

ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES MÉTODOS DE CORTA USADOS EN LA EXTRACCIÓN DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO *

Ing. René Campos Romero¹ Br. Félix Jara Chumpitaz²

RESUMEN

La actividad forestal en el Valle de Mantaro constituye una fuente generadora de empleo y riqueza muy importante a nivel de la zona y del país. El abastecimiento de madera rolliza de eucalipto a las plantas industriales se efectúa utilizando técnicas poco apropiadas que dan como resultado ineficiencia y altos costos unitarios (se estima que más del 95% del eucalipto producido en este valle es *Eucalyptus globulus*).

El presente estudio tiene como objetivo determinar los rendimientos y costos unitarios en operaciones de corta de eucalipto con los sistemas de corta en uso: hacha-motosierra, hacha-trozadora de dientes iguales y el sistema hacha-trozadora de dientes diferenciados, que no es conocido en la zona. Además, determinar la tecnología más apropiada a usar en dichas operaciones teniendo en cuenta: aspectos socio-económicos, calidad de la mano de obra disponible, características de los bosques y otros.

Los rendimientos diarios y costos unitarios encontrados para los sistemas estudiados son: hacha - motosierra: 37 m³ (r)/día, con un costo de 1.07 US \$/m³ (r); hacha - trozadora de dientes iguales: 16 m³ (r)/día, con un costo de 1.01 US \$/m³ (r); y para el sistema hacha-trozadora de dientes diferenciados: 22 m³ (r) /día, con un costo de 0.51 US \$/m³ (r).

La existencia en la zona de un elevado índice de desempleo y subempleo de la mano de obra económicamente activa, unida a los costos unitarios más bajos que proporciona el sistema hacha-trozadora hacen que dicho sistema constituya la tecnología más apropiada para realizar las operaciones de corta.

SUMMARY

Forestry is an important activity in the Mantaro Valley, providing employment and contributing to the welfare of the region and thus, of the country. Harvesting and supply of Eucalyptus roundwood is being done using inappropriate techniques which result in inefficiency and high unit costs (it has been estimated that more than 95 o/o of eucalyptus produced in this valley is *Eucalyptus globulus*).

The present study is directed to determine yields and costs per unit of cutting operations under the following systems presently used: ax-chainsaw, ax-handsaw of even teeth and ax-handsaw of uneven teeth, which is unknown in that region. Also, this work evaluates which technique is the most appropriate considering such factors as social and economic aspects, quality of available manpower and characteristics of the forest, among others.

The daily yields and costs per unit encountered for Eucalyptus roundwood were as follows: axe-chainsaw: 37 m³ /day and 1.07 US\$/m³; ax-handsaw of even teeth: 16 m³ /day and 1.01 US\$/m³, and ax-handsaw of uneven teeth: 22 m³ /day and 0.51 US\$/m³.

¹ Profesor Principal. Departamento de Industrias Forestales.

² Bachiller en Ciencias Forestales.

The present unemployment and sub employment indexes of the economically active population together with the lower unit costs provided by the ax-handsaw systems, renders this to be the most suitable for the cutting operation in this region.

INTRODUCCION

El Valle del Mantaro constituye uno de los principales centros de producción forestal en el Perú; aporta aproximadamente el 90% de la producción nacional de madera aserrada de eucalipto (92,581 m³), especie que además ocupa uno de los primeros lugares en la producción nacional de madera aserrada.

No obstante esta importancia, los conocimientos que se tienen sobre la actividad forestal en general, y la extracción y transporte, en particular, son muy escasos consecuentemente las empresas dedicadas al abastecimiento de madera rolliza no trabajan con la eficiencia debida ni pueden tomar decisiones oportunas.

Ante este contexto es necesario analizar la actividad de extracción y transporte forestal en sus diferentes fases, determinando rendimientos y costos con la tecnología en uso e identificando los principales factores que las condicionan. Se hace necesario así mismo buscar la tecnología más apropiada de acuerdo a características sociales, económicas y otras de la zona.

En el presente trabajo se analizan las operaciones de corta: tumbado y trozado de eucalipto en la zona, efectuando una comparación de rendimientos y costos entre los sistemas hacha-motosierra, hacha - trozadora de dientes iguales y hacha-trozadora de dientes diferenciados. Teniendo en cuenta la existencia en la zona de un alto índice de desocupación y subempleo, se hace un análisis general de la dinámica poblacional y las relaciones de producción existentes con el propósito de determinar la tecnología más apropiada a utilizar en la realización **de las operaciones** de corta.

La información que se brinda, permitirá a las empresas extractoras planificar y organizar mejor las operaciones de corta, teniendo como objetivo alcanzar costos mínimos en la actividad.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de ejecución

El presente trabajo se realizó en el Valle del Mantaro; políticamente comprende las provincias de Huancayo, Concepción y Jauja ubicadas dentro del departamento de Junín. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 110 46' 48" y 120 04' 20" Latitud Sur y entre los meridianos 75° 12' 44" y 76° 30' 13" Longitud Oeste, a una altitud que va desde los 3,200 a 4,200 m.s.n.m.

Materiales y equipo

- Formularios especialmente preparados para estudio de tiempos.
- Formularios especialmente preparados para encuestas.
- Forcípula graduada en centímetros. - Cronómetro marca Seiko.
- Trozadora de dientes iguales de 1.20 m de longitud.
- Trozadora de dientes iguales de 1.80 m de longitud.
- Motosierra marca Stihl modelo 070.
- Hacha de 2 Kg. de peso, línea de filo convexa.
- Comba: peso: 4 Kg.
- Cuñas de fierro, de 2.50 cm de diámetro y 20 cm de longitud.

- Equipo de mantenimiento de trozadora.
- Soga, de 2.50 cm de diámetro y 50 m de longitud.

Métodos y procedimientos

De acuerdo a las herramientas utilizadas en las operaciones de corta, las extracciones de la zona fueron clasificadas en dos grupos: extracciones que utilizan motosierra - hacha. De cada uno de estos grupos se tomó al azar una extracción donde se realizaron estudios de tiempos para determinar rendimientos.

Con el propósito de contar con información representativa de la zona sobre: condiciones de trabajo, estado y mantenimiento de las herramientas, parámetros para cálculo de costos y otros, se colectó información a través de encuestas formuladas a los dueños de plantaciones y de empresas extractoras, entrevistas a personal de las extracciones y funcionarios técnicos de la zona.

Estudio de rendimientos

Con el objeto de comparar la eficiencia en el corte de madera de eucalipto de los sistemas actualmente en uso en la zona: trozadora de dientes iguales-hacha, trozadora de dientes diferenciados-hacha y motosierra-hacha, se realizaron estudios de tiempo con cada sistema en función del diámetro y manteniendo condiciones de trabajo similares a fin de que se eliminen aquellas variables difíciles de evaluar o que hubiesen demandado un ilimitado número de repeticiones.

