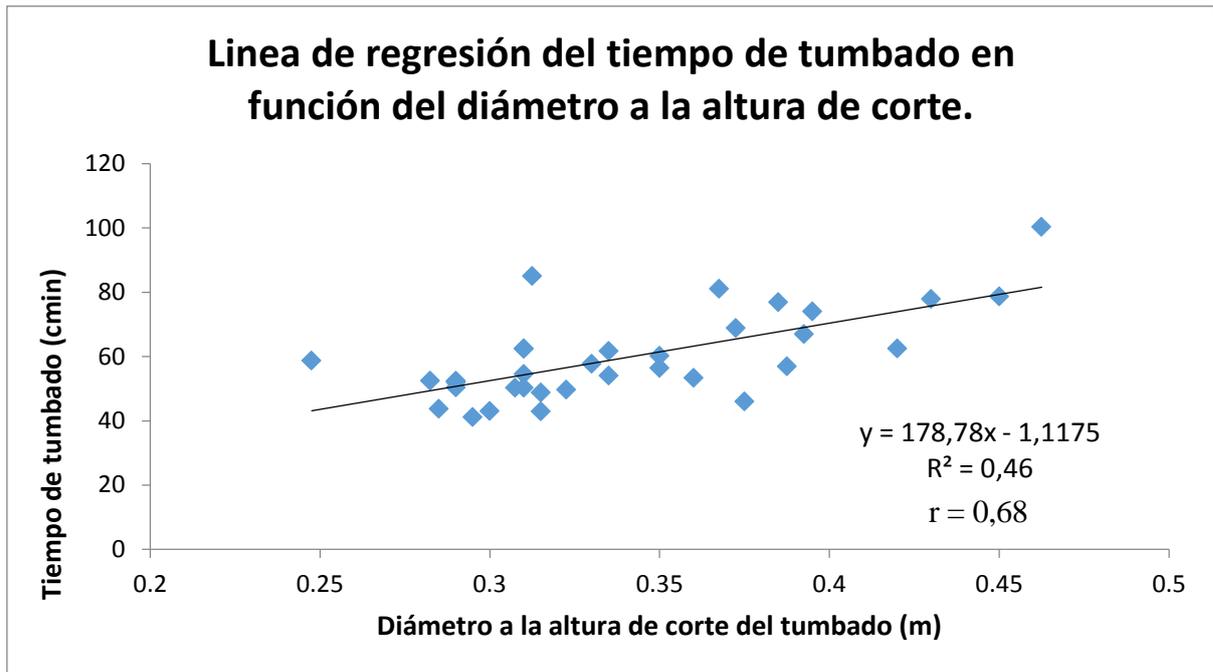


Figura 5: Línea de regresión del tiempo de tumbado en función del diámetro a la altura de corte

Fuente: Elaboración propia

ANVA

Origen de las variaciones	S.C	G.L	Promedio de los cuadrados	Fcalc.	Ftab.
Regresión	61386,66	1	61386,66	664,80	3,98
Error	6279,02	68	92,34		
Total	67665,68	69			

F calculado es mayor que F tabular, lo cual nos permite aceptar la regresión como altamente significativa. Se tiene un coeficiente de determinación $r^2 = 0,46$, el cual nos indica que el 46% de la variación en el tiempo de tumbado se encuentra asociado al diámetro de tumbado y el 54% restante de la variación en el tiempo de tumbado es debido a otras causas difíciles de medir entre las cuales podemos mencionar el grado de experiencia del motosierrista y su habilidad en el manejo de la máquina, las condiciones del sitio, topografía del terreno, hora del día en que se realiza el trabajo, el estado de la motosierra.

La ecuación de regresión para el tiempo de tumbado en función del diámetro de corte es:

$$Y = 178,78 X - 1,1175$$

Dónde:

Y = Tiempo promedio de tumbado en centiminutos.

X = Diámetro del árbol a la altura de corte en metros.

b. Tiempo de trozado en función del diámetro de trozado

Para estas variables se observa un coeficiente de correlación lineal de 0,75 que es significativo al nivel de 0,05.

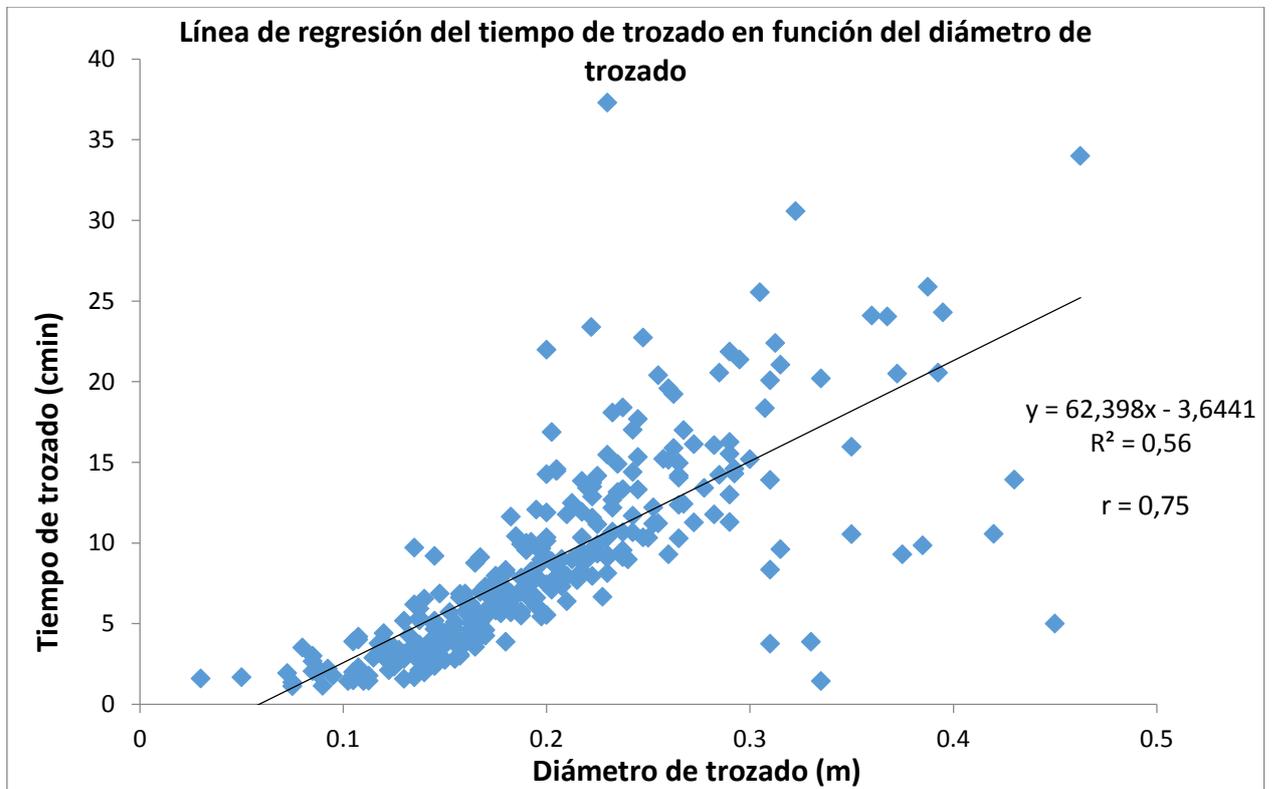


Figura 6: Línea de regresión del tiempo de trozado en función del diámetro de trozado

Fuente: elaboración propia

ANVA

Origen de las variaciones	S.C	G.L	Promedio de los cuadrados	Fcalc.	Ftab.
Regresión	11218,46	1	11218,46	615,13	3,85
Error	10796,50	592	18,2373		
Total	22014,9748	593			

F calculado es mayor que F tabular por lo que se acepta la regresión como altamente significativa con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,56$ que nos indica que el 56% de la variación en el tiempo de trozado se explica por la variación en el diámetro de trozado y el 44% de la variación en el tiempo de trozado no está asociado con la variación del diámetro de corte en trozado, la cual podría deberse a causas entre las cuales podemos señalar; pericia técnica del motosierrista para desarrollar dicha actividad, presencia de ramas u otros árboles que dificulten la realización del trabajo.

La ecuación de regresión para predecir el tiempo de trozado en función al diámetro de trozado es la siguiente:

$$Y = 62,398 X - 3,6441$$

Dónde:

Y = Tiempo estimado de trozado en centiminutos

X = Diámetro de trozado en metros.

c. **Tiempo Variable en operaciones de corta en función del diámetro de tumbado**

El tiempo variable se refiere a la sumatoria del tiempo de tumbado más el tiempo total de trozado por árbol.

Para el caso de estas variables se tiene un coeficiente de correlación de $r = 0,69$ el cual es relativamente alto a un 0,05 de nivel de significancia.

