

Estudio Comparativo del Hacha y Sierra de Arco en Operaciones de Corta

René Campos ⁽¹⁾ y Jan Zimmerman ⁽²⁾

Resumen

Dada la gran cantidad de árboles de pequeño diámetro: 20-40 centímetros que es necesario cortar para poder extraer los de valor comercial en los bosques nativos, se ha estudiado el rendimiento del hacha, herramienta con la cual se ejecuta normalmente dicha operación, en comparación con la sierra de arco, herramienta poco conocida en nuestro medio.

La comparación se efectuó en maderas de tres clases de dureza: blanda, semidura y dura. Los resultados obtenidos nos indican que la sierra de arco ofrece rendimientos muy superiores a los del hacha en los tres tipos de madera y por tanto menores costos.

Summary

In order to extract a tree of commercial value in the tropical high forest it is often necessary to cut a big number of smaller trees with diameters between 20 and 40 centimeters

In this study the yield of the axe, the traditional tool for this operation, is compared with the bow-saw, little known in the country.

The comparison was made for wood of three categories of hardness: soft, semi-hard and hard. The results indicate that the bow-saw gives a much higher production than the axe and consequently lower unit cost.

Introducción

Las herramientas usadas en operaciones de corta (tumbado y trozado de árboles) son varias, teniendo cada una de ellas rendimientos determinados y demandando su utilización esfuerzos fisiológicos específicos. Es por tanto normativo que la ejecución de dichas operaciones se realicen con herramientas que en condiciones similares, permitan obtener rendimientos mayores y consecuentemente menores costos.

En los bosques nativos de la región oriental peruana, las herramientas más difundidas para efectuar las operaciones de tumbado y trozado son de preferencia el hacha y secundariamente la trozadora y motosierra; esto en lo que se refiere a la obtención de trozas para la industria, cuyo diámetro mínimo es aproximadamente de 50 centímetros. Pero para ejecutar operaciones diferentes a aquellas de tumbado y trozar árboles que luego serán procesados por una determinada industria, se emplea exclusivamente el hacha; es decir para operaciones como rozado en la construcción de trochas y caminos forestales o simplemente en el rozado previo para convertir una área boscosa en agrícola. Esta operación de rozado es normalmente ejecutada en dos fases; una primera de limpieza cortando los árboles y arbustos de pequeñas dimensiones con machete y luego el tumbado de árboles mayores con el hacha.

¹ Profesor Auxiliar del Departamento de Industrias Forestales.

² Experto de F.A.O

Teniendo en cuenta que normalmente en nuestros bosques se necesita construir trochas o viales de varios cientos de metros para sacar un árbol, el trabajo de tumbar cientos de árboles pequeños para extraer uno comercial incide grandemente en el costo total de extracción. Se estima que por cada 15 pies tablares de madera comercial a extraer de los bosques de selva baja es necesario construir un metro lineal de trocha de cuatro metros de ancho, o en otras palabras, que por cada metro cúbico de madera en troza se precisa construir 14 metros de trocha del mismo ancho, asumiendo un rendimiento en madera aserrada de 220 pies por metro cúbico de madera en trozas.

Cuando se trata de bosques de la selva alta es necesario construir deslizaderos para extraer la madera comercial; también es frecuente construir palizadas sobre terreno húmedo con el propósito de estabilizar carreteras. Esta clase de obras demanda el tumbado y trozado de árboles de pequeñas dimensiones en una cantidad difícil de estimar y que en la actualidad se efectúa íntegramente con hacha.

Tratando de emplear una herramienta con mayor rendimiento para esta clase de operaciones o para cualquier otra que por sus condiciones se asemeje, es decir tumbar árboles de 20 a 40 centímetros, o trozarlos, se realiza este trabajo comparativo entre dos herramientas; por un lado el hacha, sumamente conocida en nuestros bosques y, de otro la sierra de arco, herramienta que si bien es poco conocida en nuestro medio, ha tenido gran difusión en otros países, donde hoy, por el alto grado de mecanización alcanzado, se la usa en menor escala.

La comparación es de rendimientos en operaciones de corta sobre tres clases de dureza de madera.

