

## **Evaluación de los procesos tecnológicos de extracción y transporte de la madera en la Empresa Forestal Integral Macurije**



## **Evaluation of technological processes of extraction and transportation of wood at the Forestal Integral Enterprise Macurije**

**Greter Azcuy Concepción**

Estudiante de quinto año ingeniería forestal. Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. CP. 20100

**Recibido:** 15 de octubre de 2014.

**Aprobado:** 22 de diciembre de 2014.

---

### **RESUMEN**

El presente investigación se realiza en el rodal 34, perteneciente a la Empresa Florestal Integral (EFI) Macurije, localizada en el municipio Guane, provincia Pinar del Río, Cuba, durante los meses de diciembre de 2014 a febrero de 2015, con el objetivo de proponer un sistema de acciones que posibiliten una correcta planificación de las actividades de extracción y transporte de la madera minimizando los costos de las mismas, en función de una mayor eficiencia y eficacia en la gestión de la maquinaria forestal. Se realizó un estudio referativo de los diferentes modelos o metodologías para la extracción y transporte de la madera, los cuales presentan un área bastante extensa y lejana del aserrío. La metodología utilizada fue según la norma cubana para la explotación de máquinas agrícolas y forestales y sobre los cálculos económicos. Los resultados obtenidos del aprovechamiento de la jornada laboral nos demuestran que el mayor aprovechamiento está en la labor de Transportación de la madera con 88,04 %, la explotación de las distintas máquinas que intervienen en la

### **ABSTRACT**

The present investigation is carried out in the rodal 34, belonging to the Forest Enterprise Macurije, located in the municipality Guane, county Pinegrove of the River, Cuba, during the months of December of 2014 to February of 2015, with the objective of proposing a system of actions that they facilitate a correct planning of the extraction activities and transport of the wood minimizing the costs of the same ones, in function of a bigger efficiency and effectiveness in the administration of the forest machinery. One carries out a study referativo of the different models or methodologies for the extraction and transport of the wood, which present a quite extensive and distant area of the aserrío. The used methodology was according to the Cuban norm) for the exploitation of agricultural and forest machines and on the economic calculations. The obtained results of the use of the labor day demonstrate us that the biggest use is in the work of Transportation of the wood with 88,04 %, the exploitation of the different machines that you/they intervene in the activity of forest use is fundamental to

actividad de aprovechamiento forestal es fundamental para determinar los parámetros económicos en los cuales los costos de las operaciones pudieran bajar; por lo que es imprescindible que exista una correcta organización de las actividades de aprovechamiento forestal teniendo en consideración el uso eficiente de las máquinas y así disminuir los costos económicos

**Palabras clave:** Aprovechamiento; Extracción; Transporte.

---

determine the economic parameters those which that the costs of the operations could lower and it is indispensable that a correct organization of the activities of forest use exists to diminish the costs as for the efficient and effective use of you scheme them and this way to diminish the economic costs

**Key words:** Use, Extraction; Transport.

---

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de los impactos económicos y ambientales, es una práctica poco empleada y conocida en nuestro medio. A pesar de las fuertes inversiones que hacen las empresas para ejecutar el aprovechamiento, en general, éstas no contemplan en sus cronogramas o planes de trabajo las labores de evaluación de sus actividades.

La baja eficiencia del aprovechamiento de la madera en su mayor parte se debe a la poca atención dada a las actividades más costosas de dicho proceso: La extracción y el transporte de la madera que hacen alrededor de un 70% de los costos totales de aprovechamiento (Cándano, 2004).

Considerando que en la EFI Macurije, durante el año 2011, los costos de extracción y transporte de la madera representaron alrededor del 65 % de los costos totales, con un cumplimiento del plan de transportación en un 77 %, se hace aún más relevante resolver el problema en esta entidad. Siendo este, el principal reto que enfrentan los

departamentos de transporte de la mayoría de las empresas forestales; por lo que la presente investigación se desarrolla en la misma Empresa Forestal Integral «Macurije´´ y la misma tiene como objetivo: Proponer un sistema de acciones que posibiliten una correcta planificación de las actividades de extracción y transporte de la madera minimizando los costos de las mismas, en función de una mayor eficiencia en la gestión de la maquinaria forestal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### La Empresa y su Ubicación

