

## Estudio Comparativo de Rendimiento y Costos Unitarios de Arrastre de dos Tractores Forestales en el Bosque Nacional de Iparía <sup>(1)</sup>

E. Janssen Salazar <sup>(2)</sup>

### Resumen

La información que se tiene a nivel mundial sobre extracción forestal mecanizada en bosques naturales tropicales es muy limitada. El Perú no escapa a esta situación con mayor razón aún al estar en sus comienzos la extracción mecanizada en nuestros bosques pues tradicionalmente se han empleado métodos caracterizados principalmente por revolver la madera a pulso.

La Dirección General de Forestal y Caza con el doble fin de abastecer una planta de aserrío estatal ubicada a 92 kilómetros de Pucallpa sobre el río Pachitea en la localidad de Tournavista, de una capacidad de 20 000 m<sup>3</sup> (s) anuales a dos turnos, y de optimizar los procedimientos de extracción mecanizada, realiza en el Bosque Nacional de Iparía un aprovechamiento racional mecanizado. Para el efecto cuenta con un equipo pesado para construcción de caminos forestales, tractores forestales articulados para arrastre de fustes y camiones para el transporte de trozas.

En el presente trabajo se hace un estudio de los rendimientos y costos de extracción mecanizada empleando tractores forestales de dos diferentes potencias. El objetivo principal es poder determinar la máquina más eficiente de las que actualmente posee la Dirección General de Forestal y Caza en el Bosque Nacional Iparía y por lo tanto la más recomendable a usar en labores de extracción forestal para un determinado tipo de bosque y de terreno.

Los rendimientos y costos obtenidos han demostrado, que para el tipo de bosque que existe en el sector Miel de Abeja, en donde el 65% de los árboles son de densidad superior a 0.62 es decir semipesados y pesados, con diámetro promedio de 40 centímetros, peso promedio por metro cúbico de maderas duras de 980 kg. y volumen promedio comercial por árbol de 1.2 m<sup>3</sup>, para un terreno de topografía plana o colinas bajas, y para una extracción por hectárea de 18 metros cúbicos, el tractor forestal articulado más eficiente entre los estudiados, es el de una potencia de 150 caballos a la volante, pues el tiempo total por ciclo es menor, lo que significa un mayor número de viajes al día (7.8 viajes contra 6.3 viajes de un tractor de 110 HP), el rendimiento es superior (3.7 m<sup>3</sup> (r)/hora contra 2.8 m<sup>3</sup> (r)/ hora para una distancia de arrastre promedio de 1,500 m.) y el costo es menor (S/. 1.45 m<sup>3</sup>, contra S/. 1.70).

### Summary

*There are only few reports in the world about mechanized logging in tropical forest. In Peru this is also true were traditionally is applied human force for logging.*

*In the state-own Iparia National Forest people were working few years ago on optimizing the use of forest machinery and on supplying the 20,000 m<sup>3</sup> (s) sawmill near Pucallpa. It was enylosed peavey -duty logging for forest soads forest crawlers and trucks.*

---

<sup>1</sup> Presentado para publicación en Diciembre de 1973.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo Director de Extracción y Productos Forestales de la Dirección General Forestal y de Fauna.

*This study refers to field and costs of mechanized logging. For this purpose it was considered two crawlers of different power.*

*The objective was to know which is more operative.*

*For the type of Miel de Abeja forest where 65% of trees have more the 0.62 density with mean diameter near 40 centimeters, 980 kilos per cubic meter and timber mean volume of 1.2 cubic meter, for rolling hills to plain terrain and, 18 cubic meter for hectare extraction, the 150 HP. tractor at the wheel known being the best. Its total time for cycle is less which means more sides per day (7.8 against 6.3 of the 110 HP. tractor), fields of 3.7 m<sup>3</sup> (r)/hour against 2.8 M<sup>3</sup> (r)/hour per mean distance of 1,500 meters and less costs (S/. 1.45/m<sup>3</sup> against 1.70 soles for cubic meter).*

## **Introducción**

En el año 1962 se dieron los primeros pasos para poner bajo aprovechamiento racional a este Bosque Nacional. En dicho año, se realizó un inventario forestal en 3,000 hectáreas en el sector de Miel de Abeja sobre el río Pachitea con una intensidad de muestreo de 14% complementado con un estudio topográfico (\*).