Dado el gran diámetro de nuestra madera comercial, no es posible utilizar la sierra de arco para cortar árboles cuyo diámetro sea mayor que la altura de la misma; sin embargo, en ciertos casos puede ser útil complemento del hacha, sobre todo teniendo en cuenta que su transporte no representa dificultad alguna por ser sumamente liviana.

Es de gran interés también, citar la posibilidad de usar la sierra de arco en operaciones de corta en bosques de eucaliptos, ya que las dimensiones comerciales de esta especie en nuestro medio, se adaptan perfectamente a la altura de los arcos corrientes. Actualmente el tumbado y trozado en bosques de eucaliptos se efectúa con hacha y/o trozadora, necesiándose para operar con esta última dos obreros; como la sierra de arco es manejada por una sola persona es de suponer un mayor rendimiento con respecto a la trozadora.

Los trabajos de campo fueron ejecutados en el bosque de la Unidad Técnica de Capacitación Forestal del Programa de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria, La Molina, situada sobre la margen izquierda del río Huallaga a 70 Kms al Norte de la ciudad de Tingo María, distrito de José Crespo Castillo, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco.

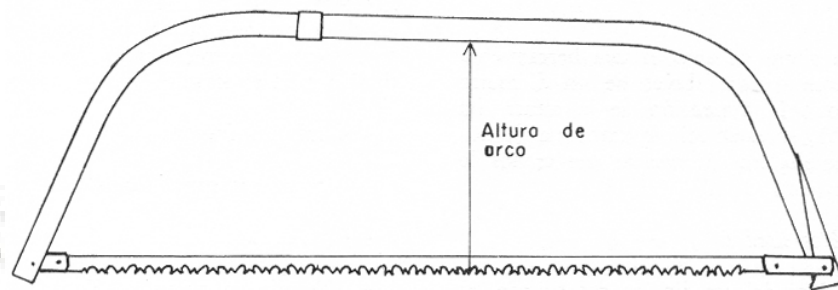
La época en que se ejecutaron los trabajos de campo fue en el mes de abril, es decir, durante la época lluviosa.

Materiales y Métodos

Herramientas e instrumentos

2 Sierras de arco marca Sandvik, arco telescópico de acero, sección ovalada (Fig. 1). Dimensiones: Largo 90 - 105 cms. Altura 30 cms.

- 2 Hojas de sierra marca Sandvik, largo 100 cms, ancho 20 mm (dos dientes cortantes por un despejador).
- 2 Hachas de 1400 gr de peso, de tipo convencional (Fig. 2)
- 2 Cuñas.
- 3 Machetes.
- 2 Relojes cronómetros de mano con dimensión centésima.
- 1 Forcípula de acero.
- 1 Cinta métrica de 2 metros.

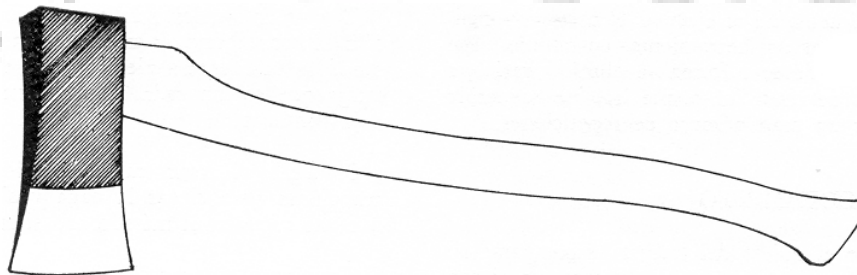


SIERRA DE ARCO



TIPO DE DIENTES DE HOJA USADA

Fig. Nº 1



HACHA

Fig. Nº 2

Mano de obra

Para efectuar el trabajo se escogió dos obreros de contextura mediana que representaran el tipo medio de la región; se los adiestró convenientemente en el manejo de la sierra de arco y se les impartió algunas recomendaciones en cuanto a movimientos para aumentar su rendimiento con el hacha.

Tratando de obtener los datos más exactos, se hizo partícipe a los obreros de la importancia del trabajo y de la necesidad de que ellos trabajasen a un ritmo normal; es decir, sin desplegar

esfuerzos excesivos ni adquirir un ritmo demasiado lento, en otras palabras, aquel que produce una fatiga natural que es compensada por el descanso y que no perjudica al hombre sano.

