

ANÁLISIS COMPARATIVO DE EFICIENCIA DE TRES TIPOS DE CADENA EN OPERACIONES DE CORTA

René Campos R.¹
Iván Salvador²

RESUMEN

El uso de la motosierra en la realización de operaciones de corta se encuentra difundido en casi todas las extracciones forestales del país; no obstante esta situación, su uso adolece de una serie de deficiencias las cuales impiden alcanzar una adecuada retribución de la máquina.

Sabido es que el elemento cortante a través de la cadena, determina la eficiencia de la motosierra; en el Perú, la cadena más utilizada corresponde al tipo Chipper o de dientes redondos, pero en el mercado nacional va existen cadenas tecnológicamente más desarrolladas; Chisel y Semichisel, que han dado excelentes resultados en los bosques templados pero en el Perú no han sido probadas.

Ante esta situación se hizo necesario conocer el comportamiento de las cadenas Chipper, Semichisel y Chisel en maderas tropicales.

El estudio permitió determinar que las cadenas Chisel y Semichisel brindan mayores rendimientos que la Chipper; no existiendo diferencia significativa en rendimiento entre las cadenas Chisel y Semichisel. Los costos unitarios en dólares USA en operaciones de corta usando las mismas cadenas fue: Chipper 0.695 \$/m³ Semichisel 0.660 \$/m³ y Chisel 0.645 3 \$/m³.

SUMMARY

The use of chainsaws during felling operations has spread to almost every forestry extraction operation in this country. In spite of this their use is plagued with certain deficiencies which impede the realization of a financial return from the use these machines.

It is well-known that the cutting element of the saw considered determines the efficiency of the chainsaw; the type of chain most widely used in Peru is the Chipper type or with rounded teeth but in the national market there exist chain technology more advanced; Chisel and Semichisel which have given excellent results in temperate forest but which have not been tested in Peru.

Facing this situation it became necessary to determine the performance of Chipper Semichisel and Chisel chains in tropical woods. This study showed whether Chisel and Semichisel chains give a higher yield than a chipper chain; there exists no significant difference in production between Chisel and Semichisel chain. The unit costs in US Dollars in cutting operations using 3 the same chains were: Chipper \$ 0.695/m³, Semichisel \$ 0.660/m³ and Chisel \$ 0.645/m³

INTRODUCCION

El uso de la motosierra en extracciones forestales país se inició los primeros años de la década del 60. Si bien es cierto que al comienzo tuvo algunos inconvenientes, posteriormente fue generalizándose encontrándose actualmente bien difundida. No obstante esta situación el uso de la

¹ Ing. Forestal. Profesor Principal del Departamento de Industrias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina.

² Ing. Forestal Jefe de Extracción Forestal. P.D.R. Pachitea Proyecto Especial Pichis - Palcazú.

motosierra adolece de una serie de deficiencias las cuales no permiten una buena retribución de la máquina, ni una correcta utilización de las divisas empleadas en su adquisición.

Estas deficiencias obedecen a varios factores; entre otros, el poco conocimiento de las marcas y modelos adecuados al trabajo por realizar, y el desconocimiento de los repuestos idóneos que permitirán un incremento en el rendimiento de la máquina.

La información existente sobre motosierras en el país, es de carácter general, la misma enfoca aspectos de rendimientos y costos en las condiciones actuales, pero no se ha investigado sobre posibilidades de mejorar los rendimientos actuales.

Teniendo en cuenta que la cadena determina la eficiencia de la motosierra y consecuentemente los costos operacionales. El uso de cadenas apropiadas a las características de las maderas que se procesan, repercutirán ventajosamente en la economía de las operaciones de corta.

En el país la cadena de motosierra más utilizada corresponde al tipo Chipper o de diente redondo la cual tiene como mayor ventaja su facilidad de mantenimiento; pero en el mercado nacional ya existen cadenas tecnológicamente más desarrolladas que han dado excelentes resultados en los bosques templados: Cadenas Chisel y Semichisel.