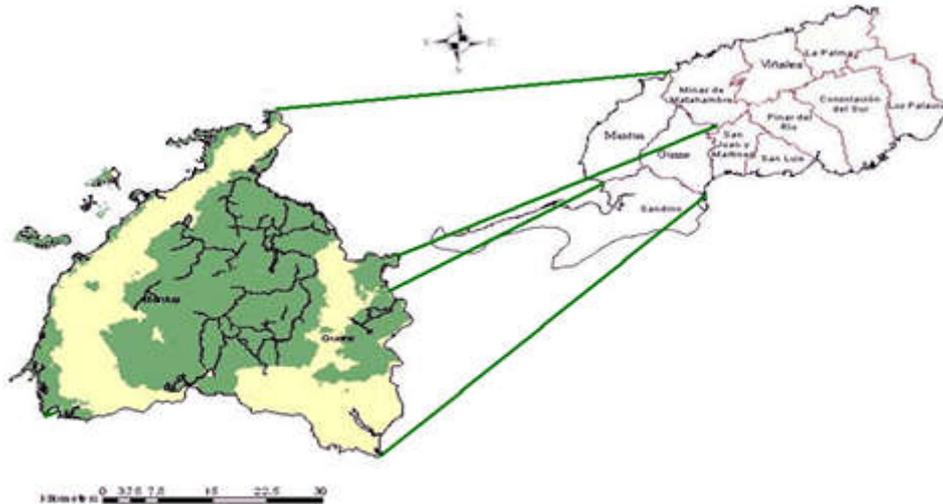
Esta investigación se llevo a cabo en áreas del Macizo montañoso de los municipios de Guane y Mantua pertenecientes a La Empresa Forestal Integral de Macurije (EFIM) en la provincia de Pinar del Río en la región occidental de Cuba.

### Características generales de la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije.

La presente investigación se realiza en el rodal 34, perteneciente a la Empresa Florestal Integral (EFI) Macurije, localizada en la región más occidental de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Geográficamente (Figura 2.1), limitando al Norte (N) con el litoral costero, al

Nordeste (NE) con el Municipio Minas de Matahambres específicamente con el Consejo Popular Santa Lucía (EFI Minas de Matahambres); al Este (E) con o municipio San Juan e Martínez (EFI

Pinar del Río); al Sur (S) con el municipio Sandino (EFI Guanahacabibes) y al Sudeste (SE) con el litoral del Golfo de México. (Aldana, 2006.)



**Fig. 1.** Localización geográfica da Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije.  
**Fuente:** Aldana (2006).

### Relieve, suelo e hidrología

Los suelos de la Empresa Florestal Integral Macurije presentan diferentes tipos de relieves; una análisis de estos indica una secuencia escalonada que concluyen en un pantanop costero. La existencias de estas áreas no son consideradas como algo fortuito sino debido a la continua acción erosiva debido al arrastre de los suelos. El área presenta una formación geológica considerada la más antigua de Cuba, conocida como «Formación San Cayetano» y constituido por rocas metamórficas principalmente rocas xistosas y ardósias. Los suelos existentes en esta área son sulcadas, latosólicos y arenosos.

### Diagnóstico de la determinación de los principales factores que inciden sobre el proceso de aserradero en la EFI Macurije.

Se utilizó el método Delfi en la comisión de expertos que darían su aval a partir de su experiencia, conocimiento y años de trabajo en la entidad.

Otro de los aspectos de esta encuesta fue la decantación de los mismos hasta quedarnos con 16 especialistas a los que se le fue aplicado el instrumento, los mismos son trabajadores de la empresa, son especialistas en este tipo de industria, en la actividad de silvicultura, y otros trabajan en las brigadas extractivas, los cuales tienen como promedio de 25 años de experiencia.

Se seleccionaron 16 expertos a los cuales se les aplicó una encuesta cuyos aspectos fundamentales fueron:

Flujo de entrada de materia prima, calidad de las trozas, del proceso tecnológico de aserrado. Todo ello para que los especialistas determinaran que o cuáles son los factores que más inciden en el aprovechamiento y rendimiento productivos de la máquina de la línea de grandes dimensiones.

Los factores que afectan el trabajo de las maquinas de en el proceso de aprovechamiento se determinan por el Cronometraje de la jornada de trabajo en todo el proceso, con la ayuda de un

reloj y un cronómetro (NC) y la NC (34-38).