Método

Como la sierra de arco es una herramienta diseñada para cortar árboles de un diámetro aproximado a la dimensión de la altura del arco (Fig. 1), se estableció la categoría de 20- 30 cms y se eligieron árboles de tres grados de dureza.

a) Variables usadas

Las variables del estudio los constituyen las dos herramientas empleadas y el grado de dureza de la madera, es decir, madera dura, semidura y blanda.

Luego:

2 herramientas
3 clases de madera
5 repeticiones
 $2 \times 3 \times 5 = 30$ cortes

b) Estudio de tiempos

En condiciones como las expuestas, el tiempo es la medida más exacta para expresar el rendimiento de cada una de las herramientas, obteniéndose así una superficie de corte determinada por unidad de tiempo.

Se utilizó el estudio de centiminutos por la facilidad que en los cálculos permite.

c) Fases de la operación

Se consideró únicamente la fase correspondiente al corte propiamente dicho haciendo abstracción de las operaciones preparatorias como son: eliminación de obstáculos, limpieza del lugar de corte, medición, etc., ya que estas operaciones son comunes y se efectúan con la misma intensidad al ejecutar el corte con cualquiera de las dos herramientas en estudio. Por otro lado, de esta forma se eliminó variables difíciles de controlar o que hubiese requerido efectuar un gran número de repeticiones.

PROCEDIMIENTO

Como el objeto del trabajo es comparar las dos herramientas por su rendimiento en el corte, no fue necesario compararlas en el tumbado, sino solamente en el trozado, ya que de lo contrario se hubiese precisado tumbear más árboles, cosa que no era necesario, por lo que se eligieron sólo tres árboles sobre los cuales se llevó a cabo el estudio.

Los mismos fueron:

- *Iryanthera* spp. (Cumala colorada)
- ¿.....? (Limón caspi)
- *Terminalia oblonga* (Yacushapana)

- D. ap. 26 sms (blanda)
- D. ap. 26 cms (semidura)
- D. ap. 30 cms (dura)

Determinados los árboles se los tumbó en la dirección más adecuada, a fin de permitir un trabajo libre de obstáculos. Posteriormente, se desarmó y ejecutó la limpieza correspondiente, marcando en cada árbol los diez cortes por efectuar, cinco con hacha y cinco con sierra de arco. Estos cortes fueron intercalados, es decir, a un corte con hacha siguió uno con sierra de arco y viceversa.

Se hicieron pruebas para determinar el intervalo de fatiga con ambas herramientas, habiéndose determinado en cinco minutos de trabajo continuo.

Ejecución del trabajo

Con las herramientas perfectamente mantenidas y en horas de la mañana se empezó el trabajo, uno de los obreros hizo uso de la sierra de arco y otro del hacha; posteriormente, para eliminar el factor personal se realizó el cambio de herramientas.

Durante la ejecución de la operación de corte, sólo se cronometró el trabajo efectivo, no teniéndose en cuenta suplementos de tiempo por fatiga que se dio cada cinco minutos de trabajo continuo.

Se consideró como trabajo efectivo las interrupciones para clavar la cuña y abrir la ranura de corte en el método con sierra de arco.

Terminada la operación de corte, se midió el diámetro promedio obtenido de dos mediciones perpendiculares.

Resultados

En el Cuadro N° 1, se dan los resultados obtenidos en centésimos de minuto por metro cuadrado para ambas herramientas y para cada clase de dureza de madera.

ANALISIS ESTADISTICO

El estudio estadístico para la interpretación de los resultados se presenta en el análisis de la variancia del Cuadro N° 2.

Esto muestra que hay significancia entre cada una de ellas o sea, que pertenecen a tres poblaciones independientes.

En herramientas, habiendo dos clases, no fue necesario hacer la prueba de Duncan, bastando con la prueba de F que muestra alta significancia.