Estas cadenas no se usan en el país por desconocimiento de su eficiencia en maderas tropicales y porque la técnica de mantenimiento es poco conocida.

En el presente estudio se analiza el comportamiento de las cadenas; Chipper, Semichisel y (Anises, trabajando en condiciones de extracción forestal, en bosques nativos del país.

REVISION BIBLIOGRAFICA

Introducción de la motosierra en el Perú

La motosierra fue introducida en el país a fines de la década del 60 como herramienta alternativa del hacha y trozadora (11).

Los adelantos logrados en el mundo con la aparición de sistemas antivibratorios y de encendido electrónico, constante disminución del peso de la máquina y la aparición de cadenas más perfeccionadas y con dispositivos de seguridad, han hecho que hoy en día se cuente con motosierras que permitan alcanzar altos rendimientos y que ofrecen mayor seguridad (6).

Rendimientos y costos de la motosierra en operaciones de corta

Los rendimientos alcanzados en operaciones de corta con motosierra en el país, han sido determinados por los siguientes autores: Campos y Christiansen (5), realizaron un estudio comparativo de rendimientos y costos entre el hacha, la trozadora y la motosierra; en dicho estudio determinaron que el rendimiento de la motosierra supera al del hacha y de la trozadora.

De igual forma los costos unitarios con la motosierra son menores que los del hacha y la trozadora.

Según Campos (4), el rendimiento de la motosierra en Selva Baja en las operaciones de corta es de 45 m³ por día, con 5 horas efectivas de trabajo por jornada; menciona además, que el costo de las operaciones de corta es de 0.60 USA \$/m³

Leigh y otros (9), mencionan que el rendimiento de una motosierra varía notoriamente, según la mayor o menor incidencia de ciertos factores, como: la eficiencia del operador, las dimensiones de los árboles, la dispersión de los árboles comerciales, la forma de la base del fuste, la densidad del sotobosque, la topografía del terreno, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la distancia entre el campamento y la zona de trabajo. Asimismo, determinaron, que el rendimiento promedio de una motosierra en operaciones 3 de corta en la zona de Iquitos es de 50 m³ /día en la zona de Pucallpa es de 46 m³/día, y en la zona de Tingo María y Aucayacu es de 25m³ /día.

Partes fundamentales de una motosierra

La motosierra consta de dos partes fundamentales (6).

A. *Unidad Motriz* - Que está compuesta por:

- a. Motor
- b. Sistema de encendido
- c. Sistema de carburación
- d. Sistema de transmisión de fuerza; y el Sistema de arranque.

B. *Elemento cortante*. Que está compuesto de:

- a. Piñón
- b. Barra; y
- c. Cadena

La Cadena

Diseño

La cadena es la parte fundamental, que recibe el movimiento del motor y ejecuta el trabajo de corta en una motosierra, de nade sirve un motor excelente si la cadena no trabaja adecuadamente (6). El eslabón cortante es la parte fundamental de la cadena y de su afilado depende el buen rendimiento de la motosierra (10).

Tipos de Cadena

Las cadenas pueden clasificarse bajo dos formas:

A. *Por el Perfil del Diente*

Todos los autores coinciden al mencionar que existen tres tipos de cadena básicas, de acuerdo al perfil del diente.

- a. Cadena de diente redondo.
- b. Cadena de diente semicuadrado.
- c. Cadena de diente cuadrado.

B. Por el Sistema de Ensamble

Las cadenas se pueden clasificar de la siguiente manera (6):

a. *Cadena Standar* Son aquellas que están ensambladas, de tal forma que, los eslabones guías están separados solamente por un eslabón lateral a cada lado.

b. *Cadena Especial*.- También denominada "SKIP", se caracteriza por tener mayor distanciamiento entre los eslabones cortantes.

c. *Cadena de Seguridad* - Estas cadenas se diferencian del resto, porque utilizan eslabones cortantes guías o laterales de diseño especial para reducir el efecto del rebote de la motosierra.