Para la medición del tiempo se empleó un cronómetro de marca Seiko con aproximación al décimo de segundo. Las condiciones de las herramientas fueron: trozadora de dientes iguales, en condiciones promedio de la zona; trozadora de dientes diferenciados, con especificaciones adecuadas al tipo de madera por cortar: triscado 0.25 mm, profundidad de los dientes despejadores 0.40 mm y relación dientes cortantes despejadores 2:1; motosierra estado promedio de la zona y hacha estado promedio de la zona.

El personal utilizado en la realización de las operaciones fue obreros de la zona, quienes tienen buen entrenamiento físico, pero que adolecen de una formación profesional adecuada adquirida a través de cursos formales de capacitación; su experiencia es fruto del autoaprendizaje.

El estudio de tiempos fue realizado midiendo tiempos efectivos totales y tiempos inefectivos totales; dentro de éstos últimos se consideró tiempos inefectivos necesarios y tiempos inefectivos no necesarios.

Diseño experimental

En la operación de tumbado se empleó un diseño "Completamente al azar con arreglo factorial" de la forma 3 x 4; el primer factor corresponde a herramientas y el segundo factor a clases diamétricas, con 8 repeticiones. En la operación de trozado se empleó el mismo diseño pero de la forma 3 x 3 y con 35 repeticiones; este mayor número de repeticiones es debido a la facilidad para la toma de datos en esta operación.

También se hace una comparación de medias entre tratamientos de mayor interés, mediante la prueba de Scheffé.

Determinación de las curvas de rendimientos

Con la información brindada por el estudio de tiempos, se determinó las ecuaciones de las curvas de rendimientos para cada uno de los sistemas estudiados mediante el método de los Cuadrados Mínimos.

Determinación de costos

La determinación de los costos de funcionamiento diario de los equipos empleados, y los costos unitarios, se hizo en base al método de cálculo establecido por la Sección de Aprovechamiento Forestal de la UNA, tomando en cuenta los parámetros de cálculo que se presentan con mayor frecuencia en la zona.

RESULTADOS

Los resultados del estudio de tiempos en operaciones de tumbado y trozado de eucalipto utilizando motosierra - hacha, trozadora de dientes diferenciados - hacha y trozadora de dientes iguales - hacha se presentan en los Cuadros 1 y 2 respectivamente, donde se muestran los tiempos utilizados por día de trabajo para cada uno de los sistemas en estudio; a su vez se indica la incidencia, en porcentaje, de estos tiempos con respecto al turno de trabajo.

Los tiempos efectivos totales y promedios por categoría diamétrica y para cada uno de los sistemas de corta en estudio, en las operaciones de tumbado y trozado, se presentan en los Cuadros 3 y 4 respectivamente, expresados en segundos.

Los costos unitarios de producción en operaciones de corta de eucalipto para la zona se presentan en el Cuadro 5; a su vez se presenta la incidencia de cada rubro en el costo total.

Análisis estadístico

El ANVA de los efectos principales de la operación de tumbado se da en el Cuadro 6, en el cual podemos apreciar que el comportamiento de los sistemas es altamente significativo, obligándonos a realizar el ANVA de los efectos simples, los mismos que se muestran en el Cuadro 7. Las comparaciones de medias entre tratamientos de mayor interés se muestran en el Cuadro 8.

El ANVA de los efectos principales en trozado se da en el Cuadro 9, en el cual apreciamos que el comportamiento de los sistemas es altamente significativo, obligándonos a realizar el ANVA de los efectos simples, los mismos que se muestran en el Cuadro 10.

Las curvas de rendimientos en las operaciones de corta para cada una de las herramientas se presentan en la figura 1 a 6.

CUADRO 1 TIEMPOS EFECTIVOS POR DIA EN TUMBADO DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO

Herramientas	MOTOSIERRA			TROZADORA DE DIENTES DIFERENCIADOS			
Sistemas	Tiempo Efect (Seg.)	%del tiempo efectivo total	% de la jornada de trabajo	Tiempo Efect. (Seg)	%del tiempo efectivo total	% de la jornada de trabajo	tiempo efect (Seg)
MOTOSIERRA	1994.3	23.71	6.93				
TROZADORA DEDIENTES DIFERENCIADOS-HACHA				4640.4	50.37	15.11	
TROZADORA DEDIENTES IGUALES-HACHA							47237

TROZADORA DE DIENTES IGUALES	HACHA	TOTAL				
% del tiempo efectivo total	% de la jornada trabaja	Tiempo Efect. (Seg.)	% del tiempo efectivo	% de la jornada de trabajo	Segundos	% de la jornada de trabajo
		6418.2	78.29	22.29	8413	29.22
		4572.8	49.63	15.88	9213.2	31.99
59.13	16.4	3265.4	40.87	11.34	7989.1	27.74

CUADRO 2 TIEMPOS EFECTIVOS POR DIA EN TROZADO DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO

HERRAMIENTAS	SEGUNDOS	% DE LA JORNADA DE TRABAJO
MOTOSIERRA	7800,4	27,08
TROZADORA DE DIENTES DIFERENCIADOS	13233,5	45,95
TROZADORA DE DIENTES IGUALES	12944,9	44,95

DISCUSION

Los valores mostrados en los Cuadros 1 y 2 nos indican que los tiempos efectivos con cada una de las herramientas en estudio, representa un reducido porcentaje del tiempo total de la jornada de trabajo, siendo el más bajo el correspondiente a la motosierra; contrariamente los tiempos inefectivos totales son elevados, correspondiendo en un alto porcentaje a tiempos inefectivos no necesarios. Esto se debe fundamentalmente a que la capacidad de producción de los sistemas de corta empleados, especialmente el de la motosierra, no guardan relación con la capacidad existente de transporte de madera rolliza, ni con los requerimientos de materia prima por parte de las industrias, los cuales son relativamente bajos, por que se requiere sólo una pocas horas de trabajo por día en operaciones de corta, para satisfacer la demanda de madera rolliza por parte de la industria; consecuentemente los equipos de extracción trabajan sólo para cumplir una meta diaria, que está muy por debajo de su capacidad potencial de producción; situación que se acentúa por la falta de motivación que tiene el operario forestal en la realización del trabajo. Además, el estado de las herramientas no es el más adecuado dando lugar al elevado tiempo inefectivo no necesario, tales como atascamiento frecuente de la herramienta, alto rozamiento durante el corte por deficiente trabado, entre otros.

Los costos de producción, en operaciones de corta de eucalipto (Cuadro 5), utilizando el sistema motosierra hacha son mayores que los correspondientes al sistema trozadora hacha. Esto se debe principalmente al alto costo de funcionamiento de la motosierra y al reducido tiempo efectivo por día, además las técnicas empleadas no son las más adecuadas.