En el Bosque Nacional de Iparía durante la campaña del año 1973 se tomaron gran cantidad de datos en la fase de extracción. Estos datos obtenidos en el terreno a través de estudios de tiempos y rendimientos se procesaron estadísticamente analizándose los resultados en relación al tiempo total por ciclo rendimientos y costos según la distancia de arrastre.

El presente estudio se centraliza solamente en la fase de arrastre de fustes. Al contar con tractores forestales articulados de caballaje de 110 y 150 HP a la volante, se ha hecho una investigación con objeto de determinar el tractor más eficiente, es decir, el de mayor rendimientos y por lo tanto el de un costo menor.

El arrastre de troncos o transporte menor, es la fase que consiste en la movilización del fuste comercial desde el lugar en que es derribado el árbol, hasta los patios de troncos en donde son trozados y cargados en camiones para realizar la fase de transporte mayor. Generalmente se realiza sobre distancias que en promedio tienen 1,000 metros.

## **Generalidades del Area**

### **Ubicación**

El Bosque Nacional de Iparía (255,000 hectáreas) está ubicado en las provincias de Pachitea del departamento de Huánuco y Coronel Portillo del departamento de Loreto, entre los ríos Pachitea y Ucayali.

### **Acceso**

La principal vía de acceso al Bosque Nacional de Iparía es por la carretera Pucallpa - Huánuco (33 Km.) y de ésta por la carretera de Tournavista (60 Km). De esta localidad hay que remontar al río Pachitea 2 kilómetros para llegar a la sede del Bosque Nacional en Miel de Abeja. Otros accesos son por el río Ucayali y luego por el Pachitea.

Por vía aérea también se puede llegar al Bosque Nacional. En Tournavista existe un aeropuerto para recibir cuatrimotores.

### **Fisiografía**

Se pueden considerar hasta 4 zonas fisiográficas bien definidas. Estas zonas se encuentran alineadas en franjas casi paralelas al río Ucayali o Pachitea y son: zona de tierra baja inundables, zona del llano Amazónico, zona de lomadas y Cordillera del Sira.

La zona de lomadas es la transición entre la zona del llano amazónico y la cordillera del Sira, Comprende una sección de lomadas de poco desarrollo que alcanzan una elevación sobre el río de hasta 80 metros y una sección constituida por una cadena de cerros bajos que alcanzan una elevación de hasta 400 metros sobre el río y se encuentra adyacente a la Cordillera del Sira.

La Zona de la Cordillera del Sira está conformada por una cadena de cerros altos con un rumbo Sur a Norte, de relieve bien pronunciado con una altitud de 1850 m.s.n.m.

El trabajo de extracción forestal que se realiza en el Bosque Nacional Iparía está situado sobre la parte intermedia entre el llano amazónico y la sección de lomadas de poco desarrollo.

### **Clima**

El clima es húmedo y cálido. La precipitación es en promedio de 1,924 mm al año. La temperatura en el día varía de 26.6°C a 35°C, en la noche de 20°C a 23.3°C. La humedad relativa en invierno es de 50-80% (día) y 80-100% (noche) y en verano de 40-65 en el día y 70-86% en la noche.

### **Formaciones Vegetales**

El sector Miel de Abeja está formado por tres tipos de bosque:

**A. Bosque tipo Cedro (*Cedrela sp*) -Tornillo (*Cedrelinga sp*) - Caoba (*Swietenia sp*)**, de una composición florística heterogénea que se caracteriza por estar constituido por especies dominantes.

El número de árboles y el volumen total por hectárea a partir de la clase diamétrica de 35 centímetros alcanza respectivamente a 39.52 y 67 m<sup>3</sup>.

**B. Bosque tipo Cedro (*Cedrela sp*) - Ishpingo (*Amburana sp*)**, que se caracteriza por estar constituido también por especies dominantes y de buen diámetro

El número de árboles y el volumen total por hectárea a partir de la clase diamétrica de 35 centímetros es respectivamente 30.50 y 55 m<sup>3</sup>.