Tipos de Diente o Eslabones Cortantes

A. Diente Redondo

Es el tipo primitivo de eslabón cortante, el cual contribuyó enormemente al desarrollo de la motosierra, en el Perú es el más usado (6). Este diente es potente y resistente adecuado para ser usado en motosierras profesionales y de uso doméstico (13).

B. Dientes Semicuadrados

Presenta un perfil semicuadrado, aplanado y más delgado lateralmente produciendo menor resistencia al corte (13), consecuentemente permite alcanzar altos rendimientos (10), el inconveniente que tiene este tipo de diente es su afilado que es complicado; sin embargo cuando se cuenta con el equipo necesario puede efectuarse fácilmente (6).

C. Diente Cuadrado

Presenta un perfil cuadrado, la forma de la paleta rectangular, con aristas agudas; características que permiten una resistencia de corte mínimo y una buena calidad de corte (13); cadenas con dientes cuadrados se usa comúnmente en las motosierras utilizadas en otros países; por su eficiencia en remover más madera en cada corte, ya que nunca corta dos veces una misma fibra; estos tipos de dientes tienen como desventaja la dificultad del afilado, sin embargo si se tiene el equipo adecuado resulta tan fácil como ocurre en los dientes redondos (6).

Vida Útil de la Cadena

La vida útil de las cadenas se expresa en horas efectivas de trabajo, la información disponible en el país, sobre este aspecto, difiere; así tenemos que INFOR - COTESU (10) asigna una duración de 180 horas efectivas, es decir de 6-8 semanales en tumbado y trozado; 100 horas o sea de 3-4 semanas en tala rasa y tableado de trozas para parquet y 360 horas es decir 12 semanas en descortezado de trozas. Según Honda (9), la vida útil de la cadena cuando se trabaja en apertura en carreteras forestales es de 150 horas. Córdova y Frisk (7) asigna una vida útil a la cadena de 250 horas cuando se trabaja en tumbado y trozado. Campos (4) estima que la vida útil de la cadena y para la Selva Baja es de 150 horas efectivas.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de ejecución

El presente estudio se llevó a cabo en el bosque del Asentamiento Rural Forestal "Alexander von Humboldt" ubicado en:

Departamento : Huanuco
Provincia : Pachitea
Distrito : Honoría

Materiales y Equipos

Para la primera parte del estudio "Comparación de la eficiencia de las cadenas", se utilizaron árboles de las siguientes especies forestales:

"Chimicua" *Pseudolmedia laevis* (R. y P.) Mcbr.

"Huayruro" *Ormosia coccinea* Jacks.

"Manchinga" *Brosimum alicastrum* Sw.

"Pumaquiuro" *Aspidospema macrocarpon* Mart.

Cuyas densidades oscilan en el rango 0.61 -0.75 gr/cm³ (densidad alta).

La segunda parte del estudio "Determinación del costo en Operaciones de Corta", se realizó con información obtenida de extracciones de la zona, que aprovechan diversas especies de madera comercial.

Equipos y Herramientas

- 1 Tractor Forestal CAT. 518, 120 HP, SAE
- 3 Motosierra Sthil 1070
- 12 Cadenas de Motosierra
 - 4 cadenas Chipper
 - 4 cadenas Semichisel
 - 4 cadenas Chisel
- Cronómetros con división centesimal
- 1 calculadora
- 1 pie de rey
- 1 cinta diamétrica
- 3 cintas metálicas de 3 m
- 3 machetes
- 6 galoneras
- 3 equipos de afilado y mantenimiento
- 3 cuñas
- Utiles de escritorio

Metodología

Comparación de la Eficiencia de Tres Tipos de Cadenas

Para determinar la eficiencia de las cadenas se realizó un estudio de rendimientos, midiendo tiempos efectivos en operación de trozado por el método continuo, haciendo uso de un cronómetro con división centesimal, a su vez se midió el diámetro promedio del fuste cortado para determinar las superficies de corte.