El análisis de variancia de la operación de tumbado indica que el tratamiento motosierra hacha presenta mayor rendimiento que la trozadora hacha en sus dos tipos estudiados; a su vez el sistema trozadora de dientes diferenciados-hacha, brinda mayor rendimiento que la trozadora de dientes iguales-hacha, El mayor rendimiento del sistema motosierra hacha con respecto a los sistemas trozadora hacha estudiados se debe a que la motosierra representa un grado de tecnología avanzado. La diferencia de rendimientos entre los sistemas trozadora hacha estudiados se debe a que dentro de las trozadoras la de dientes diferenciados es la más apta para realizar el trabajo, debido a que ésta Presenta dientes cortadores y despejadores, cada uno de los cuales cumplen funciones específicas, teniendo por lo tanto especificaciones óptimas para realizar cada función. En cambio, en la trozadora de dientes iguales cada diente realiza las tres funciones, necesarias para profundizar el corte; por lo tanto, sus especificaciones son intermedias y no las óptimas para realizar cada función.

Cuando se opera en diámetros pequeños (Cuadro 8), las diferencias de rendimientos con los sistemas en estudio no son significativos. Esto es debido fundamentalmente al relativo poco esfuerzo necesario para cortarlos ya que el rozamiento entre la madera y la hoja de la herramienta es mínimo.

En la operación de trozado de eucalipto apreciamos alta significación entre los sistemas empleados. La interpretación de estos resultados se basa en conceptos similares a los dados para la operación de tumbado.

CUADRO 3 TIEMPOS EFECTIVOS TOTALES Y PROMEDIOS POR TRATAMIENTO EN TUMBADO DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO (Seg)

REPETI- CIONES	HERRAMIENTAS											
	MOTOSIERRA				TROZADORA DE DIENTES DIFERENCIADOS				TROZADORA DE DIENTES IGUALES			
	CLASES DIAMETRICAS (cm)											
	20-30	30-40	40-50	50-60	20-30	30-40	40-50	50-60	20-30	30-40	40-50	50-60
1	141,40	135,10	208,80	312,10	201,80	281,70	306,30	442,40	195,80	265,70	504,30	512,90
2	128,90	136,40	188,60	206,70	184,60	281,90	403,00	488,50	230,80	352,40	469,70	482,20
3	127,60	131,70	249,60	257,20	178,10	341,70	310,40	409,90	193,50	326,30	500,50	430,80
4	1.239	125,00	231,50	251,80	147,90	340,50	331,10	4.757	253,40	332,30	334,10	402,30
5	121,40	180,40	170,90	244,50	177,10	373,10	415,90	366,00	245,80	317,40	408,10	527,00
6	113,00	136,90	186,80	238,80	156,90	298,10	299,60	403,21	190,30	331,70	552,70	552,60
7	101,30	117,30	214,90	257,70	1.418	226,80	372,70	479,20	233,20	338,40	407,40	611,30
8	190,10	129,60	203,00	221,00	144,90	283,80	389,80	460,60	251,80	310,60	389,30	529,40
Y	1.047,6	1.092	1.654	1.990	1.333	2.428	2.829	3.526	1.795	2.575	3.566	4.049
Y	130,95	136,55	206,76	248,73	166,64	303,45	353,60	440,69	224,33	321,85	445,76	513,56
MOTOSIERRA = 5,783.9				TROZADORA DE DIENTES DIFEREN- CIADOS = 10115.0				TROZADORA DE DIENTES IGUALES = 11984.0				
CLASE DIAMETRICA 20-30 cm = 4175.3				CLASE DIAMETRICA 30-40 cm = 6094.8				CLASE DIAMETRICA CLASE DIA-40-50 = 8042.0 CLASE DIAMETRICA 50-60cm = 9563.8				
MOTOSIERRA = 5,783,9				TROZADORA DE DIENTES DIFEREN- CIADOS = 10,115.0				TROZADORA DE DIENTES IGUALES = 11984.0				

CUADRO 4 TIEMPOS EFECTIVOS TOTALES Y PROMEDIOS POR TRATAMIENTOS ENTROZADO DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO (SEG.)

REPE- TICION	HERRAMIENTAS								
	MOTOSIERRA			TROZ.DE DIENTES DIFER.			TROZ.DE DIENTES IGUALES		
	CLASES DIAMETRICAS (cm)								
	10 - 20	20 - 30	30 - 40	10 - 20	20 - 30	30 - 40	10 - 20	20 - 30	30 - 40
1	8,30	19,20	22,10	54,10	121,10	109,90	52,20	133,60	168,60
2	8,60	15,60	27,90	36,60	117,20	169,90	61,00	98,60	192,30
3	12,40	9,90	20,90	34,20	66,10	189,80	34,30	130,60	255,50
4	14,70	9,80	30,60	32,10	102,20	93,70	80,80	121,90	171,10
5	10,40	19,90	45,70	49,90	105,70	170,70	55,20	100,90	122,70
6	12,70	32,20	36,10	32,10	57,30	210,20	36,30	110,80	238,20
7	10,80	28,10	32,20	38,10	40,40	141,80	80,60	77,10	207,70
8	7,40	20,60	45,40	39,90	90,20	130	53,90	134,60	187,20
9	20,90	12,70	45,60	26,20	105,90	181,60	50,80	165,00	256,70
10	10,50	20,40	22,60	33,60	70,80	110,70	50,50	69,60	215,20
11	14,30	14,30	63,40	26,10	48,50	214,10	60,90	148,70	182,00
12	14,10	14,80	36,20	27,20	102,80	146,60	45,40	100,50	197,40
13	5,60	8,40	28,20	49,90	59,00	104,10	81,50	128,10	268,80
14	17,50	13,70	39,30	43,30	101,70	208,20	62,80	124,90	206,20
15	19,70	15,60	32,40	29,10	57,40	141,70	51,60	124,40	169,90
16	16,30	13,40	24,10	26,00	58,40	177,60	82,90	101,80	169,30
17	11,20	15,00	21,50	23,00	52,80	160,60	49,00	128,50	243,80
18	176	15,20	20,90	45,10	41,10	110,10	58,30	139,20	214,50
19	17,40	12,30	19,90	44,70	105,40	159,60	69,30	128,30	167,10
20	14,80	11,60	20,40	30,10	80,70	153,50	72,90	116,40	189,10
21	12,10	8,20	16,30	23,40	61,50	105,90	81,00	156,50	237,30
22	9,30	15,20	29,60	23,60	104,70	175,60	53,90	126,90	241,60
23	14,80	10,20	27,90	19,10	68,50	138,70	48,10	145,40	200,50
24	17,40	19,10	26,40	45,50	85,10	83,60	49,10	138,40	193,80
26	9,90	28,00	32,20	31,30	71,60	207,10	80,80	116,60	195,20
26	7,20	21,30	39,60	20,80	50,30	168,20	56,80	158,30	218,80
27	13,50	19,60	35,50	24,40	93,30	99,30	77,40	105,10	240,80
22	17,60	17,00	40,70	26,60	58,90	157,40	75,10	80,20	191,70
29	14,90	23,60	21,70	36,60	85,10	169,20	85,10	161,60	248,20
30	11,80	19,20	28,90	27,00	65,00	115,80	47,20	93,70	205,10
31	14,90	0,18	32,20	24,80	70,60	181,10	37,20	138,70	164,90
32	10,80	20,90	23,70	19,90	45,10	125,60	49,30	98,40	258,10
33	191	21,30	23,60	29,60	39,60	130,80	46,70	84,70	193,80
34	15,10	31,50	33,30	29,30	108,20	226,40	76,10	156,10	216,90
35	13,30	24,40	30,50	22,30	55,80	124,10	51,70	133,20	226,90
	436,9	621,4	1077,5	1125,5	2647,9	5293,5	2105,7	4282,3	7256,9
x	13,25	17,75	30,79	32,16	75,65	151,24	60,16	122,35	207,34
	MOTOSIERRA = 2162.8			TROZ.DE DIENTES DIFERENCIADOS = 9066.9			TROZ.DE DIENTES IGUALES = 13644.9		
	CD 10-20 = 3695.1			C.D. 20-30 = 7551.6			C.D 30-40 = 13627.9		