**C. Bosque secundario**, se caracteriza por estar constituido por especies pioneras como cético (*Cecropia sp*) palo de balsa (*Ochroma sp*), etc. y aparece como consecuencia de la destrucción del bosque clímax.

Este bosque se encuentra sobre la ribera de los ríos.

## **Materiales y Métodos**

### ***Tipo de maquinaria empleada***

La extracción forestal ha sido realizada con tractores forestales de llantas equipadas con winche y pala de empuje.

Las características de los tractores son las siguientes:

- Tractor forestal con potencia a la volante de 110 HP. Convertidor de torsión con factor multiplicador de 3: 1. Chasis articulado. Tracción en las 4 ruedas. Winche con capacidad de 33 750 lb., embrague y freno hidráulico.
- Tractor forestal con potencia a la volante de 150 HP. Chasis articulado, tracción en las cuatro ruedas, transmisión automática. Winche de accionamiento y freno hidráulico con capacidad de 40 000 libras.

### ***Condiciones de trabajo***

#### ***a) Condiciones del bosque***

- |  |       |                    |
|--|-------|--------------------|
| - Volumen utilizable para aserrío                | ..... | 18m <sup>3</sup>   |
| - Diámetro promedio de los árboles               | ..... | 40cms              |
| - Largo promedio del fuste comercial             | ..... | 7.40 m             |
| - Forma de los árboles                           | ..... | Normal             |
| - Calidad  | ..... | Inf. a Nor,        |
| - Volumen promedio comercial por árbol           | ..... | 1.2 m <sup>3</sup> |
| - Peso promedio por m <sup>3</sup> maderas duras | ..... | 980 Kg.            |

#### ***b) Condiciones topográficas***

- Topografía: ondulada a colinas bajas.
- Suelo: de formación residual, material madre de arenisca ácida, profunda, arcilla plástica.

#### ***c) Condiciones climáticas***

- La lluvia limita el número de días laborables a 150 por año.

#### ***d) Condiciones generales de trabajo***

- El árbol será apeado y despuntado. Se deberá arrastrar entero al patio de troncos donde será trozado.

- Horario normal de trabajo: 8 horas.

*e) Jornales por pagar*

- Operadores de tractor                      S/ 150/día
- Ayudantes de tractor                        S/ 70/día

*f) Distancia de arrastre*

Distancia promedio de arrastre: 1 200 m. incluyendo 700 m. sobre la trocha y 500 m. sobre el camino principal hacia los patios de troncos.

**Metodología**

Básicamente, la toma de datos es una medición continua de tiempos para las diferentes fases de la extracción. Se realizaron 156 repeticiones en el presente estudio (78 por tractor). El instrumento empleado fue reloj pulsera a falta de cronómetro.

La metodología de este estudio de tiempo dividió la extracción en las siguientes fases:

- *Viaje vacío*, el viaje del tractor del patio de trozas al lugar de carga.
- *Carga*, es el momento en que llega al lugar de carga comprendiendo los movimientos que realiza para acomodarse para el carguío y estrobadado,
- *Viaje cargado*, es el viaje que demora desde el momento que ha suspendido el árbol en el lugar de carga hasta el patio de trozas.
- *Descarga*, es el momento en que llega al patio de trozas y descarga.

Todas estas fases se controlaron separadamente y la suma del tiempo de todas ellas constituyen el *TIEMPO TOTAL POR CICLO*. Resumiendo, el tiempo total por ciclo se puede expresar en la siguiente ecuación:  $T = F / KD$  en donde T es el tiempo total por ciclo, F es la suma de los tiempos fijos, K es la relación entre tiempos variables y D es la distancia.

*El volumen de carga* se calcula según la formula:

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

en donde, V es el volumen del árbol en metros cúbicos, A, el área basal en el diámetro mayor en metros cuadrados; a, el área basal en el diámetro menor en metros cuadrados y L la longitud del árbol en metros.

*El tiempo por metros cúbicos* se obtuvo mediante la siguiente relación:

$$TM = \frac{T}{V}$$

en donde TM es el tiempo en minutos por metro cúbico, T el tiempo total por ciclo en minutos y V el volumen de carga en metros cúbicos.