CUADRO N° 1. Tiempo en centésimos de minuto por metro cuadrado

Herramienta	HACHA			SIERRA DE ARCO			
Tipo de madera	Blanda	Semidura	Dura	Blanda	Semidura	Dura	
Repetición N°1	8088	8905	11983	5424	2091	3192	
N° 2	6746	7730	13036	4539	2009	3462	
N° 3	5652	7855	12739	4116	1995	3033	
N° 4	5402	7583	13488	4184	1899	2372	
N° 5	5328	5872	11176	3196	1752	2331	Totales
Interacciones	31216	37945	62422	21459	9746	14290	177,078
Herramientas		131,583			45,495		177,078
Maderas	Blanda 52,675		Semidura 47,691		Dura 76,712		177,078

CUADRO N° 2. Analisis de la varianza

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	E. (CM)	
				F. Obs	F. Cal.
Herramientas	1	247,083,125	247,083,125	283.1	8.1 4.35**
Tipo de madera	2	48,161,202	24,080,161	27.6	5.85 3.49**
Interacción	2	73,669,083	36,834,542	42.2	5.85 3.49**
Error	20	17,450,847	872,542		

** Significativo al 0.01 N.S. No significativo
 * Significativo al 0.05 Coeficiente de variabilidad: 15.8%

CUADRO N° 3 Prueba de Duncan para tipos de madera.

P	2		3	
AES (D)	0.05	0.01	0.05	0.01
Sx 295.4	3.2	4.6	3.24	4.8
ALS (D)	945.28	1358.84	657.00	1435.6
4,769.10	5,671.50		7,671.20	
I	II		III	

CUADRO Nº 4. Prueba de Duncan para interacciones

	2		3		4		5		6	
AES (D)	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
Sx 295.4	3.93	6.51	4.01	6.8	4.02	6.9	4.02	7.00	4.02	7.1
ALS (D)	1641.6	2719.2	1675.00	2840.4	1679.2	2882.1	1679.2	2923.9	1672.2	2965.7
Hacha/ Madera dura I	Hacha/ Mad.S. Dura II		Hacha/ Madera blanda III		S.arco / Mad. Blanda IV		S. arco/ Madera dura V		S. Arco / Mad. S. dura VI	
12484	7589		6243		4292		2858		1949	

Discusión

Los resultados encontrados indican que la ventaja de la sierra de arco sobre el hacha es altamente significativa, como se puede ver en el análisis de la variancia del Cuadro Nº 2. Esto se debería a que el principio de corte para las dos herramientas es diferente; el hacha trabaja cortando las fibras perpendicularmente por sucesivos golpes, mientras que la sierra de arco lo hace aserrando, es decir, cortando y desalojando la viruta al mismo tiempo, debido a la división de trabajo entre dientes.

Los resultados obtenidos con el hacha en el caso de madera dura son altamente significativos con respecto a los conseguidos en madera semidura y blanda. Esto ocurre debido a que el hacha, en el caso de madera dura, por cada golpe penetra una profundidad menor que en el caso de madera blanda y semidura, por efecto de la mayor resistencia, necesitándose un mayor número de golpes o movimientos para efectuar un corte.