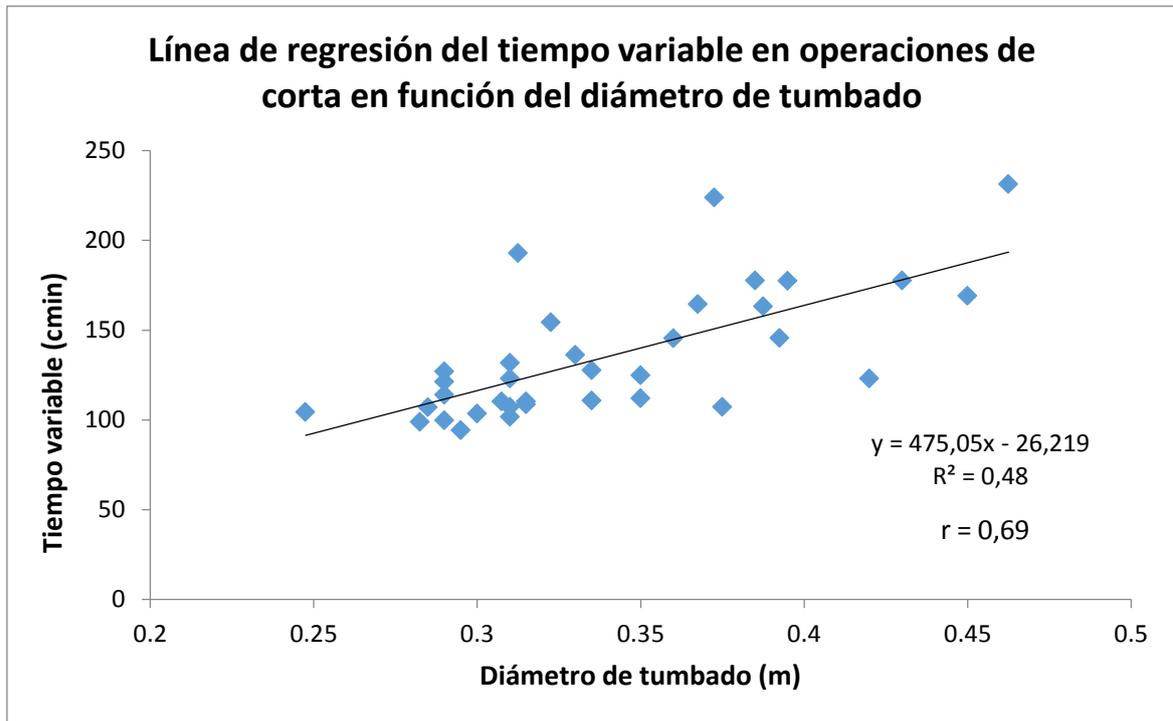


Figura 7: Línea de regresión del tiempo variable en operaciones de corta en función del diámetro de tumbado.

Fuente: elaboración propia

ANVA

Origen de las variaciones	S.C	G.L	Promedio de los cuadrados	F _{calc}	F _{tab}
Regresión	317459,167	1	317459,17	500,18	3,98
Error	43158,48	68	634,68		
Total	360617,647	69			

F calculado es mayor que F tabular, por lo que se acepta la regresión como altamente significativa. El coeficiente de determinación $r^2 = 0,48$ nos indica que el 48% de la variación en el tiempo variable se explica por la variación en el diámetro de corte en tumbado, el 52% restante se debe a otras causas mencionadas anteriormente para el caso del tumbado y trozado.

La ecuación de regresión que nos permite estimar el tiempo variable en operaciones de corta en función del diámetro es la siguiente:

$$Y = 475,05 X - 26,219$$

Dónde:

Y = Tiempo variable en operaciones de corta en centiminutos

X = Diámetro del árbol a la altura de corte en metros

d. Tiempo variable en operaciones de corta en función del volumen aprovechable

El grado de asociación entre estas variables es alta, se tiene un coeficiente de correlación lineal de 0,86 que es significativo al nivel 0,05.

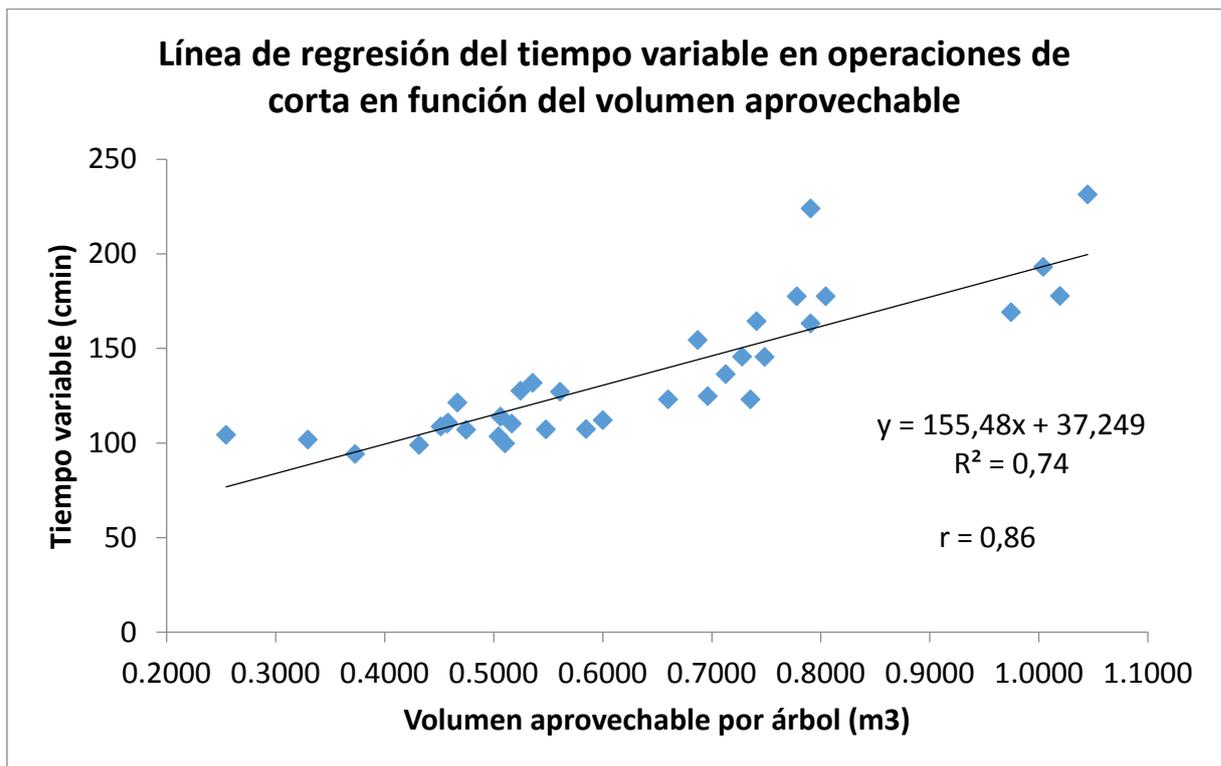


Figura 8: Línea de regresión del tiempo variable en operaciones de corta en función del volumen aprovechable

Fuente: Elaboración propia

ANVA

Origen de las variaciones	S.C	G.L	Promedio de los cuadrados	F _{calc}	F _{tab}
Regresión	316096,15	1	316096,15	498,02	3,98
Error	43159,71	68	634,70		
Total	359255,86	69			

F calculado es mayor que F tabular, por lo que se acepta la regresión como significativa al nivel 0,05. El coeficiente de determinación obtenido para estas variables es de 0,74; lo cual nos indica que el 74% de la variación en el tiempo variable en operaciones de corta se explica por la variación en el volumen aprovechable de un árbol y el 26% de esta variación podría estar asociada a otros factores de difícil medición y que no se tomaron en cuenta en este estudio, como son; estado de la motosierra y el elemento cortante, técnica empleada por el obrero, topografía del terreno y hora del día en que se ejecuta el trabajo.

La ecuación de regresión para estimar el tiempo variable en función del volumen aprovechable es:

$$Y = 155,48 X + 37,249$$

Dónde:

Y = Tiempo variable en operaciones de corta en centiminutos.

X = Volumen aprovechable por ciclo de corta en m³.

e. **Tiempo total del ciclo de corta en función del diámetro de árbol a la altura de corte**

Para estas dos variables se encontró un coeficiente de correlación de 0,68 significativa al nivel de 0,05.

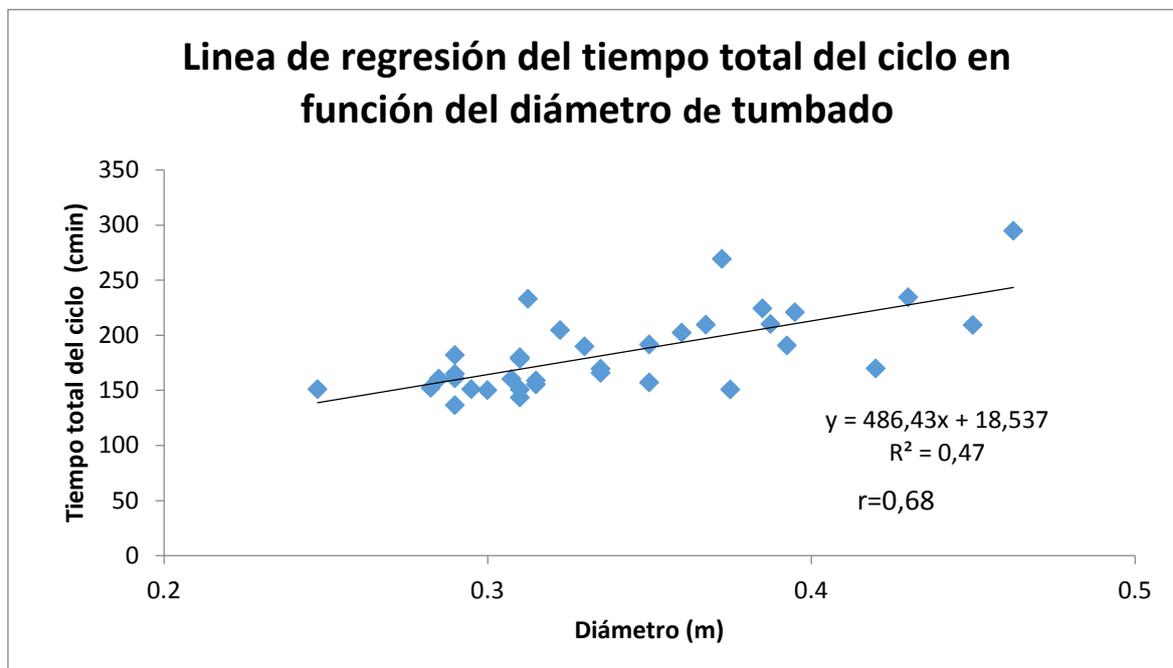


Figura 9: Línea de regresión del tiempo total del ciclo en función del diámetro del árbol.