Diseño Experimental

Para el presente estudio se empleó el Diseño de Bloques Completamente al AZAR (D.B.C.A.).

Siendo:

- Factor : Cadena
- Nivel del factor o Tratamiento : Cadena Chipper, Semichisel y Chisel
- Material experimental : Trozas de las especies: Chemicua, Huayruro, Manchinga y Pumaquiro.
- Unidad experimenta : Trozas
- Variables en estudio : Superficie de corte, en m² /minuto.

Para comparar los promedios de tratamiento se empleó la prueba de significación de Duncan.

Rendimiento Diario de una Motosierra en Operaciones de Corta

El rendimiento diario de una motosierra en operaciones de corta se realizó mediante registro de los volúmenes de madera producida diariamente, durante 8 jornadas de trabajo; utilizándose simultáneamente 3 motosierras cada una de las cuales operó con uno de los tipos de cadenas estudiadas.

El volumen de las trozas fue calculada

Mediante la fórmula de Smalian:

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

Donde:

$$V = \text{Volumen m}^3$$

$$A = \text{Área basal mayor m}^2$$

$$a = \text{Área basal menor m}^2$$

$$L = \text{Longitud m}$$

Determinación del Tiempo Operativo Diario y Consumo de Combustible y Lubricante de la Motosierra

El tiempo operativo diario de la motosierra se determinó tomando los tiempos en que la motosierra funcionaba, y el consumo de combustible y lubricante, midiendo el remanente de los mismos al final de cada jornada de trabajo.

Determinación del Tiempo Operativo Diario y Vida Útil de las Cadenas

Para la determinación del tiempo operativo diario y vida útil de cada una de las cadenas estudiadas, se tomaron diariamente los tiempos en que se realizan los trabajos de corte esta operación se continuó, día tras día desde su puesta en servicio hasta que los dientes alcanzaron una longitud de 4mm, medida con pie de rey; cuando los dientes alcanzaron esta longitud las cadenas se desecharon.

Determinación del Costo de las Operaciones de Corta

Para el cálculo de costos de las operaciones de corta, se empleó el método establecido por la Sección de Aprovechamiento Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Aparte de los elementos del cálculo obtenido en el presente estudio, se procedió a obtener información sobre ciertos elementos de cálculo, que para la zona han sido dados por distintos autores en trabajos de investigación específicos, luego se procedió a coleccionar información adicional relacionada con precios de combustibles, lubricantes, repuestos y otros.

CUADRO No. 1
RENDIMIENTO DE TRES TIPOS DE CADENA EN CUATRO
ESPECIES FORESTALES

Especies Forestales	Rendimientos m ² / minuto		
	CadenaChipper	CadenaSemichisel	CadenaChisel
Chimicua	0,249	0,324	0,350
Huayruro	0,358	0,384	0,390
Manchinga	0,310	0,337	0,357
Pumaquiro	0,381	0,415	0,444
X	0,324	0,365	0,385

X = Promedio.

CUADRO No. 2
ANALISIS DE VARIANCIA

Fuente de Variabilidad	SC	GL	CM	FC	SIG
Bloques	195,39	3	65,13	25,59	
Tratamientos	76,54	2	38,27	15,03	
Error	15,27	6	2,55		
TOTAL	287,20	11	--	--	--

* Significativa.

CUADRO No. 3
COMPARACIONES ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

Comparaciones entre promedios	d	P	ALS(D)	Comparaciones d Vs ALD (S)	sig. = 0.05
0.385 - 0.365	0,200	2	0,024		N.S.
0.385 - 0.324	0,061	3	0,025		*
FO. 36-5 - 0.324	0,041	2	0,024		*

* Signif icativa.