El rendimiento por hora se calculó:

$$R = \frac{60 V}{T}$$

en donde R es el rendimiento en metros cúbicos por hora, V es el volumen de carga en metros cúbicos, 60/T es el número de viajes en una hora.

El Costo se calculó:

$$C = \frac{CT}{R}$$

en donde C es el costo por unidad de volumen en soles por metro cúbico, CT el costo horario del tractor y R el rendimiento en horas en metros cúbicos.

## Resultados

### Tiempos totales por ciclo

En el cuadro N° 1 se señalan los tiempos totales por ciclo promedios para las distancias que se indican.

CUADRO N° 1

Distancia Metros	Tiempos totales por ciclo en Minutos	
	Tractor de 110 HP	Tractor de 150 HP
600	23	19
700	25	20
800	27	21
900	28	22
1000	30	23
1100	32	25
1200	33	26
1300	35	28
1400	40	32
1500	43	34
1600	46	36
1700	50	40
1800	54	43
1900	57	46

Del estudio del cuadro N° 1 podemos observar que para una misma distancia el tiempo total por ciclo es inferior para el tractor de 150 HP y que la diferencia entre los tiempos totales por ciclo entre los dos tractores se acrecienta de acuerdo a la distancia. Así para la menor distancia, o sea para 600 metros la diferencia es de 4 minutos y para la mayor distancia, 1900 metros, es de 11 minutos.

Esto significa que al día, el tractor de mayor potencia, considerando sólo 6 horas efectivas de trabajo, hace 7.8 viajes contra 6.3 viajes del tractor de menor caballaje para la mayor distancia.

*Rendimiento*

En los gráficos N° 1 y N° 2 se señalan los rendimientos en metros cúbicos por hora en relación con la distancia de arrastre.

Gráfico No. 1

Rendimiento horario del tractor forestal de 110 HP.

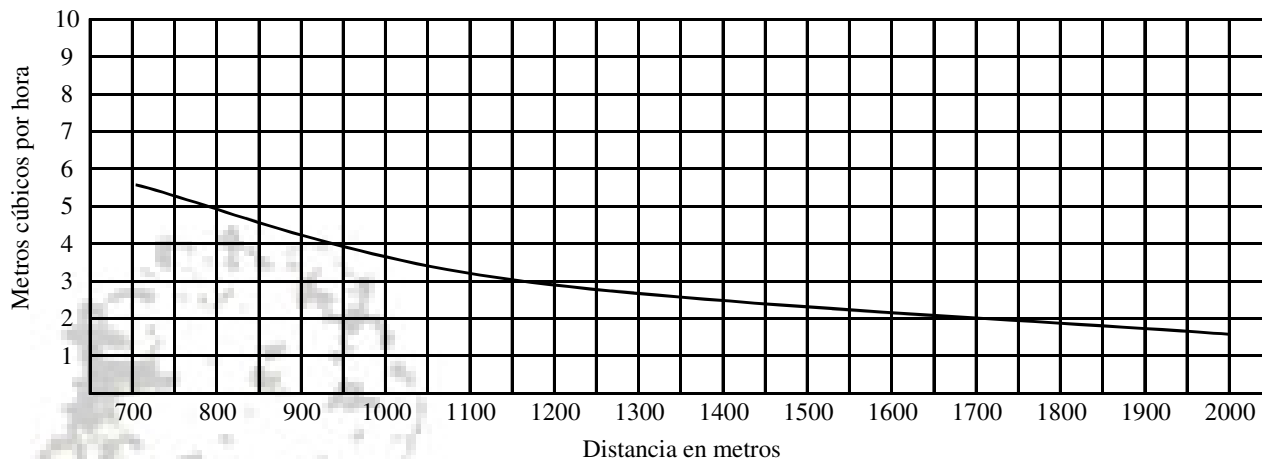
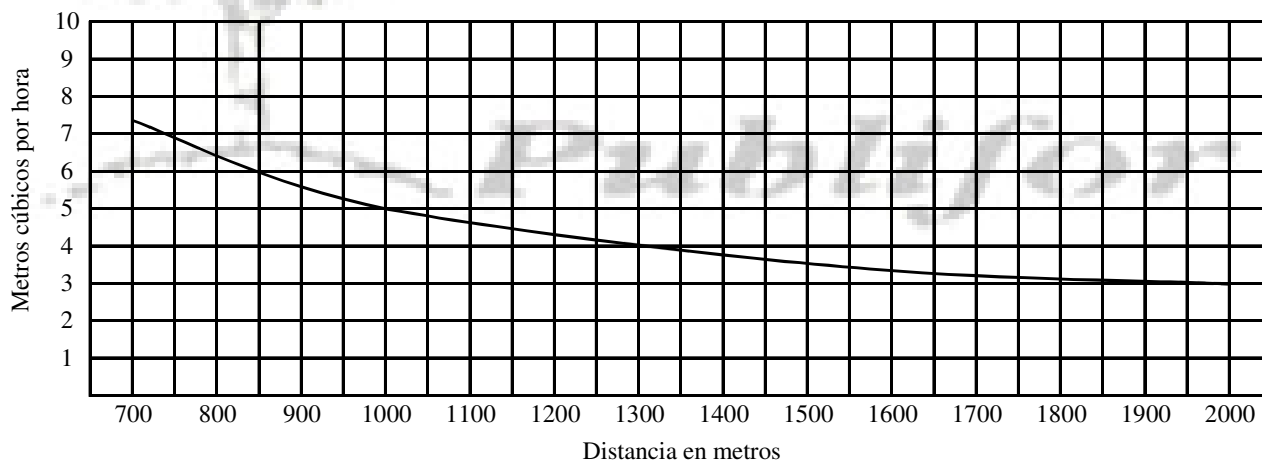