CUADRO 5 COSTOS DE PRODUCCION EN OPERACIONES DE CORTA DE EUCALIPTO EN EL VALLE DEL MANTARO (En dbfam de EE.UU.)

Sistemas	Motosierra		Trozadora de dientes diferanc-Hacha		Trozadora de dientes iguales - hacha	
	\$/m 3 (r)	% del costo total	\$/m 3 (r)	% del costo total	\$/m 3 (r)	% del costo total
Costos de posesión	0,14	13,08	0,004	0,98	0,006	0,69
Costos de operación	0,26	24,30	0,001	40	0,005	0,60
Costo de personal	0,67	62,62	0,500	98,62	0,995	98,71
TOTAL	1,07	100,00	0,51	100,00	1,01	100,00

CUADRO 6 ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS EFECTOS PRINCIPALES EN TUMBADO

Fuentes de Variabilidad	G. L.	S.C.	C.M.	Fc	SIG
Herramientas	2	632.217	316.108,48	184,36	**
Diámetros	2	686.182	228.727,23	133,40	**
Interacción	6	88.777	14.796,22	8,63	**
Error Experimental	84	144.025	1,714.J58		
TOTAL	95	1 551,202.116			

** = Altamente signif icativo al 0.01
 CV = 14.24 %

CUADRO 7 ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS EFECTOS SIMPLES EN TUMBADO

Fuentes de Variabilidad	G. L.	S.C.	C.M.	Fc	SIG.
EFFECTOS SIMPLES DE:					
Herramientas en clase diámetro 20-30	2	35.521	17.760	10,36	**
Herramientas en clase diámetro 30-40	2	166.747	83.374	48,63	**
Herramientas en clase diámetro 40-50	2	232.470	116.235	67,79	**
Herramientas en clase diámetro 50-60	2	286.256	143.128	83,48	**
EFFECTOS SIMPLES DE:					
Clases diamétricas en motosierra	3	7.784.745	25.949	15,13	**
Clases diamétricas en trozadora de dientes diferenciados	3	397.818	132.606	61,32	**
Clases diamétricas en trozadora de dientes iguales	3	315.419	105.140	74,21	**
Error Experimental	84	144.025	1.715		

** = Altamente significativo al 0.01

CUADRO 8 PRUEBA DE COMPARACIONES DE MEDIAS ENTRE TRATAMIENTOS DE MAYOR INTERES EN TUMBADO

COMPARACIONES	DIFERENCIA	D.S.H(S)	SIG
Motosierra vs Trozadora de dientes diferenciados en clase diamétrica 20-30 cm.	35,69	108.14(0.01)	n.s
Motosierra vs Trozadora de dientes iguales en clase diamétrica 20-30 cm.	93,58	94.90(0.05)	n.s
Trozadora de dientes diferenciados vs Trozadora de dientes iguales en clase diamétrica 20-30 cm	57,69		n.s

n.s. No significativo.

CUADRO 9 ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS EFECTOS PRINCIPALES EN TROZADO

Fuentes de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M,	FC	SIG.
Herramientas	2	636.391	318.196	675,43	**
Diámetros	2	477.633	238.817	50.693	**
Interacción	4	164.454	411113,45	8.727	**
Error Experimental	306	144.157	471,10		
TOTAL	314	1'422,635.80			

C.V. 27.48%

** Altamente significativo al 0.01

CUADRO 10 ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS EFECTOS SIMPLES EN TROZADO

Fuentes de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	SIG.
EFFECTOS SIMPLES DE:					
Herramientas en clase diamétrica 10-20	20	38.991	19.495	41,38	**
Herramientas en clase diamétrica 20-30	2	192.192	96.096	203,98	
Herramientas en clase diamétrica 30-40.	2	569.663	284.831	604,61	**
EFFECTOS SIMPLES DE:					
Clases diárnetras en motosierra	2	5.803	2.902	6,16	**
Clases diamétricas en trozadora de dientes diferenciados	2	254.182	127.091	253,34	**
Clases diamétricas en trozadora de dientes iguales	2	382.102	191.051	269,71	**
ERROR EXPERIMENTAL		144.157	417,10		