Cadena Chisel
0,385

Cadena Semichisel
0,365

Cadena Chipper
0,324

CUADRO No. 4

RENDIMIENTO DIARIO DE UNA MOTOSIERRA CON TRES TIPOS DE CADENA

Tipos de Cadena	Volumen (M3)		No de árboles	
	X	S	X	S
Chipper o de diente redondo	41,60	1,96	8,13	1,45
Semichisel o de Diente Semicuadrado	40,89	2,79	8,50	1,31
Chisel o de diente cuadrado	41,29	4,54	8,38	1,40

S = desviación Standar

CUADRO No. 5
TIEMPO OPERATIVO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE DE UNA MOTOSIERRA CON TRES TIPOS DE CADENA POR DIA

Tipos de Cadena	Tiempo Operativo		Consumo	Consumo de lubricantes
	Mint.	Horas.	e mezcla Combust	
Chipper o de diente redondo	59,87	1,00	12,50	125
Semichisel o de Diente Semicuadrado	53,16	0,89	2,22	1,11
Chisel o de diente cuadrado	50,40	0,84	2,10	1,05

CUADRO No. 6
TIEMPO OPERATIVO DIARIO Y VIDA UTIL DE TRES TIPOS DE CADENA

Tipo de Cadena	Tiempo Operativo		Vida Util	
	Mint.	Horas	Horas	Jornada de Trabajo
Chipper o de diente redondo	35,98	0,60	9,60	16
Semichisel o de diente cuadrado	31,90	0,53	9,53	18
Chisel o de diente cuadrado	30,25	0,50	9,56	19

CUADRO No. 7
COSTO DE FUNCIONAMIENTO DIARIO DE UNA MOTOSIERRA Y DE LAS
OPERACIONES DE CORTA, CON TRES TIPOS DE CADENA

Tipo de Cadena	Cost. de Posesión US.\$/d	Cost. de Operación US.\$/d	Cost. de mano de Obra US.\$/d	CostoTotal US.\$/d	Prod.Diaria m 3 /d	Costo por m 3		%
						US.\$	S/.	
Chipper	3,37	15,05	10,08	28,5	41	0,695	5.351,5	100
Semichisel	3,37	13,61	10,08	27,06	41	0,660	5.082	94,96
Chisel	3,37	12,98	10,08	16,43	41	0,645	4.967	92,80

1 Dólar de EE.UU. Soles (Marzo 1985).

Publisor

RESULTADOS

Comparación de la Eficacia de Tres Tipos de Cadena

En el Cuadro No. 1 y en los Gráficos No. 1 y No. 2, se presentan los rendimientos de las Cadenas Chipper, Semichisel y Chisel, expresados en metros cuadrados de área cortada por minuto, en cuatro especies forestales.

La interpretación estadística de los resultados se muestra en los Cuadros No. 2 y No. 3.

Rendimiento Diario de una Motosierra en Operaciones de Corta

El rendimiento diario de una motosierra en operaciones de corta, con tres tipos de cadena se presenta en el Cuadro No. 4.

Tiempo Operativo y Consumo de Combustible y Lubricantes de una Motosierra por Día

Los resultados del tiempo operativo y el consumo de combustible y lubricantes por día se muestran en el Cuadro No. 5 y en el Gráfico No. 3.

Tiempo Operativo Diario y Vida Útil de Tres Tipos de Cadena

Los resultados del tiempo operativo y el consumo de combustible y lubricantes por día se muestran en el Cuadro No. 5 y en el Gráfico No. 3.

Costo de las Operaciones de Corta

Los costos de las operaciones de corta, utilizando tres tipos de cadenas se muestran en el Cuadro No. 6.

DISCUSION

Eficiencia de Tres Tipos de Cadena

La eficiencia alcanzada por la cadena Chisel, se explica por forma del eslabón cortante, cuadrado, más delgado lateralmente de aristas agudas y la paleta rectangular; lo cual garantiza una resistencia mínima al corte, remueve mayor cantidad de madera y no corta dos veces una misma fibra. El rendimiento de la cadena Semichisel se debe también a la forma del eslabón cortante, semicuadrado, aplanada lateralmente y la paleta casi rectangular, estas características hacen que ofrezca menor resistencia al corte y remueva mayor cantidad de madera. La cadena Chipper es de menor eficiencia que las anteriores por la forma redonda de sus eslabones cortantes, los cuales debido a que exponen una mayor superficie de contacto, presentan una mayor resistencia al corte, además remueve menos cantidad de madera que las otras dos cadenas.