**Determinación del balance de tiempo de las actividades relacionadas con el sistema de aprovechamiento utilizado.**

Se utilizó para ello las Normas Cubanas NC 34-37:85 y la NC 34-38:85, estas han sido mejoradas en el 2003; las mismas evalúan los parámetros tecnológicos y de explotación y económicos obteniendo como resultados los cálculos de la utilización del tiempo de la jornada de trabajo, Cálculo de los costos de explotación de las máquinas.

Basándose en la estructura del tiempo de turno se puede presentar en forma del siguiente balance:

$$T=TL+Tv+Tg+Ttec+Treg+TMT+Tcomb+Tnp+Tf.e.+Trep+Torg+Tmet$$

Donde:

TL- tiempo limpio, h

Tv, Tg, Ttec - gastos de tiempo en desplazamiento de las máquinas en

vacío y paradas por problemas tecnológicos (respectivamente), h;

Treg, TMT, Tcomb, Tnp - gastos de tiempo en el campo a causa de regulaciones de las máquinas, mantenimientos técnicos, habilitamiento de combustible, necesidades personales, (respectivamente), h;

Tf.e., Trep, Torg, Tmet - pérdidas de tiempo a causa de fallas de explotación, reparaciones de avería, problemas de organización, condiciones meteorológicas (respectivamente), h.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Resultados del Diagnostico aplicado a Expertos.**

Como se muestra en la figura (2). Del diagnostico a los expertos se muestra como las dimensiones evaluadas difieren en cuanto a la puntuación, de forma general ninguna de las dimensiones evaluadas muestran estabilidad, lo que nos lleva a realizar un análisis de las principales problemáticas que inciden en los diferentes procesos tecnológicos que intervienen en el aprovechamiento.



**Fig. 2.** Diagrama radial del diagnóstico a expertos.

Las diferentes variables analizadas por los expertos partiendo de La Dimensión partiendo del comportamiento de la Maquinaria y Accesorios (MA) cuyas

variables analizadas es el estado técnico y la fiabilidad de las mismas así como la disponibilidad de combustible y

lubricante para la realización de sus operaciones tecnológicas.

Como se aprecia en la figura 2 el promedio de las encuestas manifiestan que los servicios no son garantizados en su totalidad ya que son las variables que al igual que el estado de salud de las yuntas de bueyes no reflejan un estado satisfactorio para cumplir con los objetivos de sus operaciones, en el caso de la extracción de madera como es el ejemplo y de acuerdo con la información consultada esta operación constituye una de las más costosas dentro del aprovechamiento de madera, alrededor del 20 por ciento de los costos totales.

Las máquinas y medios usados para esta operación son muy variadas, desde la fuerza humana, la tracción animal y la fuerza mecanizada si no se garantiza por parte de la empresa los recursos necesarios estos influirán negativamente en la productividad de las maquinas y de los animales en dicha labor resultados similares lo obtuvieron (Cándano, 1998); (Cordero, 1995); (Chirguin, 1994).

En cuanto a la dimensión del Estado de las Plantaciones (EP); las variables que no representa una salud aceptable son el acceso a los arboles y el acceso a los centros de acopio, esto esta debido por las enredaderas en los arboles (lianas) y por lo difíciles que están los caminos secundarios y las pendientes en los cuales se establecieron.

Una de las dimensiones evaluadas y no deja de ser importantes es la Ergonomía (Erg) esto tiene que ver con directamente con la utilización de medios y accesorios utilizados por el hombre dentro de los procesos, los principales indicadores que presentan una incidencia negativa son los niveles de ruido y la comodidad con los implementos esto en el trabajo de corte o tala de árbol, ya que los mismos no tienen los accesorios necesarios para

disminuir los decibeles de las motosierras y lo otro es la posición de corte que deben adoptar para ello.

De acuerdo con algunas investigaciones de (García, 1993), los costos de las sierras de motor son más bajos en la tala y troceado de los árboles, obteniéndose los mejores resultados cuando el diámetro de estos supera los 30 cm.