Fuente: Elaboración propia

ANVA

Origen de las variaciones	S.C	G.L	Promedio de los cuadrados	F _{calc}	F _{tab}
Entre grupos	588017,847	1	588017,8466	874,80	3,98
Dentro de los grupos	45707,6546	68	672,1713908		
Total	633725,501	69			

F calculado es mayor que F tabular, por lo cual se acepta la regresión como altamente significativa. El coeficiente de determinación encontrado para estas variables es de 0,47 esto nos indica que el 47% de la variación en el tiempo total del ciclo es explicada por la variación en el diámetro del árbol a la altura de corte, el 53 % restante no está asociado con el diámetro de los árboles, pudiendo deberse a causas de difícil medición como la experiencia del operador, la topografía del terreno, la motivación del trabajador, presencia de obstáculos en el área de trabajo, entre otros.

La ecuación de regresión para estas variables se presenta a continuación:

$$Y = 486,43 X + 18,537$$

Dónde:

Y = Tiempo total del ciclo en centiminutos

X = Diámetro del árbol a la altura de corte en metros

2.1.5. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS POR JORNADA EN OPERACIONES DE CORTA

En la tabla 5 se presenta la composición detallada de la jornada de trabajo en operaciones de corta.

Tabla 5: Composición detallada del tiempo por jornada en operaciones de corta con motosierra

MOTIVO	PROMEDIO (cmin)	PROMEDIO (Sexag)	%
<i>Limpieza y dirección de caída</i>	2100	0h 21'	3,78
<i>Tumbado</i>	6300	1h 3'	11,35
<i>Medición Y Marcado</i>	3300	0h 33'	5,95
<i>Trozado</i>	7200	1h 12'	12,97
<i>Abastecimiento de Combustible</i>	2000	0h 20'	3,60
<i>Afilado de cadena</i>	1500	0h 15'	2,70
<i>Enganche de arboles</i>	9100	1h 31'	16,40
<i>Desc. Necesarios</i>	13400	2h 14'	24,14
<i>Desc. Innecesarios</i>	7600	1h 16'	13,69
<i>Imprevistos diversos</i>	3000	0h 30'	5,41
TOTAL	55500	9h 15'	100,00

Fuente: Elaboración propia

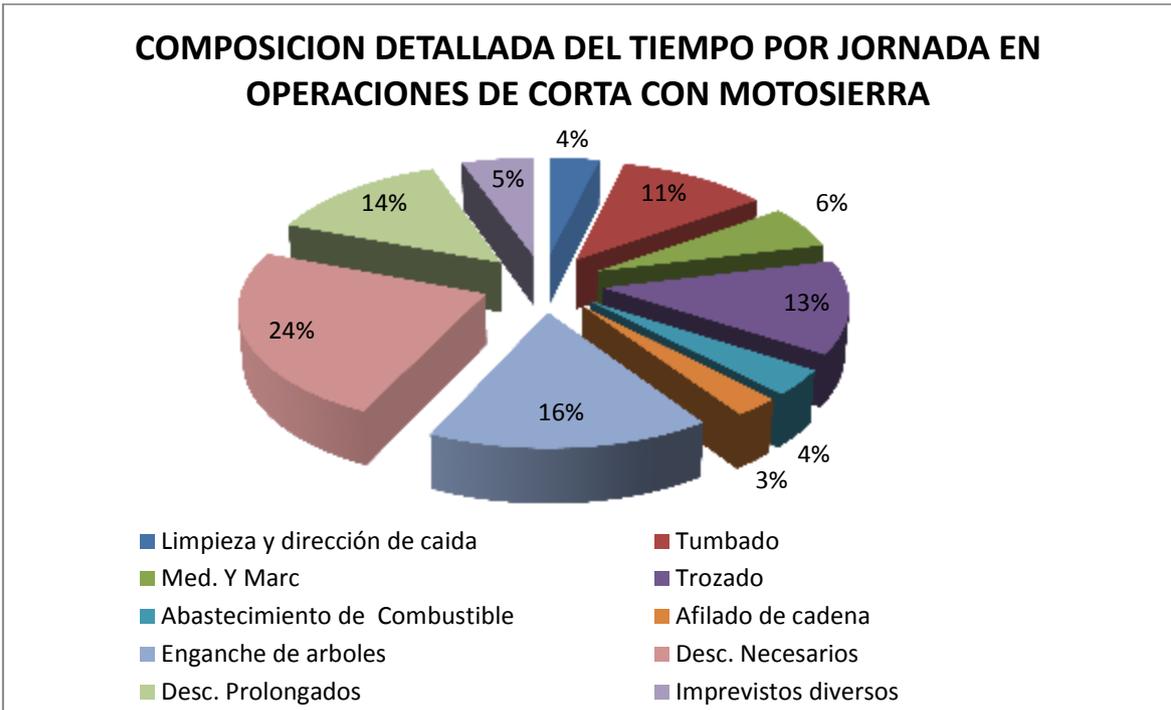


Figura 10: Composición detallada del tiempo por jornada en operaciones de corta

Fuente: Elaboración Propia

De lo observado en la tabla 5 y figura 10 se puede decir que la duración promedio del tiempo de limpieza y determinación de la dirección de caída es de 2100 centiminutos (0h 21’), el cual representa cerca del 4% de la duración total de la jornada de trabajo.

El tiempo productivo está constituido por el tiempo de limpieza y dirección de caída, tumbado, medición y marcado para el trozado y el trozado, dicho tiempo es de 18900 (3h 09’) que representa el 34,18% de la jornada de trabajo. En este punto es importante mencionar que si bien el tiempo de tumbado y trozado están dentro de tiempo productivo, la suma de estos dos tiempos se denomina tiempo efectivo de utilización de la motosierra el cual es de 2 h 15 minutos lo cual representa poco más del 24% del total de la jornada diaria de trabajo.

Es importante mencionar que las actividades de limpieza y determinación de la dirección de caída, tumbado, medición y marcado y trozado se realizan una después de otra siguiendo el orden mencionado.

De la tabla 5 también se puede ver que el tiempo de desenganche de los árboles es de 9100 centiminutos (1h 31’) que representa el 16,46% del total de la jornada de trabajo, estos tiempos improductivos pero necesarios se deben a que el bosque que actualmente se está

aprovechando a la edad de 24 años nunca ha recibido manejo, llámese poda o raleo, razón por la cual es un bosque denso, por lo que generalmente la dirección de caída es hacia una la zona que ha quedado despejada después del derribo de algunos árboles, sin embargo al ser arboles de gran altura siempre tienden a engancharse. El no haber realizado un manejo hasta la mencionada edad repercute en la calidad de madera que se obtendrá, dependiendo del producto final, y el rendimiento que se obtendrá en los procesos posteriores como el aserrío, tal como lo menciona Del pozo (1996) en un estudio realizado en granja Porcón donde el 69% de trozas para aserrío provenientes de raleos presentaban defectos internos de forma y ramas incrustadas por lo que su rendimiento en aserrío era muy bajo.

Los descansos necesarios incluyen el tiempo de desayuno, almuerzo y otros tiempos necesarios para recuperar energías o realizar las necesidades fisiológicas. Estos tiempos representan 23,87%, el cual podría reducirse con una mejor organización en el sistema de trabajo, lo cual al reducirse podría aumentar la productividad.

Los imprevistos son tiempos en los que no se puede trabajar debido a las condiciones climáticas, especialmente tormentas eléctricas, representan el 5,41% de la jornada diaria de trabajo.

Tabla 6: Composición agrupada del tiempo por jornada de trabajo en operaciones de corta

Motivo	Tiempo promedio (cmin)	Tiempo promedio (sexag)	% del total
Tiempo productivo	18900	3h 09'	34,05
Tiempo por suplemento	26000	4h 20'	46,85
Demoras innecesarias	7600	1h 16'	13,69
Imprevistos	3000	0h 30'	5,41
TOTAL	55500	9h 15'	100,00

Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Composición agrupada del tiempo por jornada de trabajo en operaciones de corta

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 6 y figura 11 se presenta la composición agrupada del tiempo, en la cual se observa que el tiempo por suplemento es de 26000 centiminutos (4h 20') que representa el 46,85%, estos tiempos son improductivos pero necesarios, ya que se tienen que realizar de manera obligatoria para continuar la jornada de trabajo.

Las demoras innecesarias se deben a pérdidas de tiempo por conversaciones, llamadas o mensajes de celular, descansos prolongados, entre otros. Estos representan un total de 1h 16' al día (13,69%), este tiempo se podría reducir con un mayor control del personal, reduciendo este tiempo se incrementaría la productividad diaria.

Los imprevistos se deben sobre todo a la presencia del mal clima (tormentas eléctricas) que impide la realización de la jornada normal de trabajo.

Tabla 7: Composición del tiempo productivo diario en operaciones de corta con motosierra

<i>Componentes del tiempo productivo promedio</i>	<i>Tiempo productivo (cmin)</i>	<i>Tiempo productivo (seg)</i>	<i>% del total</i>
Limpieza y dirección de caída	2100	0h 21'	11,11
Tumbado	6300	1h 03'	33,33
Medición y marcado	3300	0h 33'	17,46
Trozado	7200	1h 12'	38,10
TOTAL	18900	3h 09'	100