En cuanto al comportamiento de la cuatro especies forestales, con respecto a los tres tipos de cadena, se observa que las especies Huayruro y Pumaquiرو ofrecen menor resistencia al corte que la Chemicua y la Manchinga, debido a que estas dos última especies presentan abundante látex, sustancia pegajosa que se impregna en los diente de la cadena, quitándoles el filo y dificultando la circulación de la cadena sobre lo barra.

Rendimiento de una motosierra en operaciones de corta

El rendimiento real de una motosierra en operaciones de corta en el país es poco conocido; generalmente se compara en base a los rendimientos logrados en otras zonas y/o en otras épocas. Uno de los factores que influyen en el rendimiento de la motosierra, es la forma como se retribuye el trabajo del operador cuando se paga por producción al rendimiento diario que oscila entre 8,000 - 10,000 pt es decir 36.36 - 45.45 m³/día dependiendo de los siguientes factores, eficiencia del operador, diámetro y altura de los árboles por tumbar, forma de base del fuste; densidad del sotobosque topografía del terreno, condiciones climáticas y distancia entre el campamento y la zona de trabajo.

En el Cuadro No. 4, se muestra el rendimiento de una motosierra con tres tipos de cadena; se puede observar que no existe diferencia significativa en el rendimiento diario, no obstante haberse demostrado que las cadenas Chisel y Semichisel son mas efectivas que la cadena Chipper, esto debido a que psicológicamente el operario fija de antemano su producción por día condicionándolos al salario que percibe. El trabajo con las cadenas Chisel, exigen menor tiempo efectivo de corte por día para completar la tarea diaria lo cual se traduce a su vez, en un ahorro de energía por parte de los operarios, aspecto que es de gran importancia si se tiene en cuenta que los trabajadores de la zona, tienen deficiencias calóricas en las dietas alimenticias que ingieren.

Tiempo Operativo Diario de una Motosierra.

En el Cuadro No. 5, se muestran los tiempos operativos diarios de una motosierra con los tres tipos de cadena estudiadas, en una jornada de 8 horas de trabajo; considerándose como tiempo operativo aquel en que la motosierra se encontraba en funcionamiento.

Para una producción de 41 m³ de madera rolliza por día el tiempo operativo de la motosierra es el siguiente: con la cadena Chipper 1 hora, con la cadena Semichisel 0.89 horas, con la cadena Chisel 0.84 horas; la diferencia de tiempo con la jornada de 8 horas es utilizada en: desplazamiento del campamento a la zona de trabajo, ubicación en los árboles por tumbar, limpieza de la basa fuste del árbol, determinación de la dirección de caída, afilado de la cadena, relleno de los tanques de combustible y lubricación de la cadena, descansos y otros tiempos suplementarios.

Consumo de Combustible y Lubricante de la Cadena de una Motosierra

Los trabajos previos, realizados sobre operaciones con motosierras por Campos (4), Leigh (9) y Córdova (7), citan valores de consumo de combustible de 0.44, 0.45 y 0.50 galones por hora respectivamente y el consumo de lubricante para la cadena es 0.22, 0.25 galones por hora, estos valores los obtuvieron en base a encuestas en la zona de extracción y considerando 5 horas efectivas de trabajo de la motosierra.

En el presente trabajo se ha determinado que el tiempo operativo diario de la motosierra con la cadena Chipper es de 1 hora, con la Semichisel 0.89 horas y con la Chisel 0.85 horas, consumiendo diariamente 2.5, 2.22 y 2.10; galones de combustible, mientras que el consumo de lubricante de cadena es de 1.25, 1 -11 y 1.05 galones respectivamente.