**Altamente significativo al 0.01

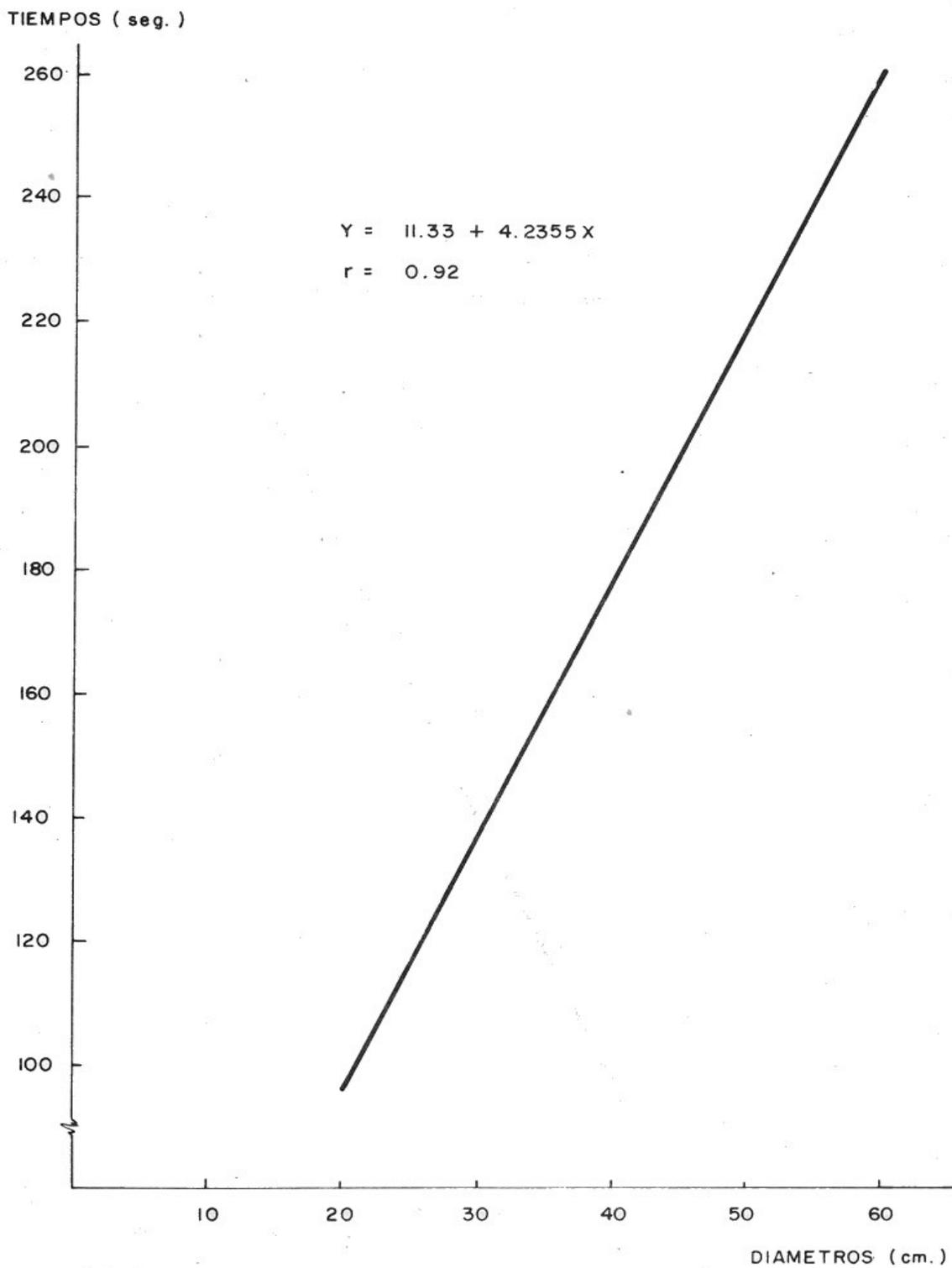


FIGURA 1. TIEMPOS DE TUMBADO CON MOTOSIERRA – HACHA EN EUCALIPTO

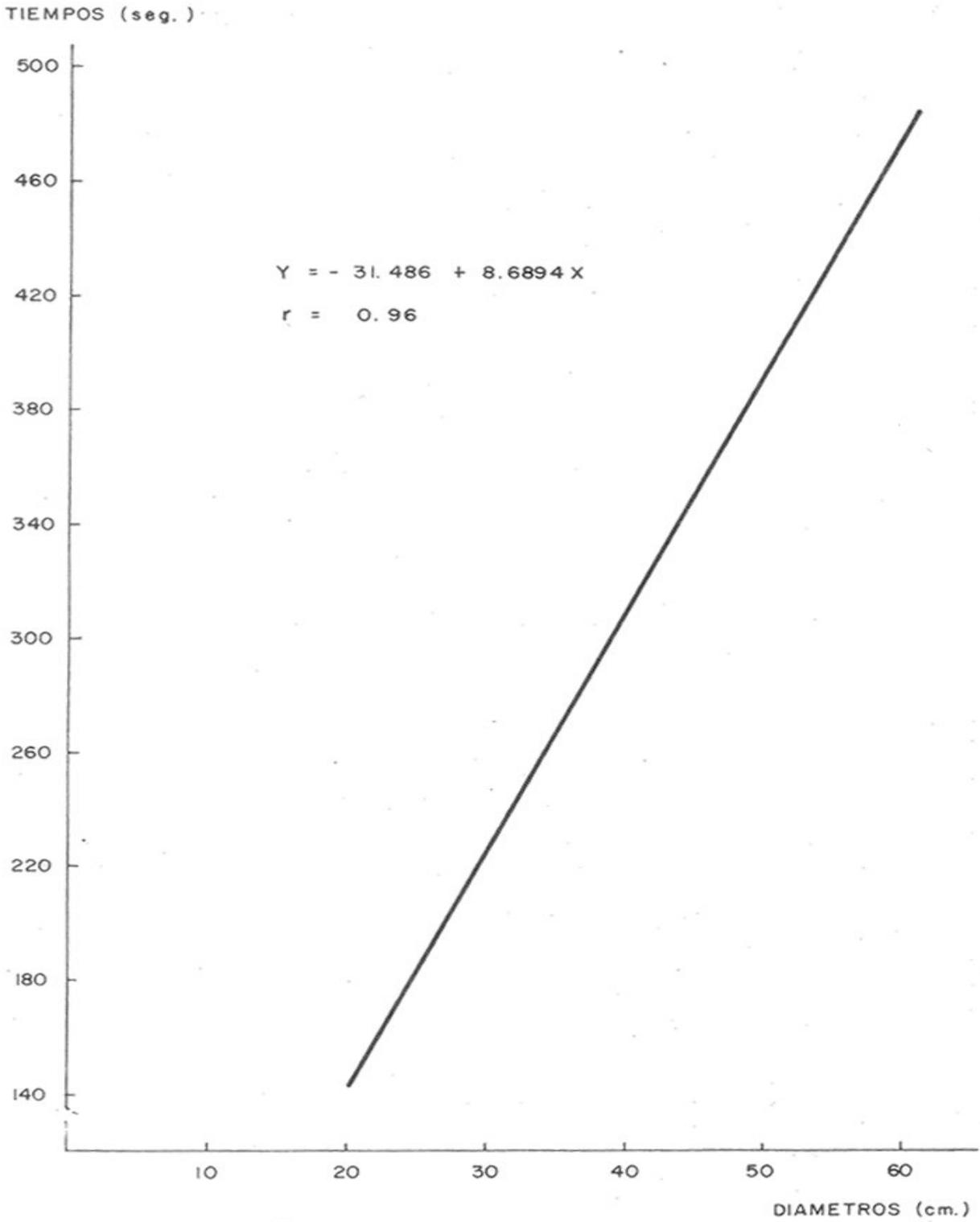


FIG. 2 TIEMPOS DE TUMBADO CON TROZADORA DE DIENTES DIFERENCIADOS - HACHA EN EUCALIPTO

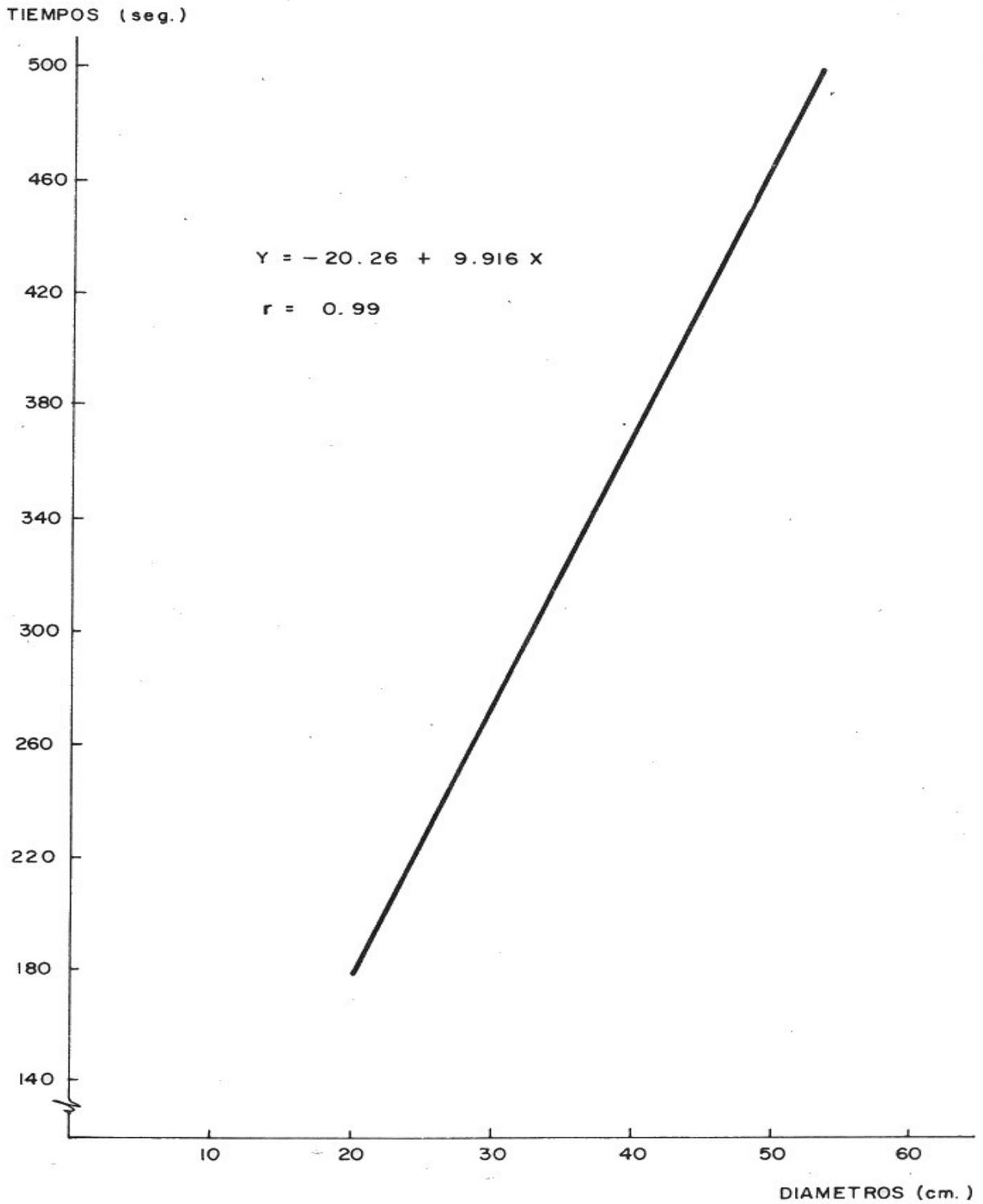


FIG. 3 TIEMPOS DE TUMBADO CON TROZADORA DE DIENTES IGUALES – HACHA EN EUCALIPTO

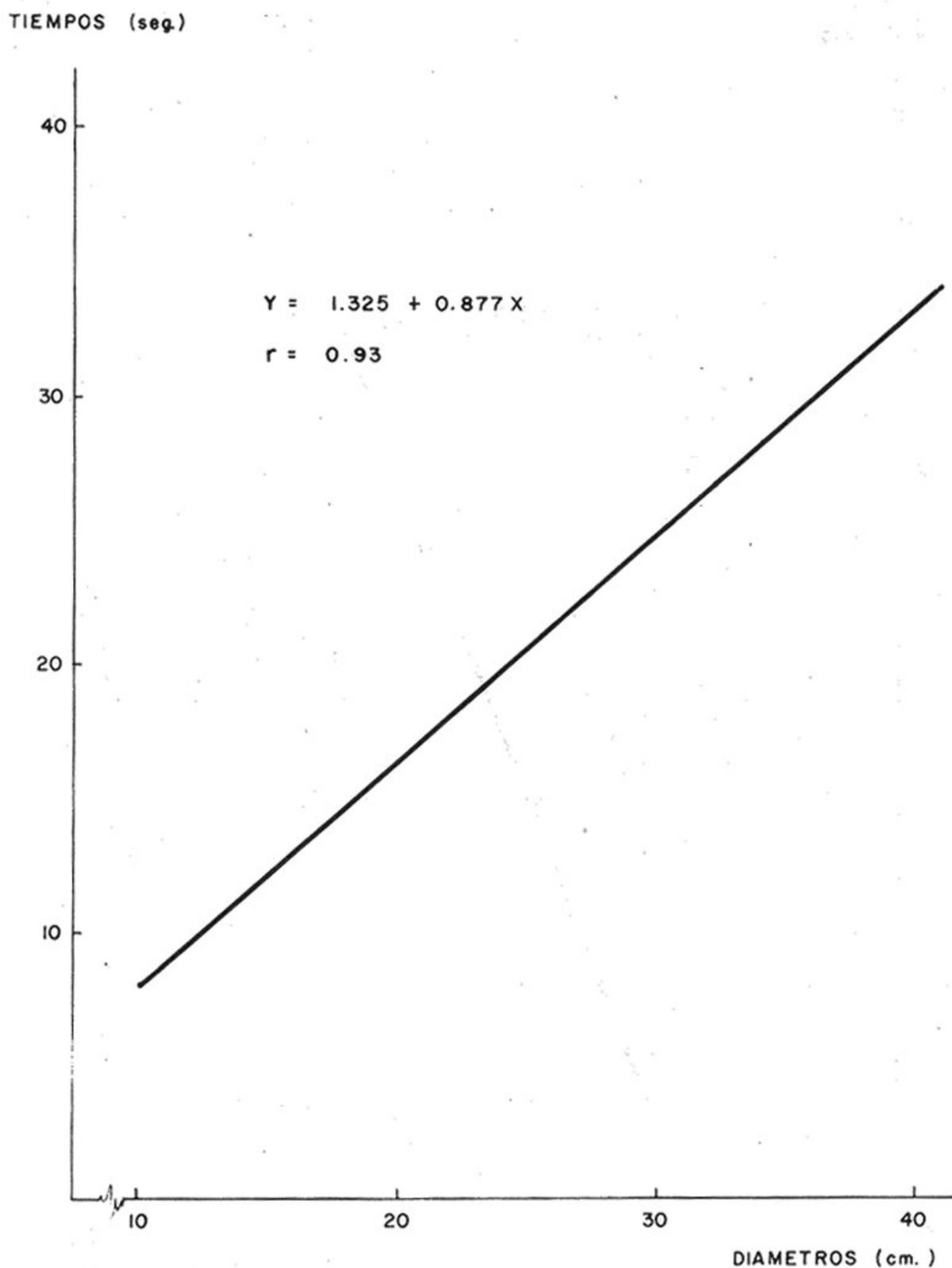


FIG. 4 TIEMPOS DE TROZADO CON MOTOSIERRA EN EUCALITPO

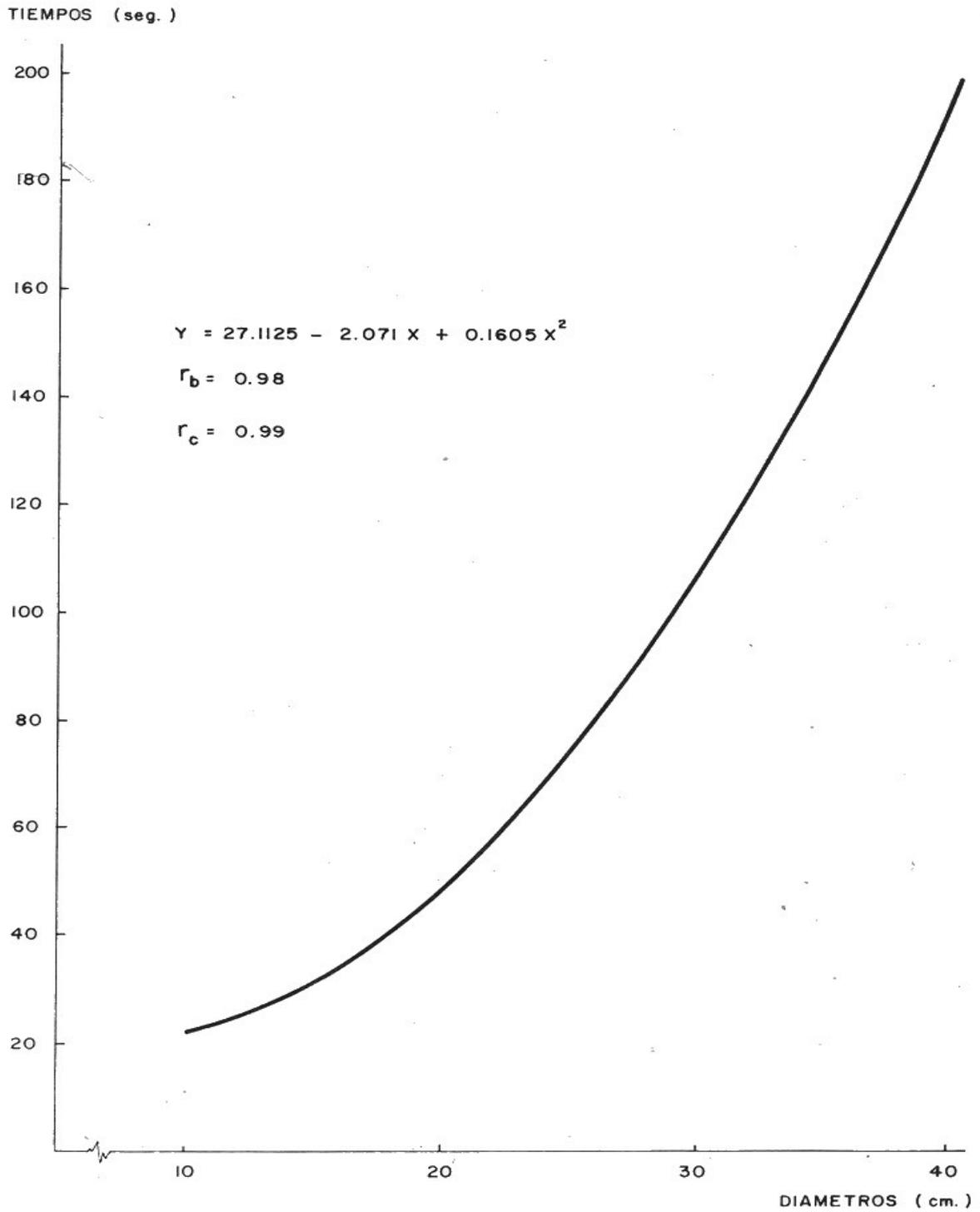


FIGURA 5. TIEMPOS DE TROZADO CON TROZADORA DE DIENTES DIFERENCIADOS EN EUCALIPTO

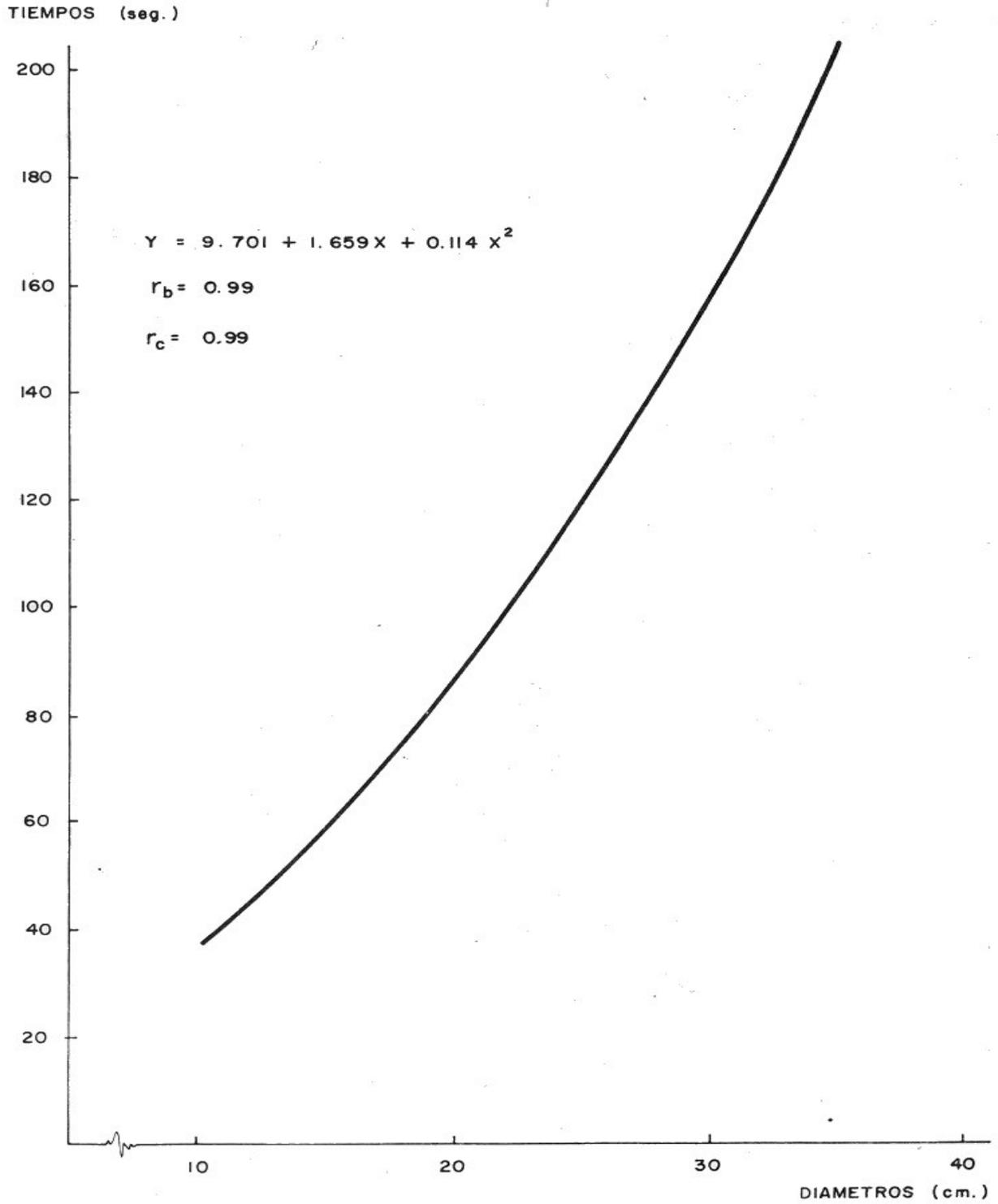


FIG. 6 TIEMPOS DE TROZADO CON TROZADORA DE DIENTES IGUALES EN EUCALITPO

CONCLUSIONES

- Tiempos efectivos con cada uno de los sistemas estudiados representan un reducido porcentaje del tiempo total de la jornada de trabajo. En la operación de tumbado: motosierra - hacha, 29.22%, trozadora de dientes diferenciados - hacha, 31.99% y trozadora de dientes iguales - hacha, 27.74%. En la operación de trozado: motosierra, 27.08%, trozadora de dientes diferenciados, 45.95% y trozadora de dientes iguales, 44.95%.