Fuente: Elaboración propia

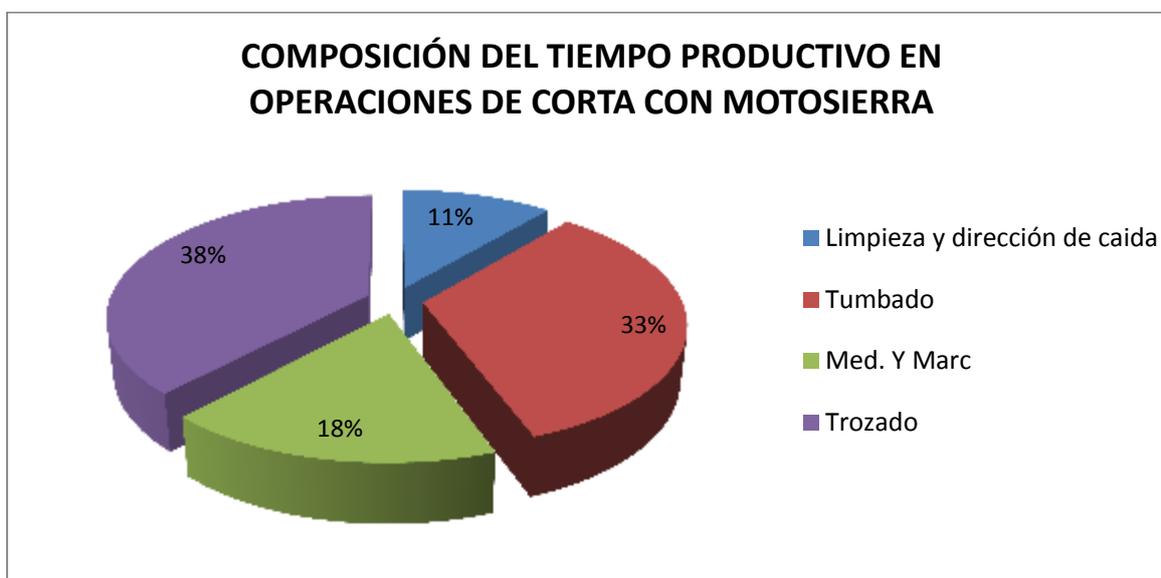


Figura 12: Composición del tiempo productivo diario en operaciones de corta con motosierra

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 7 y figura 12 se observa que la limpieza y determinación de la dirección de caída hacen un tiempo de 2100 centiminutos (0h 21'), lo que representa el 11,11% del total del tiempo productivo, el tumbado representa el 33,33% con un tiempo de 6300 centiminutos (1h 3'), la medición y marcado para el trozado con 3300 centiminutos (0h 33') representa el 17,46% del total del tiempo productivo, el trozado por su parte se realiza en 7200 centiminutos (1h 12') lo que representa al 38,10% del total.

Como se mencionó anteriormente el tiempo efectivo de utilización de la motosierra corresponde solamente al tiempo tumbado y trozado, dando esta suma un total de 13500 centiminutos (2h 15') lo cual representa el 71% del total del tiempo productivo, este tiempo es superior al encontrado por Jara (1984) en un estudio realizado en el valle del Mantaro para una plantación de eucaliptos en el cual el tiempo efectivo, considerando solo el tumbado y trozado, es de 1,36 horas (1h 21'), esto puede deberse a muchos factores entre los que podemos mencionar, el tipo de organización del personal para la jornada diaria, los diámetros y alturas de los árboles a aprovechar, la topografía del terreno, la pericia técnica del o los motosierristas, el clima, entre otros.

A continuación se presenta la tabla 8 y figura 13, en la cual se observa para abastecer de combustible a la motosierra se demora un tiempo promedio de 2000 centiminutos (0h 20') representando el 7,69% del total del suplemento de tiempo, para el caso del afilado de cadena se tiene un total de 1000 centiminutos (0h 10') representando sólo el 5,77% del total del suplemento del tiempo. Un porcentaje importante, es debido al enganche de árboles (35,00%), el cual se debe como se dijo anteriormente a que el bosque no ha tenido ningún manejo, este tiempo (1h 31') además de ser improductivo genera un riesgo de accidente a los operarios pues en su intento de desenganchar el árbol realizan un corte en el fuste sin ningún criterio técnico haciendo que el árbol resbale hasta llegar al suelo, durante esta actividad se desprenden ramas y conos de las semillas del pino las cuales pueden lastimar a cualquier persona que se encuentra cerca causándole un daño físico.

Tabla 8: Composición del tiempo por suplemento diario en operaciones de corta

Componentes del tiempo por suplemento	Tiempo promedio (cmin)	Tiempo promedio (sexag)	%
Abastecimiento de Combustible	2000	0h 20'	7,69
Afilado de cadena	1500	0h 15'	5,77
Enganche de árboles	9100	1h 31'	35,00
Desc. Necesarios	13200	2h 14'	51,54
TOTAL	25800	4h 20'	100,00

Fuente: Elaboración propia

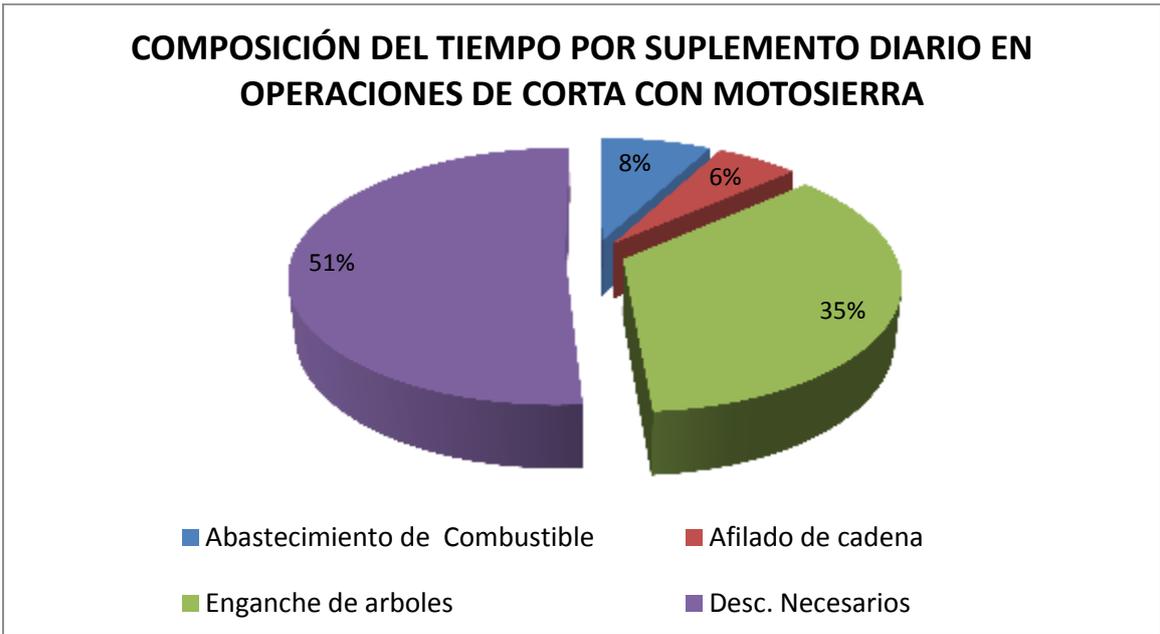


Figura 13: Composición del tiempo por suplemento diario en operaciones de corta con motosierra

Fuente: Elaboración propia

Así mismo podemos ver de la figura 13 que poco más de la mitad del tiempo se debe a descansos necesarios, dentro de los cuales están incluidos el desayuno, almuerzo, tiempos necesarios para recuperar energías luego del desgaste del trabajo y tiempos para realizar necesidades fisiológicas.

Tabla 9: Composición detallada del tiempo de desrame con hacha por jornada

MOTIVO	PROMEDIO (cmin)	PROMEDIO (Sexag)	%
Desrame	19900	3h 19'	35,86
Afilado	2500	0h 25'	4,50
Arreglos mango-elemento cortante	1900	0h 19'	3,42
Desc. Necesarios	18400	3h 04'	33,15
Desc. Innecesarios	9800	1h 38'	17,66
Imprevistos diversos	3000	0h 30'	5,41
Total	55500	9h 15'	100

Fuente: Elaboración propia

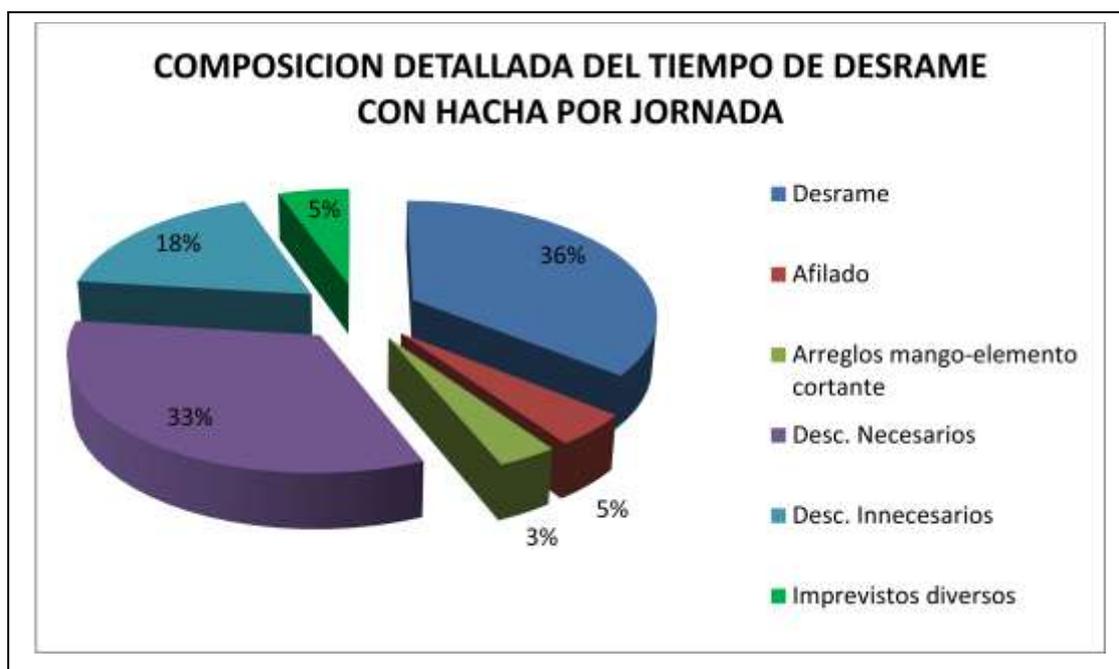


Figura 14: Composición detallada del tiempo de desrame con hacha por jornada

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 y figura 14 podemos observar que del total de la jornada diaria de desrame el 35,86% (3h 19') corresponde al desrame propiamente dicho, es decir a la acción de quitar las ramas del fuste, el afilado abarca el 4,5% del total (0h 25'), esta actividad es muy necesaria ya que con un hacha sin filo el tiempo de desrame sería mayor, el filo se pierde debido a la resina del pino, razón por la cual hay que realizar el afilado constantemente. Los descansos necesarios incluyen también, como en el caso del tumbado y trozado, el tiempo para ingerir alimentos, además de tiempos de descanso pues al ser una actividad que demanda mucho esfuerzo físico es necesario parar cada cierto tiempo para descansar los brazos y recuperar energías, como se observa en la figura 14 este tiempo es el que más abarca del total de la jornada representando un 36%. Los descansos innecesarios son los mismos que se mencionan para el caso de tumbado y trozado, reduciendo este tiempo la productividad diaria se incrementaría.