Gráfico No. 2

Rendimiento horario del tractor forestal de 150 HP.



Se puede observar una mayor extracción por hora que realiza el tractor de 150 HP, diferencia que alcanza al 40% de la carga del tractor de 110 HP. en las distancias menores y que conforme se incrementa la distancia llega al 63%.

En este aspecto hay que considerar que la destreza de los operadores no es la óptima por lo que la carga de los tractores por ciclo es factible de elevarse en 20%.

Costos de extracción

En los gráficos N° 3 y N° 4 se indican los costos de extracción en soles por metro cúbico referidos a las distancias.

Gráfico No. 3

Costo de extracción del tractor forestal de 110 HP.

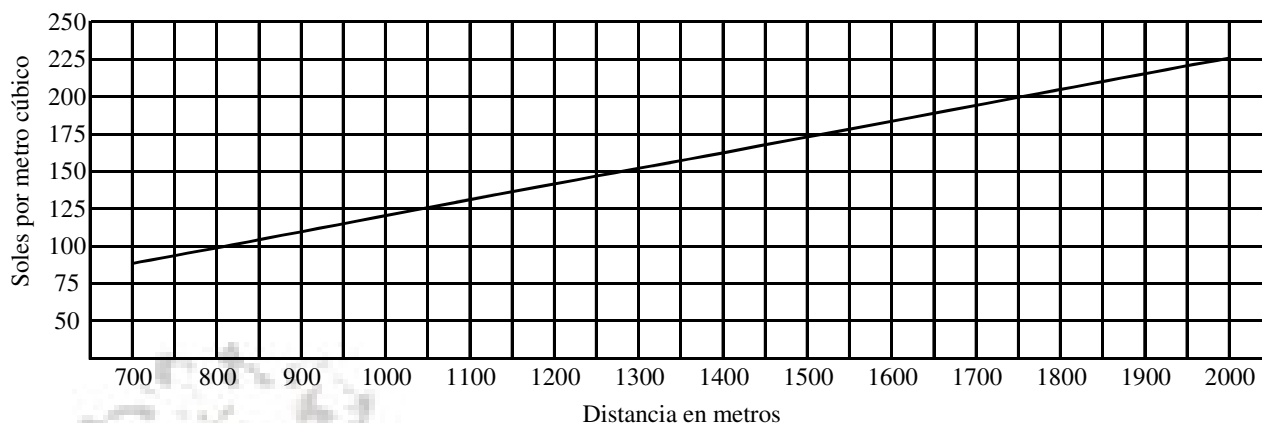
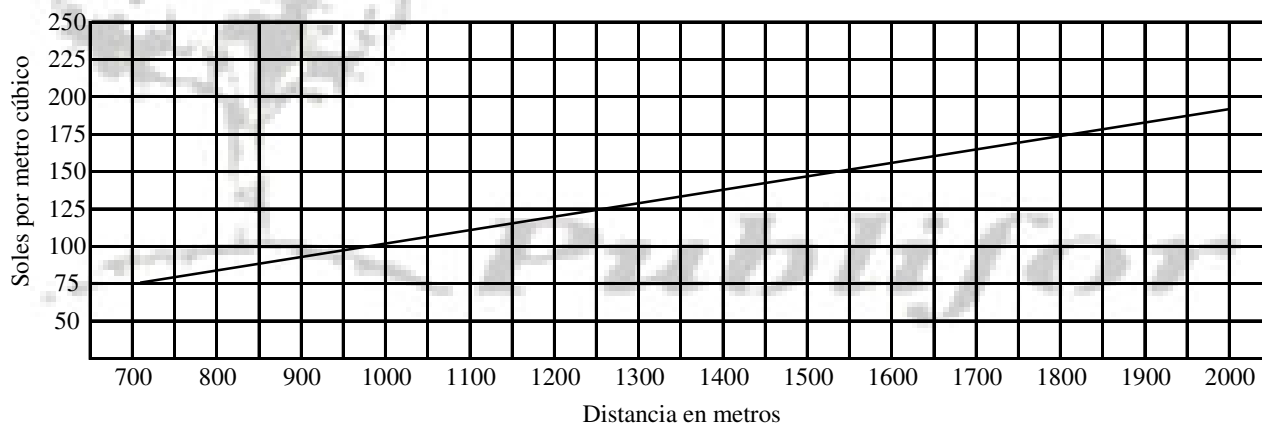


Gráfico No. 4

Costo de extracción del tractor forestal de 150 HP.



Se puede observar un menor costo en las operaciones de extracción que realiza el tractor forestal de 150 HP en todas las distancias de arrastre, en comparación con un tractor de 110 HP. El costo de extracción del tractor de mayor potencia representa solo el 88% del costo de extracción del tractor de 110 HP para las distancias menores y el 83% para las distancias mayores.

Se hace la observación que el costo horario de los tractores forestales están referidos al precio de los mismos al año 1971; así también los jornales pagados a los operadores y ayudantes y los combustibles y lubricantes a dicho año.