- Los rendimientos diarios y costos unitarios encontrados para los sistemas estudiados son: motosierra - hacha; 37 m³ (r) día, con un costo de 1.07 US \$/m³ (r); trozadora de dientes diferenciados - hacha: 16 m³ (r)/día, con un costo de 1.01 US \$/m³ (r).
- Si bien es cierto que en diámetros, mayores de 20 cm, el sistema motosierra hacha ofrece mayor rendimiento que el de la trozadora de dientes diferenciados-hacha y este mayor que el de la trozadora de dientes iguales - hacha; no existe diferencia significativa en los rendimientos que ofrecen los diversos sistemas estudiados cuando se cortan árboles pequeños (10-20 cm).
- Dada la baja capacidad instalada de las plantas industriales y las características de las mismas, así como la de los medios de transferencia, entre otros, el volumen de abastecimiento diario, determina un tiempo de trabajo diario reducido de la motosierra, aproximadamente 1.5 horas/día.
- En el Valle del Mantaro no existen servicios de repuestos y mantenimiento de motosierras, que permitan una reparación rápida y oportuna de la máquina, dando lugar a interrupciones continuadas en el trabajo.
- En la zona no existen obreros calificados en el manejo y mantenimiento de la motosierra; el existente ignora los principios básicos, por lo que la máquina y sus partes, tienen corta vida útil.