Figura 15: Secuencia de desenganche de árboles

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 14, la gran cantidad de ramas no permite la caída del árbol apeado.

2.2. ANÁLISIS DE COSTOS

2.2.1. COSTO DE FUNCIONAMIENTO DE LA MOTOSIERRA

Los cálculos realizados para la determinación del costo de funcionamiento de la motosierra (tumbado y trozado) se presenta en el Anexo 1, la información para el cálculo de costos se obtuvo a través de entrevistas y registros al personal del Adefor en lo que refiere al precio de las máquinas, vida útil de la máquina y sus accesorios, consumo de combustibles, lubricantes, días de trabajo al año, forma de pago a la mano de obra, entre otros.

El aprovechamiento forestal en la zona de Porcón se realiza durante todo el año, teniéndose un total de 250 días productivos al año.

ADEFOR tiene determinada que la vida útil de la motosierra es 2 años, por su parte la barra tiene una vida útil de 1 año, el elemento cortante tiene una vida útil de 15 días y que en las condiciones actuales de operación de raleo, el consumo de combustible es de 2,5 galones al día, la cual está preparada en una proporción de 1 parte de aceite de 2T por 20 partes de gasolina (1:20) y el consumo de aceite de lubricación de la cadena es de 1,3 galones por día, lo cual fue verificado durante la estadía en campo.

La estructura de costos de funcionamiento diario de la motosierra se presenta a continuación:

Tabla 10: Composición del costo de funcionamiento diario de la motosierra.

Rubro	S./día	%
Costo de posesión	5,1	3,36
Costo de operación	75,76	49,85
Costo de mano de obra	71,1	46,79
TOTAL	151,96	100

Fuente: Elaboración propia

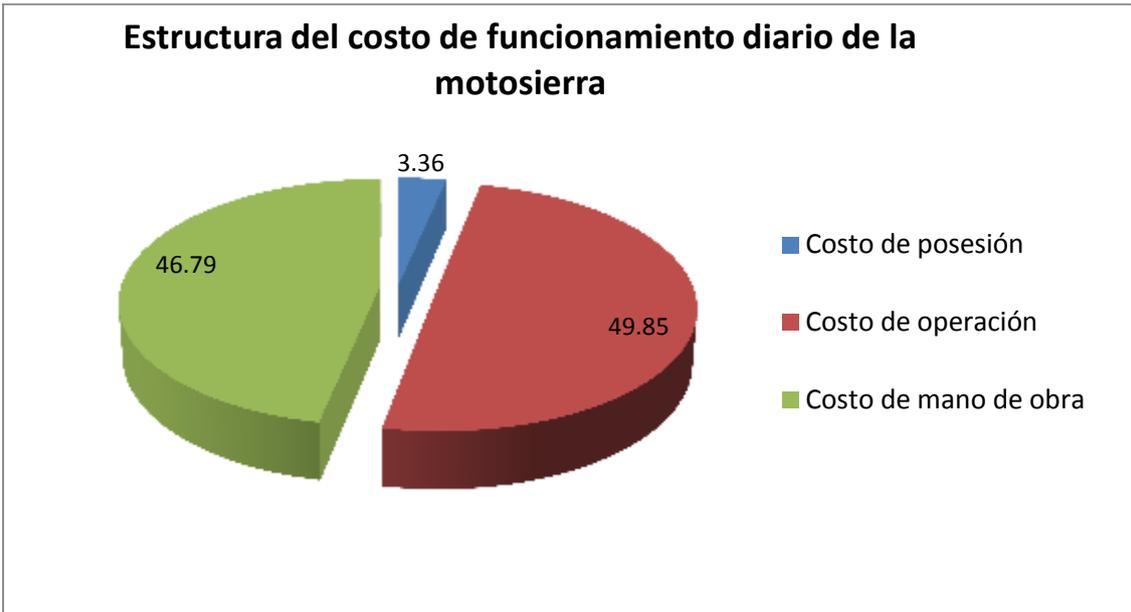


Figura 16: Estructura del costo de funcionamiento diario de la motosierra

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 y figura 16 nos muestra los rubros que involucra el costo de funcionamiento diario de la motosierra, el más importante es el costo de operación el cual representa el 49,8% del total, seguido de cerca por el costo de mano de obra el cual significa el 46,8% del total, finalmente está el costo de posesión con 3,36%.

El costo operación está compuesto a su vez por los componentes que se muestran en la tabla 10.

Tabla 11: Composición del costo de operación diario de la motosierra

Ítem	S./día	%
Barra	1,12	1,48
Cadena	6,0	7,92
Mezcla de combustible	40,3	53,19
Lubricante de cadena	25,4	33,53
Mantenimiento	2,94	3,88
TOTAL	75,76	100

Fuente: Elaboración propia

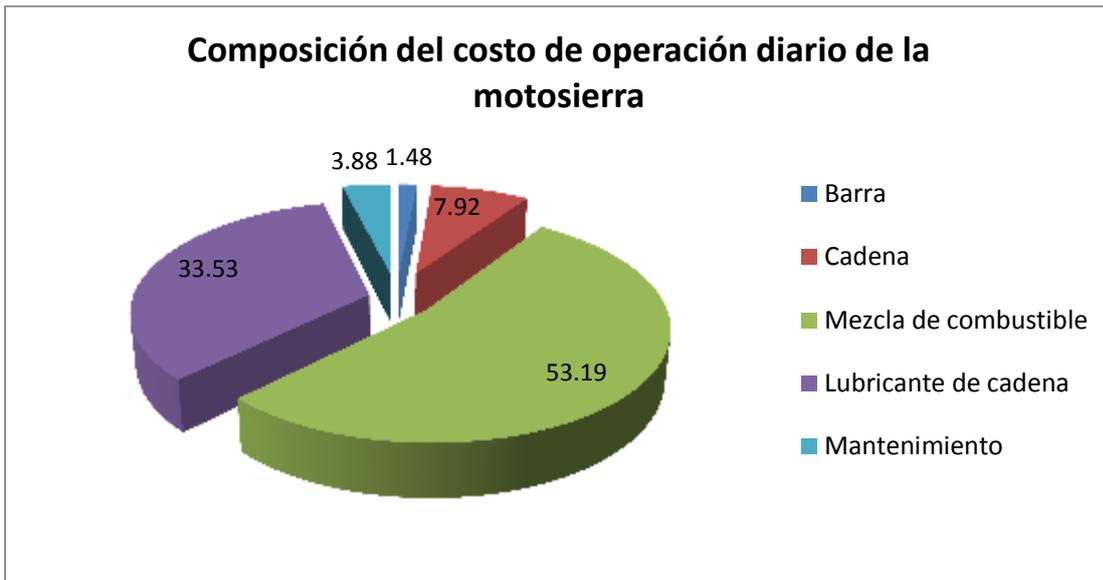


Figura 17: Composición del costo de operación diario de la motosierra.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 11 se observa que el ítem mezcla de combustible es el de mayor incidencia representando más de la mitad del total (53,19%), la lubricación de cadena es el segundo de ítem de mayor incidencia con un 33,53%.

2.2.2. COSTOS UNITARIOS EN OPERACIONES DE CORTA

El costo unitario en operaciones de corta está dado por el costo de funcionamiento de la motosierra por día, las horas efectivas por día, la producción diaria y el pago de la mano de obra. Para el caso de las operaciones de corta en las condiciones actuales de trabajo en la zona de Porcón se determinó un costo unitario promedio de 2,20 S//m³.

2.2.3. COMPOSICIÓN DEL COSTO UNITARIO EN OPERACIONES DE CORTA CON MOTOSIERRA

La estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra (tumbado y trozado) considerando un periodo de trabajo de 250 días al año, 2,25 horas efectivas de trabajo de la motosierra por día y una producción diaria promedio de 69,2 m³/día, se presenta en la tabla 12.

Tabla 12: Estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra

<i>Rubro</i>	<i>S./m³</i>	<i>%</i>
<i>Costo de posesión</i>	0,0737	3,36
<i>Costo de operación</i>	1,0940	49,84
<i>Costo de mano de obra</i>	1,0275	46,80
TOTAL	2,1952	100