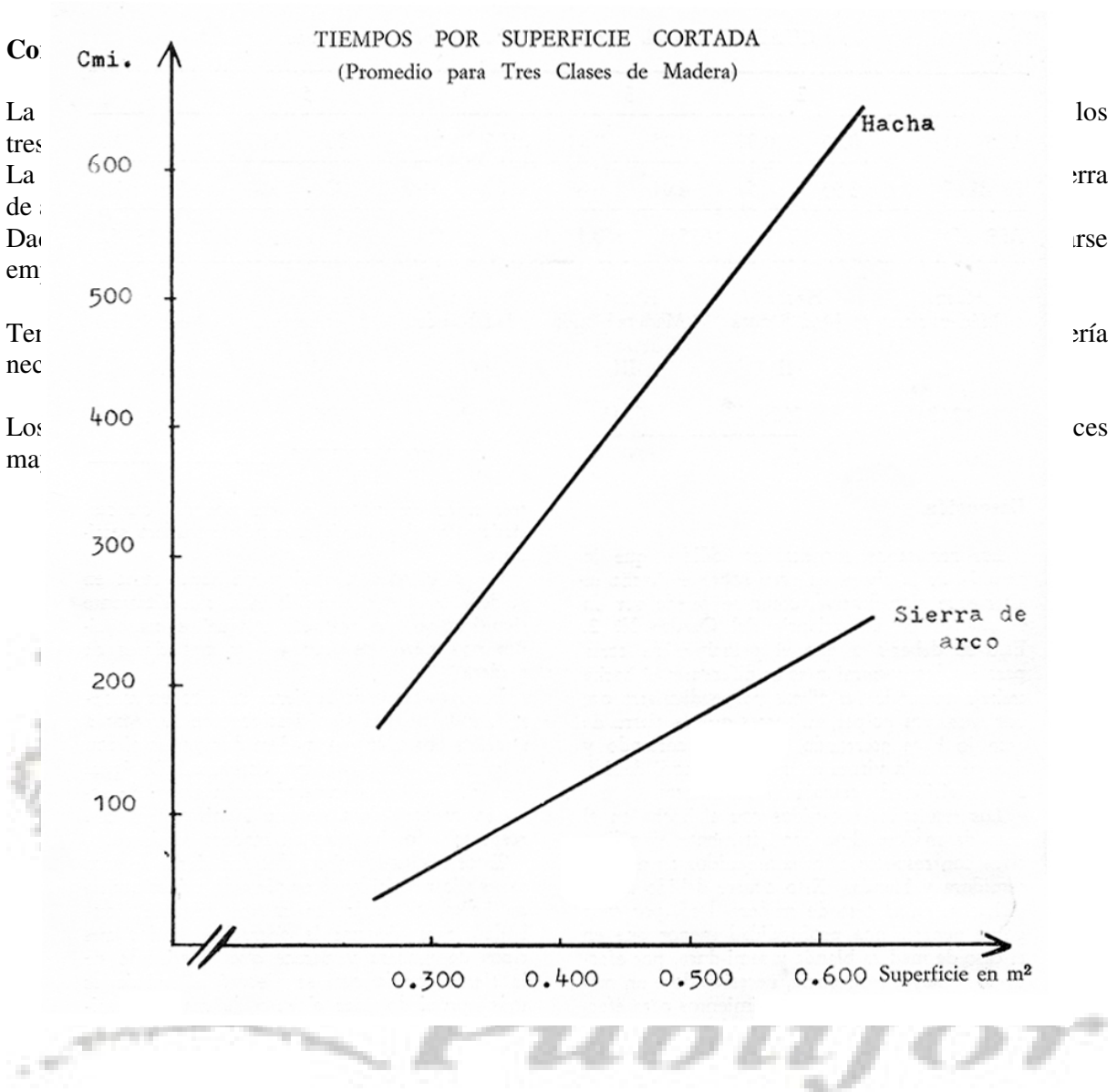
También los resultados del hacha en madera dura son altamente significativos con respecto a los de sierra de arco en los tres tipos de madera.

Los resultados encontrados para el hacha en madera semidura y blanda no son significativos. Esto es debido posiblemente a que si bien, la dureza de estos dos tipos de madera representan poblaciones diferentes, la diferencia en dureza existente parece no influenciar en forma significativa en *lo* referente a resistencia a la penetración del hacha; o al menos del hacha que sirvió para el estudio, la cual fue usada en los tres tipos de madera y que por sus características se adapta más al corte de madera semidura.

Los resultados obtenidos con hacha tanto en madera semidura como blanda son altamente significativas con respecto a aquellos conseguidos con sierra de arco en las tres clases de madera.

Los resultados de la sierra de arco en madera blanda no son significativos con respecto a aquellos obtenidos en madera dura, pero sí con respecto a los de madera semidura. De igual manera aquellos encontrados con sierra de arco en madera dura no son significativos con respecto a los hallados en madera semidura.

Estos resultados obtenidos con sierra de arco se explican debido al empleo de un solo tipo de hojas, es decir, un mismo triscado (trabado) para ejecutar la operación en los tres tipos de madera y parece que el triscado de la sierra con la cual se ejecutó el trabajo es más apropiado para el caso de madera semidura, menos adecuado para madera dura y deficiente para el caso de madera blanda.



AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. José Giles S. por su colaboración en el análisis de los resultados y a todas las personas que de alguna manera han colaborado en la ejecución de este trabajo.

Bibliografía

- 1.- MUNDEL, M. 1960. Motion and time study. U.S.A., Prentice Hall.
- 2.- HUBERT, H. H. 1963. La ciencia del trabajo. Madrid, Rialp.
- 3.- CAMPOS, R y CHRISTIANSEN, P. 1967. Estudio comparativo de tres métodos en el corte y trozado de árboles con relación al grado de dureza. Revista Forestal del Perú, Vol. 1, N° 2, Lima.
- 4.- S.D.A. 1960. Redskapsbok. Estocolmo.