En los tres casos el consumo de combustible de la motosierra por hora fue de 1.5 galones y el de lubricante de cadena de 1.25 galones por hora.

Tiempo Operativo por Día y Vida Útil de las Cadenas

La vida útil de la cadena depende principalmente del afilado, tensado, lubricación, técnica de trabajo, especie forestal y tiempo operativo diario. Trabajos previos realizados sobre motosierras por Campos (4) INFOR - COTESU (10) y Córdova (7) citan para la cadena supuestamente Chipper y en operaciones de corta, un tiempo operativo diario de 5 horas y una vida útil de 150, 180 y 250 horas respectivamente, mientras que Leigh (11) cita una vida útil promedio de 2.5 meses.

Estos valores corresponden a una evaluación de la vida útil de la cadena considerando los tiempos efectivos e inefectivos de trabajo y no al tiempo efectivo del corte de las cadenas como demuestra en el Cuadro No. 2 donde el tiempo operativo por día de las cadenas Chipper, Semichisel y Chisel es de 35.98, 31.90 y 30.25 minutos y la vida útil de las mismas es de 9.60, 9.56 y 9.55 horas lo que traducido en trabajo normal representa 16, 18 y 19 días respectivamente, para las condiciones donde se efectuaron los estudios.

Costo de Operaciones de Corta

El costo de las operaciones de corta determinado por Campos (4), para las zonas de Selva Baja es de 0.60 US\$/m³ utilizando supuestamente una cadena Chipper. En el Cuadro No. 7, se puede observar que el costo de las operaciones de corta, utilizando una cadena Chipper es de 0.695 US\$/m³ con una cadena Semichisel 0.660 US\$/m³ con una cadena Chisel 0.645 US\$/m³. Estos valores son diferentes debido al costo de funcionamiento diario de la motosierra, que es la suma de los costos de posesión, operación y mano de obra; como en el presente trabajo se utilizó una motosierra con tres tipos de cadenas: Chipper, Semichisel y Chisel, se obtuvo diferentes costos de funcionamiento diario. Los costos de posesión y mano de obra en los tres casos son los mismos; pero los costos de operación difieren, debido a los siguientes factores:

- Vida útil de las cadenas, la vida útil de la cadena Chipper es de 16 días, de la cadena Semichisel 18 días y de la cadena Chisel 19 días normales de trabajo.
- Vida útil del piñón; se tiene por norma que por cada 2 cadenas se debe utilizar un piñón; por lo tanto, la vida útil del piñón según el tipo de cadena es de 32, 36 y 38 días, respectivamente.
- El tiempo operativo diario de la motosierra, este tiempo difiere según el tipo de cadena, con una cadena Chipper trabaja diariamente una hora, con una Semichisel 0.89 horas y con una cadena Chisel 0.81 horas, dependiendo de la eficiencia del tipo de cadena. Este factor es el más importante porque tiene influencia en el consumo de combustible y lubricante de la cadena.

CONCLUSIONES

- Las cadenas Chisel y Semichisel son más eficientes en rendimientos que la cadena Chipper, no habiendo diferencia significativa en rendimiento entre las cadenas Chisel y Semichisel.
- Las especies forestales "Pumaquiro" y "Huayruro", ofrecen menos resistencia al corte, porque presentan abundante látex, sustancia que se impregnan en los dientes de las cadenas, quitándoles el filo y dificultando la circulación de la cadena sobre la barra.
- El rendimiento promedio de una motosierra en las operaciones de corta es de 41 m³/día y el número promedio de árboles tumbados y trozados es ocho, utilizándose indistintamente cualquier tipo de cadena.
- El tiempo operativo diario de la motosierra, en las operaciones de corta en la cadena Chipper es de 1 hora (59,87 minutos) con la cadena Semichisel 0,89 horas (53,16 minutos) y con la cadena Chisel 0,84 horas (50,40 minutos).