Fuente: Elaboración propia

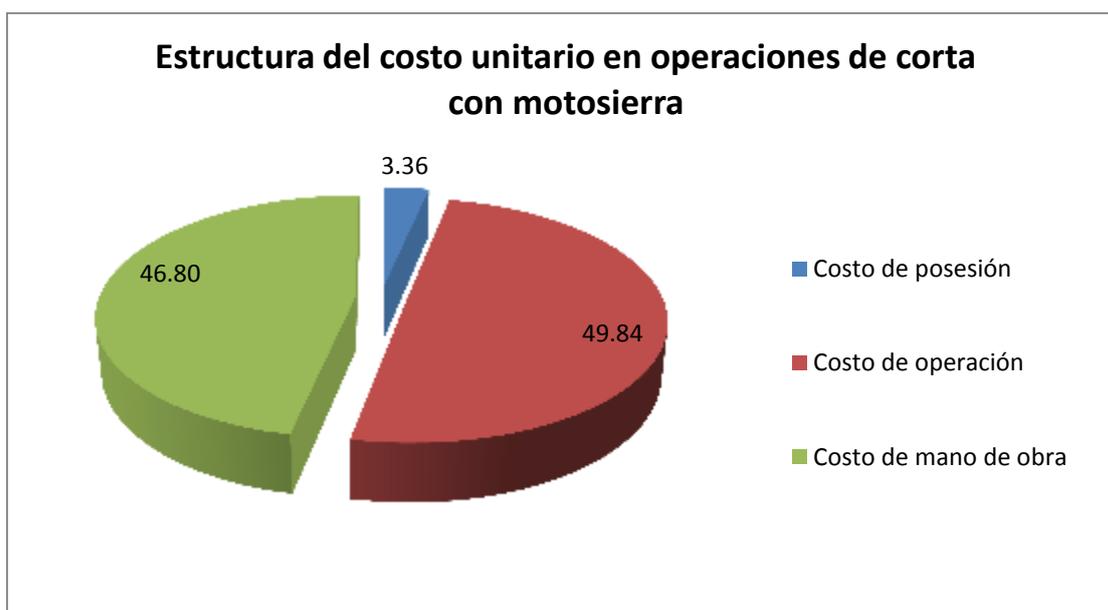


Figura 18: Estructura del costo unitario en operaciones de corta con motosierra

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 12 y figura 18 se observa que el costo unitario, para el tumbado y trozado en las condiciones de trabajo mencionadas, es de 2,195 S./m³, lo cual es superior a lo encontrado por Bozovich y Campos (s/f) para 2 horas efectivas de trabajo en la zona de Oxapampa siendo este costo de 1,52 S./m³, pero este costo corresponde solo al trozado y obedece a las condiciones de trabajo de dicha zona. Así mismo se observa que lo más representativo en la estructura del costo unitario en operaciones de corta es la del costo de operación, la que representa el 49,84% del total, el otro costo con mayor incidencia es el de mano de obra que representa el 46,8% y finalmente es costo de posesión con sólo 3,36%.

De una manera más general se tiene que el costo total diario estaría representado por la siguiente ecuación:

$$CT (\text{día}) = CF (\text{día}) + CVu (\text{día}) * Q (\text{día})$$

Dónde:

- CT: Costo total
- CF: Costo fijo
- CVu: Costo variable unitario
- Q: Producción

Para la zona de estudio sería:

$$CT (\text{día}) = 5,1 + 2,12 * 69,2 = 151,8 \text{ S//.día}$$

2.2.4. COMPOSICIÓN DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO DIARIO DEL HACHA

Tabla 13: Estructura del costo de funcionamiento diario del hacha

<i>Rubro</i>	<i>S//día</i>	<i>%</i>
Costo de posesión	2,6	7,14
Costo de operación	0,2	0,55
Costo de mano de obra	33,64	92,32
TOTAL	36,44	100

Fuente: elaboración propia

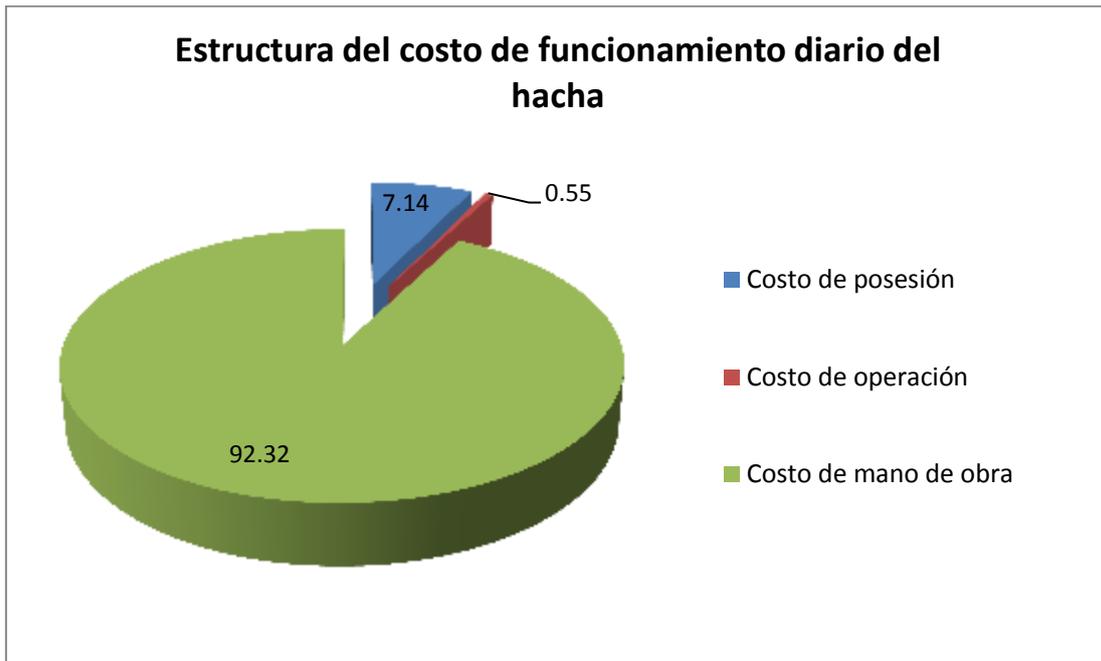


Figura 19: Estructura del costo de funcionamiento diario del hacha

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 13 y figura 19, podemos ver que el costo de mano de obra es el de mayor incidencia con 92,3% del total, seguido de esto está el costo de posesión con 7,14% y finalmente el costo de operación con menos del 1%.

2.2.5. COMPOSICIÓN DEL COSTO UNITARIO DE DESRAME CON HACHA

La estructura del costo unitario del desrame con hacha considerando un periodo de trabajo de 250 días al año, 3h 19' efectivas de trabajo al día y una producción diaria de 15,72 m³, se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14: Estructura del costo unitario del desrame con hacha

<i>Rubro</i>	<i>S./m3</i>	<i>%</i>
<i>Costo de posesión</i>	0,1654	7,14
<i>Costo de operación</i>	0,0127	0,55
<i>Costo de mano de obra</i>	2,1399	92,32
TOTAL	2,3181	100,00

Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Estructura del costo unitario del desrame con hacha

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 14 y figura 20, se observa que el costo unitario para la actividad de desrame en las condiciones actuales de trabajo para la zona de Porcón es de 2,31 S/./m³, siendo el costo de mano de obra el que mayor incidencia tiene dentro de estos costos, representando un 92% del total. Este costo de mano de obra podría reducirse si la productividad aumentara, pero esto se conseguiría reduciendo los descansos innecesarios que en total duran 1h 38' por jornada diaria de trabajo.

V. CONCLUSIONES

- 1) La productividad para el tumbado y trozado encontrada para la zona de Porcón es de 69,2 m³/día, con un tiempo efectivo de utilización de la motosierra de 2 horas 15 minutos. Por su parte la productividad diaria para el desrame con hacha es de 15,72 m³.
- 2) El tiempo total del ciclo en operaciones de corta con motosierra es de 1' 50" estando constituido por el tiempo de limpieza y determinación de la dirección de caída y 10,22%, tumbado 32,44%, medición y marcado para el trozado 16,26% y trozado 41,09%. Así mismo se encontró que el tiempo promedio de desrame con hacha por es de 7' 59" por árbol.
- 3) Se encontró una alta correlación entre el diámetro del árbol y el volumen aprovechable ($r=0,81$)
- 4) El costo de funcionamiento diario de las operaciones de corta con motosierra (tumbado y trozado) es de 151,96 S./día y su costo unitario es 2,20 S./m³ siendo su estructura la siguiente: costo de posesión 3,36%, costo de operación 49,84% y costo de mano de obra 46,8%.
- 5) El costo de funcionamiento diario del desrame con hacha es de 36,44 S./día con una estructura de costos de: Posesión 7,14%, operación 0,55% y mano de obra 92,32%.
- 6) Para la zona de Porcón – Cajamarca se tiene un costo de 4,5 S./m³ de madera tumbada, trozada y desramada.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer estudios sobre la especie *Pinus patula* y demás especies para darle un uso final adecuado de acuerdo a las características de la madera que se está obteniendo del raleo y que se obtendrá de la corta final.
- Se recomienda brindar capacitaciones con más frecuencia a los trabajadores y de manera especial a los que son operadores de máquinas.
- Incidir con más constancia a que los trabajadores usen sus equipos de protección personal sobre todo a los motosierristas usar siempre el casco, orejeras y lentes para evitar lesiones físicas.
- Se recomienda realizar los manejos silviculturales a una edad oportuna con la finalidad de obtener madera de buena calidad.
- Se debe realizar más estudios sobre productividad y costos enfocados a plantaciones pues la información en Perú sobre estos temas es muy escasa

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bozovich, M; Campos R. s/f. Análisis de rendimientos, consumo de combustible y costos en la operación de trozado con motosierra, en una plantación de *Pinus oocarpa* en Oxapampa. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 15 p.
- Calzada, J. 1981. Metodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 644 p.
- Campos, R. 1987. Análisis de productividad y costos en extracciones forestales mecanizadas de la zona de Pucallpa. Tesis (Mg. Sc). Lima, PE, UNALM. 239 p.
- _____ 2012. Apuntes del curso de Aprovechamiento Forestal FCF – UNALM.
- Cárdenas, G. 2001. Reactivación económica o reactivación con desarrollo en el periodo 2001 – 2006. Revista de la facultad de ciencias económicas de la Universidad de San Marcos. Lima. 16 p.
- Carey, P; Figueroa, A; Valenzuela, P. 2006. Evaluación técnica de un sistema tradicional de cosecha en plantaciones de *Eucalyptus globulus* de corta rotación en Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile 27 (3): 272-276.
- Carton, Ch. 1997. Reforestación y manejo de cuencas en la Cat. Atahualpa Jerusalem Granja Porcon. Cajamarca. 11 p.
- Chuquicaja, C. 1992. Extracción forestal mecanizada en la zona de Pichanaki: Productividad y costos. Tesis (Mg. Sc.). Lima, PE, UNALM. 155 p.
- _____ 2013. Apuntes del curso de Economía Forestal FCF – UNALM.
- 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.