**Conclusiones**



El estudio establece una clara diferencia a favor del tractor forestal de 150 HP. a la volante en relación al tractor de 110 HP., tanto por el mayor número de viajes que realiza en una jornada de trabajo, como por el mayor rendimiento y el menor costo de arrastre.

Cuando se cuente con un complejo forestal integrado la extracción forestal por hectárea deberá subir de los 18 m<sup>3</sup> (r) actuales, a por lo menos 33 m<sup>3</sup> (r) requiriéndose seguramente de otros equipos de diferente peso de trabajo, cuya eficiencia sólo podrá conocerse con exactitud con la realización de estudios como el presente.

### **Bibliografía**

- 1) FAO, 1956, Tractores for logging, Roma.189p.
- 2) MAZA, J. de la, 1970, Criterios y factores que condicionan los aprovechamientos forestales (1), Madrid, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, 303 p.
- 3) FRISK, T. y GUELL, E. 1972, Madereo mecanizado con tractor forestal articulado, Instituto Forestal, Chile, 59 p.
- 4) BENDZ, M. y JARVHOLM, A. 1970, Logging and transport in tropical high forest, Institutionen Jär Skogsteknik, Estocolmo.
- 5) FOGH F; HORNCastle, C. y ROSE, B. 1963, The development of mechanical logging methods for Eastern Canadá, Woodlands reveew, wr 340 - wr 346.
- 6) LUSSIER, J. 1963, A. gambler's approach to logging problems, Canadá, Woodlands review, September 1963, wr 354 - wr 364.
- 7) JENSSEN, E.; CASTILLO, M. 1963, Inventario forestal del Sector Miel de Abeja del B N Iparía.