- El consumo diario de combustible (mezcla gasolina - aceite) y lubricante del elemento cortante de una motosierra, como la utilizada en el estudio (STHILL 070), está en función del tiempo operativo diario. Si la motosierra opera con la cadena Chipper, consumo de combustible es de 2 galones y el consumo de lubricante cadena es de 1.25 galones si opera con la cadena Semichisel el consumo combustible es de 1.11 galones y si opera con la cadena Chisel el consumo de combustible es de 2.10 galones y consumo de lubricante de la cadena de 1.05 galones. Debe indicarse que en los tres casos, el consumo de combustible por hora es de 2.5 galones y lubricante de cadena es de 1.25 galones/hora.
- El tiempo operativo diario de las cadenas Chipper, Semichisel y Chisel es 35.98, 31.90 y 30.25 minutos respectivamente.
- La vida útil de la cadena Chipper en tiempo operativo es de 9.60 horas, equivalente a 16 jornadas de trabajo; de la cadena Semichisel es de 9.53 horas equivalente a 18 jornadas de trabajo y finalmente, de la cadena Chisel es de 9.56 horas equivalente a 19 jornadas de trabajo.
- El costo de las operaciones de corta utilizando la cadena Chipper es de S/. 5,351.50 / m³ (US\$ 0.695/m³) utilizando cadena Semichisel es de S/ 5,082 /m³ (US\$ 0.66 do la cadena y utilizando la cadena Chisel es de S/. 4,966.50/m³ (US\$ 0.64 5 /m³).

BIBLIOGRAFIA

1. AROSTEGUI, A. Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de Maderas Peruanas, Proyecto PNUD/FAO/PER/8/002, Documento de Trabajo No. 2, Lima, 1982, 57 p.
2. AROSTEGUI, A., GONZALEZ, V. y SATO, A. (1980-81), Propiedades Tecnológicas y Usos de la Madera de 40 Especies del Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Revista Forestal del Perú, Vol. X No. 1, 3 - 82p.
3. CALZADA, B. Métodos Estadísticos para la Investigación Editorial Jurídica S.A., Lima, Perú. 1970, 643 p.
4. CAMPOS, R. Estructura de los Costos de Extracción y Transporte de Madera Rolliza en la Selva Baja, Proyecto PNUD/FAO/PER/81002, Documento de Trabajo No. 6, Lima, Perú, 1983, 71 P.
5. CAMPOS, R. y CRISTIENSEN, P. 1967. Estudio Comparativo de Tres Métodos de Corte y Trozado de Árboles con Relación al Grado de Dureza, Revista Forestal del Perú, Vol. No. 1, 29-47 P.
6. CAMPOS, R. y FRISK, F. Manual de Motosierras, Proyecto PNUD/FAO / PE R 78/003. Lima. 1979, 28 p.
7. CORDOVA, N. y FRISK, T. Estudio de Rendimiento Potencial y Extracción Forestal en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003, Documento de Trabajo No. 1, Lima, 1979,28p.
8. ENCARNACION, F. Nomenclatura de las Especies Forestales Comunes en el Perú, Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002, Documento de Trabajo No. 7, Lima 1983, 149 p.
9. HONDA, O. Estudio de Comportamiento de la Tela Soportante Typer en la Construcción de Caminos Forestales en la Zona de Pucallpa, Tesis Ingeniero Forestal. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, 1983, 91 p.

10. INFOR - COTESU, Curso de Manejo y Mantenimiento de Motosierra I, Programa Forestal de Capacitación y Divulgación Pucallpa, 1983, 97 p.
11. LEIGH, J. BEZADA, A. y FRISK, T .Estudio sobre las operaciones de Motosierras en el Perú, Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de Trabajo No. 10. Lima, 11981,94p.
12. OREGON, Cadenas para Motosierras, Manual de Conservación.
13. STHILL, Cadenas y Espadas.