- Coronel, M. 2007. Costos forestales. Catedra de Economía y Administración Forestal. Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Santiago del Estero. Consultado el 20 feb. 2016. Disponible en: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-30-Costos-forestales-RENOLFI.pdf>
- Del Pozo, F. 1996. Factor de conversión en Aserrío para productos de raleo en plantaciones de pino patula en Cajamarca. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 90 p.
- Domínguez, J. 2014. Evaluación de la influencia de la precipitación y temperatura en el crecimiento de *Pinus patula* y *Pinus muricata* en plantaciones de la granja Porcón (Perú) a través de técnicas dendrocronológicas. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 79 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1974. La explotación maderera y el Transporte de trozas en el Monte alto Tropical. Roma, IT: FAO.
- _____. 1982. Basic Technology in forest operations. FAO forestry paper. Roma. 85 p.
- FAO, MINAG, PRONAMACHS, DGIS HOLANDA. 1998 Manejo de plantaciones forestales, Lima-Perú.
- Hilf, H. 1963. La ciencia del trabajo. Ed.Rialp. Madrid. 156 p.
- Hicks, D.T, 1997. Activity-Based costing for small and Mid – Sized Businesses. New York.
- Jara, F. 1984. Análisis comparativo de tres métodos de corta usados en la extracción de Eucalipto en el valle del Mantaro. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, UNALM. 120 p.
- Kilander, K. 1966. Logging and timber transportation cost in developing countries and analysis of methodology Stockolm. s.p.
- Leigh, J. et al .1981. Estudio sobre la operación de motosierras en el Perú. Documento de trabajo N° 10. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Lima-Perú. 94 p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PER). 2012. Ley Forestal y de Fauna Silvestre, N° 29763.

- Meza, A. 2005. La operación de corta en el aprovechamiento de plantaciones forestales. Soluciones tecnológicas. Kurú, revista forestal, Costa Rica, 2005. Consultado el 23 Nov. 2015. Disponible en: <https://www.google.com.pe/#q=la+operacion+de+corta+en+el+aprovechamiento+de+plantaciones+forestales>
- 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.
- Miyata, E; Steinhilb, H. 1981. Logging system cost analisis comparison of methods used. North Central Experiment Station. Research Peaper NC – 208. Forest Service. EE.UU. 143 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

CÁLCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO DIARIO DE UNA MOTOSIERRA

Elementos de cálculo:

Valor de adquisición (I)	2500 S/.
Valor de la barra (b)	280 S/.
Valor de la cadena (c)	120 S/.
Vida útil de la motosierra (N)	2 años
Vida útil de la barra (Nb)	1 año
Vida útil de la cadena (Nc)	20 días
Valor de reventa de la motosierra (R)	0 S/.
Interés sobre el capital medio anual (i)	12 %
Mantenimiento y reparación (m)	70 % Depreciación
Días productivos por año (D)	250 Días
Horas efectivas por día (H)	2,25 horas
Relación de mezcla de combustible aceite (a) y gasolina (g)	1 :20
Consumo de combustible diario (Cd)	2,5 gl/día
Consumo de aceite de cadena (Ca)	1,3 gl/día
Precio de gasolina en sitio de extracción (Pg)	14,5 S/./gl
Precio de aceite de motor de 2T (Pa)	48,5 S/./gl
Precio de aceite para cadena (Pac)	19,5 S/./gl
producción promedio por día	69,2 m3/día

Retribución de la mano de obra:

Salario del personal	Motosierrista	Ayudante	Obrero	
Sueldo básico	27	27	26	S/. /día
Beneficios sociales	25	25	25	% del sueldo básico
EPP	1,8	1,8	1,14	S/. /día

Cálculo de costos por día:

1. Costos de posesión (CP)	5,10 S./día
1.1 Depreciación (D)	
$D = I - (b + c)/ND$	4,20 S./día
1.2 Interés sobre la inversión media anual (IIMA)	
$IIMA = ((I - R) * (N + 1) / 2N + R) * (i/D)$	0,9 S./día
2. Costos de operación (CO)	75,76 S./día
2.1. Depreciación de la barra	
b/D	1,12 S./día
2.2 Depreciación de la cadena	
c/Nc	6 S./día
2.3 Mezcla de combustible	
$Cd = (((a * Pa) + ((g * Pg)) / (g + a)) * Cd$	40,3 S./día
2.4 Aceite de lubricación de cadena	
$Ca * Pac$	25,4 S./día
2.5 Reparación y mantenimiento	
70% depreciación	2,94 S./día
3. Costo de mano de obra (CMO)	71,1 S./día
3.1 Motosierrista	35,55 S./día
3.2 Ayudante	35,55 S./día

COSTO DE FUNCIONAMIENTO POR DÍA:

$$CP + CO + CMO = 5,1 + 75,76 + 71,1 = 151,96 \text{ S./día}$$

COSTO UNITARIO POR PRODUCCIÓN:

$$CP + CO + CMO = 0,07 + 1,09 + 1,03 = 2,2 \text{ S./m}^3$$

ANEXO 2

CÁLCULO DE COSTOS DE OPERACIÓN DIARIO DE UN HACHA

Elementos de cálculo:

Valor de adquisición (I)	50	S/.
Vida útil de la motosierra (N)	1	año
Valor de reventa de la motosierra (R)	0	S/.
Interés sobre el capital medio anual (i)	12	%
Días productivos por año (D)	250	días

Salario del personal	Obrero	
Sueldo básico	26	S/. /día
Beneficios sociales	25	% del sueldo básico
EPP	1,14	S/. /día

1. Costos de posesión (CP)	2,6	<u>S/. /día</u>
1.1 Depreciación (D)		
D = I/ND	0,2	<u>S/. /día</u>
1.2 Interés sobre la inversión media anual (IIMA)		
$IIMA = ((I - R) * (N + 1) / 2N + R) * (i/D)$	2,4	<u>S/. /día</u>
 2. Costo de operación	 0,2	 <u>S/. /día</u>
100% depreciación	0,2	<u>S/. /día</u>
 3. Costo de mano de obra (CMO)	 33,64	 <u>S/. /día</u>
2.1 Obrero	33,64	<u>S/. /día</u>

COSTO DE FUNCIONAMIENTO POR DIA:

$$CP + CO + CMO = 2,6 + 0,2 + 33,64 = 36,44 \text{ S/. /día}$$

ANEXO 3

DIÁMETROS PROMEDIO DE TUMBADO A LA ALTURA DE CORTE Y TIEMPOS DE TUMBADO

Árbol	Diámetro promedio a la altura de corte de tumbado (m)	Tiempo de Tumbado (cmin)	Tiempo de tumbado (seg)
1	0,450	78,67	47,2
2	0,335	61,63	36,98
3	0,373	68,82	41,29
4	0,368	81,02	48,61
5	0,310	54,47	32,68
6	0,330	57,72	34,63
7	0,310	50,25	30,15
8	0,248	58,63	35,18
9	0,335	53,98	32,39
10	0,385	76,90	46,14
11	0,300	43,02	25,81
12	0,350	60,18	36,11
13	0,290	50,35	30,21
14	0,313	84,98	50,99
15	0,463	100,33	60,2
16	0,395	73,93	44,36
17	0,375	45,95	27,57
18	0,315	42,92	25,75
19	0,430	77,80	46,68
20	0,350	56,37	33,82
21	0,295	41,08	24,65
22	0,388	56,92	34,15
23	0,310	62,37	37,42
24	0,290	51,97	31,18
25	0,420	62,50	37,5
26	0,360	53,30	31,98
27	0,315	48,73	29,24
28	0,393	66,92	40,15
29	0,285	43,65	26,19
30	0,308	50,28	30,17
31	0,290	52,28	31,37
32	0,290	52,32	31,39
33	0,283	52,45	31,47
34	0,310	62,50	37,5
35	0,323	49,63	29,78

ANEXO 4

DIÁMETROS PROMEDIO DE TROZADO A LA ALTURA DE CORTE Y TIEMPOS DE TROZADO

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (Seg)
1	0,45	5	3
2	0,335	20,2	12,12
3	0,373	20,48	12,29
4	0,368	24,03	14,42
5	0,31	8,33	5
6	0,33	3,87	2,32
7	0,31	3,75	2,25
8	0,248	10,35	6,21
9	0,335	1,43	0,86
10	0,385	9,85	5,91
11	0,3	15,18	9,11
12	0,35	10,53	6,32
13	0,29	11,28	6,77
14	0,313	22,4	13,44
15	0,463	33,98	20,39
16	0,395	24,3	14,58
17	0,375	9,28	5,57
18	0,315	21,05	12,63
19	0,43	13,92	8,35
20	0,35	15,97	9,58
21	0,295	21,37	12,82
22	0,388	25,87	15,52
23	0,31	13,9	8,34
24	0,29	15,52	9,31
25	0,42	10,55	6,33
26	0,36	24,08	14,45
27	0,315	9,6	5,76
28	0,393	20,55	12,33
29	0,285	20,55	12,33
30	0,308	18,35	11,01

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
31	0,29	21,85	13,11
32	0,29	12,98	7,79
33	0,283	11,77	7,06
34	0,31	20,07	12,04
35	0,323	30,57	18,34
36	0,293	14,6	8,76
37	0,21	6,38	3,83
38	0,258	15,2	9,12
39	0,265	14,18	8,51
40	0,228	6,67	4
41	0,26	9,3	5,58
42	0,238	10,67	6,4
43	0,168	9,12	5,47
44	0,203	16,87	10,12
45	0,26	19,58	11,75
46	0,218	8,27	4,96
47	0,225	9,9	5,94
48	0,223	9,63	5,78
49	0,293	14,3	8,58
50	0,305	25,53	15,32
51	0,273	16,12	9,67
52	0,243	17	10,2
53	0,218	13,85	8,31
54	0,29	16,25	9,75
55	0,25	10,32	6,19
56	0,195	12,07	7,24
57	0,263	19,22	11,53
58	0,205	8,52	5,11
59	0,225	11,15	6,69
60	0,265	12,35	7,41
61	0,268	16,98	10,19
62	0,205	14,57	8,74
63	0,265	14,95	8,97
64	0,213	12,48	7,49
65	0,23	8,13	4,88
66	0,223	13,72	8,23