- La utilización de la motosierra en la realización de las operaciones de corte significa una reducción de los puestos de trabajo, en aproximadamente el 50% con respecto a los generadores por el uso de la trozadora.
- En la zona no se conoce la trozadora de dientes diferenciados, ni se tiene un conocimiento adecuado de la técnica de trabajo con esta herramienta, tampoco se dispone del equipo indispensable para su correcto afilado. Se considera que una de las causas por las cuales se va dejando de usar esta herramienta es justamente por una falta de conocimiento sobre el correcto manejo y mantenimiento de la misma.
- Considerando las características socioeconómicas de la zona (alto índice de desocupación y subempleo) lo que origina migraciones masivas del campo a la ciudad, sobre todo en la época seca en la que la actividad agrícola es reducida, se hace necesario el empleo de tecnologías blandas de uso intensivo de mano de obra.
- Teniendo en cuenta la necesidad de generación de fuentes de trabajo en la zona y dado los altos rendimientos y costos unitarios bajos que brinda el sistema trozadora de dientes diferenciados - hacha, representa el sistema y por lo tanto la tecnología más apropiada para la realización de las operaciones de corta en el momento actual.

BIBLIOGRAFIA

1. CAMPOS, R. 1976. Influencia del Grado de Triscado de Trozadoras en el Corte de, Maderas Duras y Semiduras. Revista Forestal del Perú. 6. (1-2,) La Molina, Perú.
2. Herramientas de Aprovechamiento Forestal, Siguatepeque, Honduras. ONU - FAO, 1980,
3. Estructura de los Costos de Extracción y Transporte de Madera en la Selva Baja. Lima, Perú. FAO 1983,71p.
4. COCH R W. y COX, G.C. Diseños Experimentales, México, Agencia para el Desarrollo Internacional, 1965, 629 p.
5. DALE, C. Reflexiones Preliminares en Torno al Minifundismo en el Valle del Mantaro, Lima, UNA, 1977. 19 p.
6. Notas sobre la Economía Campesina y Fuerzas Productivas en el Valle del Mantaro, Lima, UNA, 1979.74p.
7. FRISK, T. Manual de Motosierras. Lima, FAO, 1979.144 p.
8. RENIQUE, G. La Agricultura en el Valle del Mantaro. Lima, UNA, 1978. 180 p.
9. SCHWARTZ, E. Las Plantaciones de Eucalipto en el Departamento de Junín, Lima, Perú, FAO, 1982. 57p.
10. SILVERSIDES, R. Tecnología Básica en Operaciones Forestales. Roma FAO, 1983. 121 p.