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (Seg)
67	0,223	11,57	6,94
68	0,208	8,98	5,39
69	0,265	10,28	6,17
70	0,248	22,73	13,64
71	0,273	11,27	6,76
72	0,19	6,92	4,15
73	0,243	14,4	8,64
74	0,24	8,98	5,39
75	0,208	7,32	4,39
76	0,233	12,18	7,31
77	0,23	10,33	6,2
78	0,145	9,2	5,52
79	0,19	10	6
80	0,245	17,68	10,61
81	0,203	7,1	4,26
82	0,218	9,45	5,67
83	0,215	9,08	5,45
84	0,285	14,22	8,53
85	0,283	16,07	9,64
86	0,26	15,15	9,09
87	0,223	12,87	7,72
88	0,208	7,58	4,55
89	0,268	12,42	7,45
90	0,233	10,7	6,42
91	0,17	5,43	3,26
92	0,245	13,32	7,99
93	0,165	5,53	3,32
94	0,2	10,12	6,07
95	0,255	11,22	6,73
96	0,243	11,68	7,01
97	0,2	11,88	7,13
98	0,235	13,15	7,89
99	0,198	8,95	5,37
100	0,195	6,13	3,68
101	0,203	8,87	5,32

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (Seg)
102	0,21	11,77	7,06
103	0,19	6,82	4,09
104	0,238	18,4	11,04
105	0,245	15,33	9,2
106	0,255	20,4	12,24
107	0,183	11,63	6,98
108	0,23	37,28	22,37
109	0,225	9,33	5,6
110	0,198	8,75	5,25
111	0,218	11,93	7,16
112	0,218	10,33	6,2
113	0,138	5,2	3,12
114	0,17	7,3	4,38
115	0,235	14,88	8,93
116	0,188	6,97	4,18
117	0,2	5,53	3,32
118	0,193	6,47	3,88
119	0,278	13,4	8,04
120	0,263	15,88	9,53
121	0,253	11,18	6,71
122	0,205	7,72	4,63
123	0,18	6,35	3,81
124	0,253	12,2	7,32
125	0,223	7,95	4,77
126	0,16	3,77	2,26
127	0,233	12,68	7,61
128	0,143	3,67	2,2
129	0,193	10,07	6,04
130	0,238	9,12	5,47
131	0,23	9,08	5,45
132	0,19	9,55	5,73
133	0,23	9,27	5,56
134	0,188	7,1	4,26
135	0,18	6,93	4,16
136	0,19	9,6	5,76

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
137	0,193	8,25	4,95
138	0,178	5,63	3,38
139	0,195	6,08	3,65
140	0,223	13,48	8,09
141	0,233	18,08	10,85
142	0,175	5,8	3,48
143	0,222	23,38	14,03
144	0,22	8,97	5,38
145	0,188	9,93	5,96
146	0,2	14,27	8,56
147	0,2	10,33	6,2
148	0,12	4,4	2,64
149	0,163	6,25	3,75
150	0,22	13,42	8,05
151	0,173	6,13	3,68
152	0,183	5,7	3,42
153	0,18	3,87	2,32
154	0,265	14,05	8,43
155	0,238	13,33	8
156	0,23	15,47	9,28
157	0,195	6,6	3,96
158	0,163	5,62	3,37
159	0,243	10,67	6,4
160	0,195	7,93	4,76
161	0,143	3,87	2,32
162	0,225	14,15	8,49
163	0,123	3,57	2,14
164	0,18	7,18	4,31
165	0,215	7,95	4,77
166	0,208	9	5,4
167	0,175	6,68	4,01
168	0,205	7,92	4,75
169	0,17	4,25	2,55
170	0,168	6,97	4,18
171	0,175	5,92	3,55

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
172	0,18	8,32	4,99
173	0,165	5,18	3,11
174	0,178	6,07	3,64
175	0,2	7,43	4,46
176	0,215	7,68	4,61
177	0,155	5,08	3,05
178	0,2	21,98	13,19
179	0,198	5,43	3,26
180	0,158	3,08	1,85
181	0,185	10,42	6,25
182	0,183	6,88	4,13
183	0,093	2,22	1,33
184	0,145	4,67	2,8
185	0,198	8,97	5,38
186	0,165	5,87	3,52
187	0,165	4,9	2,94
188	0,158	3	1,8
189	0,238	9,55	5,73
190	0,198	9,67	5,8
191	0,205	14,45	8,67
192	0,168	5,05	3,03
193	0,155	3,77	2,26
194	0,223	9,62	5,77
195	0,17	6,9	4,14
196	0,125	3,15	1,89
197	0,213	8,97	5,38
198	0,108	2,28	1,37
199	0,165	8,75	5,25
200	0,188	5,68	3,41
201	0,188	5,75	3,45
202	0,153	4,5	2,7
203	0,188	5,48	3,29
204	0,148	3,43	2,06
205	0,14	6,55	3,93
206	0,145	3,07	1,84

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
207	0,168	5,17	3,1
208	0,148	4,35	2,61
209	0,145	4,97	2,98
210	0,183	6,4	3,84
211	0,183	6,1	3,66
212	0,143	3,68	2,21
213	0,18	6,02	3,61
214	0,18	8,17	4,9
215	0,135	3,02	1,81
216	0,16	6,87	4,12
217	0,158	6,83	4,1
218	0,073	1,93	1,16
219	0,135	6,18	3,71
220	0,19	6,9	4,14
221	0,153	5,72	3,43
222	0,155	2,8	1,68
223	0,143	3,08	1,85
224	0,21	7,97	4,78
225	0,193	7,5	4,5
226	0,19	6,83	4,1
227	0,15	2,75	1,65
228	0,138	3,68	2,21
229	0,198	9,43	5,66
230	0,16	4,05	2,43
231	0,113	1,77	1,06
232	0,188	7,85	4,71
233	0,088	1,9	1,14
234	0,16	5,73	3,44
235	0,165	3,55	2,13
236	0,175	7,63	4,58
237	0,13	3,13	1,88
238	0,17	4,6	2,76
239	0,133	3,38	2,03
240	0,105	3,88	2,33
241	0,118	3,77	2,26

Continuación:

N° Observaciones	Diámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
242	0,138	2,1	1,26
243	0,123	2,12	1,27
244	0,125	3,32	1,99
245	0,155	4,68	2,81
246	0,165	3,85	2,31
247	0,128	3,37	2,02
248	0,158	6,62	3,97
249	0,155	4,23	2,54
250	0,125	3,52	2,11
251	0,138	5,35	3,21
252	0,138	5,93	3,56
253	0,05	1,67	1
254	0,108	4	2,4
255	0,148	6,87	4,12
256	0,13	5,17	3,1
257	0,13	1,58	0,95
258	0,125	2,98	1,79
259	0,188	7,02	4,21
260	0,163	4,63	2,78
261	0,133	4,27	2,56
262	0,175	7,97	4,78
263	0,14	1,97	1,18
264	0,105	1,7	1,02
265	0,168	4,2	2,52
266	0,15	3,68	2,21
267	0,145	5,18	3,11
268	0,138	2,67	1,6
269	0,105	1,77	1,06
270	0,085	3	1,8
271	0,088	2,22	1,33
272	0,11	1,43	0,86
273	0,105	1,47	0,88
274	0,145	2,37	1,42
275	0,14	3,32	1,99
276	0,115	2,88	1,73

Continuación:

N° Observaciones	Díámetro a la altura de corte de trozado (m)	Tiempo de trozado por corte (cmin)	Tiempo de trozado por corte (seg)
277	0,135	9,72	5,83
278	0,085	2,05	1,23
279	0,125	2,33	1,4
280	0,108	4,18	2,51
246	0,165	3,85	2,31
282	0,125	2,47	1,48
283	0,103	1,43	0,86
284	0,163	5,07	3,04
285	0,143	2,58	1,55
286	0,09	1,13	0,68
287	0,15	4,42	2,65
288	0,113	1,45	0,87
289	0,13	2,8	1,68
290	0,085	2,67	1,6
291	0,075	1,37	0,82
292	0,135	1,68	1,01
293	0,105	2	1,2
294	0,08	3,52	2,11
295	0,095	1,77	1,06
296	0,12	2,92	1,75
297	0,075	1,12	0,67

ANEXO 5

LONGITUD DE FUSTE TOTAL Y APROVECHABLE POR ÁRBOL

Árbol	Longitud de fuste aprovechable (m)	Longitud total de fuste (m)
1	20	23
2	20	23,5
3	20	25,4
4	17,5	23,5
5	20	23,5
6	22,5	24,8
7	22,5	24,9
8	20	22,8
9	17,5	21,5
10	20	23
11	17,5	23,3
12	20	24,8
13	17,5	22,8
14	20	26
15	22,5	27,7
16	15	24,5
17	15	21,2
18	20	24,7
19	22,5	26
20	22,5	25,3
21	17,5	20,9
22	17,5	22
23	15	18,5
24	20	25,8
25	15	23,6
26	20	23,4
27	15	20,6
28	17,5	21,8
29	20	22,8
30	17,5	21,9
31	17,5	21,4
32	17,5	22,7
33	17,5	20,5
34	15	19,8
35	20	23,4

ANEXO 6

VOLUMEN APROVECHABLE POR ÁRBOL

Árbol	Volumen aprovechable (m ³)
1	0,9748
2	0,5249
3	0,7909
4	0,7414
5	0,5481
6	0,7129
7	0,6603
8	0,2547
9	0,4583
10	0,8047
11	0,5047
12	0,6003
13	0,5106
14	1,0042
15	1,0448
16	0,7783
17	0,5848
18	0,5168
19	1,0195
20	0,6965
21	0,3731
22	0,7909
23	0,3297
24	0,5611
25	0,7356
26	0,7488
27	0,4515
28	0,7279
29	0,4749
30	0,4571
31	0,4670
32	0,5066
33	0,4319
34	0,5359
35	0,6874