En cuanto a la dimensión de Aspectos Ecológica (AE) en los cuales inciden los diferentes proceso del aprovechamiento, podemos constatar que la compactación del suelo y el daño a las plantaciones son las variables que inciden negativamente en dicho proceso, primero por los equipos que se usan para la extracción, a pesar de ser máquinas de una fiabilidad y potencia excelente, lo otro por la no atención silvicultural que se le dan a los rodales.

En cuanto a los Aspectos Socioeconómicos (ASE) evaluados por los expertos, las variables se mantiene en un nivel aceptable, aunque la capacitación que reciben los operadores y ayudantes y fin todo el personal que intervienen en la actividad de aprovechamiento no es la adecuada y no se realiza con frecuencia sobre los principales problema que inciden negativamente en su trabajo cotidiano, muy pocos investigadores se refieren a esta actividad, por lo que es muy importante esta actividad para los trabajadores.

### **Utilización del tiempo de la jornada de trabajo para las herramientas de corte.**

Los resultados de la utilización del tiempo de la jornada de trabajo de las herramientas de corte fueron con un 84.3 y un 88.5 % de explotación y un 15.62 y un 11.5 % de tiempo de jornada perdido, para las moto-sierras y las hachas respectivamente.



**Fig. 3.** Trabajo para las herramientas de corte.

El tiempo perdido se debe a causas ajenas a las posibilidades técnicas de las herramientas usadas, la retirada de los obreros de las áreas de trabajo provocado por las dificultades en la elaboración de los alimentos y la lejanía de las áreas de trabajo, reducen la estancia de estos a 6 h aproximadamente.

Las yuntas de bueyes empleadas en la extracción y el apilado de madera, tienen un 78.93 % del tiempo dedicado a la explotación y el 21.06 % del tiempo es perdido.

El mayor tiempo perdido es provocado por la retirada de los boyeros antes de concluir la jornada de trabajo y las pérdidas por causas organizativas, dado a que los animales no tienen altos rendimientos por jornadas y con poca madera talada trabajan el turno completo.

**Utilización del tiempo de la jornada para la extracción de madera con tractores.**

El 65.83 % del tiempo total de la jornada se emplea en la explotación del tractor y el 34.16 % es tiempo perdido con la mayor repercusión en el tiempo perdido por incumplimiento de la jornada laboral o retirada de las áreas de trabajo de los operadores y ayudantes propiciado por las dificultades antes mencionadas, también pierde

tiempo por la falta de combustibles y la falta de madera talada para extraer, las interrupciones por causas meteorológicas que fueron muy similares a las otras

**Utilización del tiempo de la jornada en la carga de madera.**

El tiempo de explotación registrado para el cargador fue un 83.39 % y las mayores pérdidas de tiempo dentro de la jornada con 16.60 %.

Se pierde tiempo por causas organizativas motivado por la poca madera en los acopiaderos y la falta de camiones para el transporte la cual interrumpe el trabajo del cargador. Las reservas de madera en el acopiadero pueden ser resueltas con medidas organizativas, pero la falta de camiones necesita de nuevas inversiones.

**Utilización del tiempo de la jornada para los camiones de transporte de madera.**

La situación más favorable en cuanto a la utilización del tiempo de la jornada es la de los camiones de transporte con un 88.04 % de utilización del tiempo y sólo un 11.95 % de pérdidas, provocadas por causas meteorológicas y por causas organizativas. Las pérdidas por causas organizativas aunque no son severas pueden disminuirse al garantizar

mayores reservas de madera en los acopiaderos.

A pesar de existir pocos camiones para el transporte de madera los resultados obtenidos muestran buena utilización del tiempo de explotación del transporte, al igual que los tiempos operativos y productivos.

Un caso particular es el cargador PL-2 que tiene un alto rendimiento por hora, la poca madera talada por turno unido a la falta de camiones para el transporte provocan las pérdidas de tiempo de esta máquina.

### Productividad de las diferentes operaciones de extracción de la madera

### Productividad por hora en el corte de la madera (Phcm)

Durante la investigación se realiza el análisis de los datos tomados del Fotocronometraje teniendo como premisa los distintos parámetros que rigen las componentes del tiempo de turno de trabajo. La productividad como se aprecia en la figura 4. Es uno de los más importantes indicadores de efectividad de utilización de las máquinas y la misma representa la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo (hora) para las condiciones dadas de explotación según las NC 92-10:78.

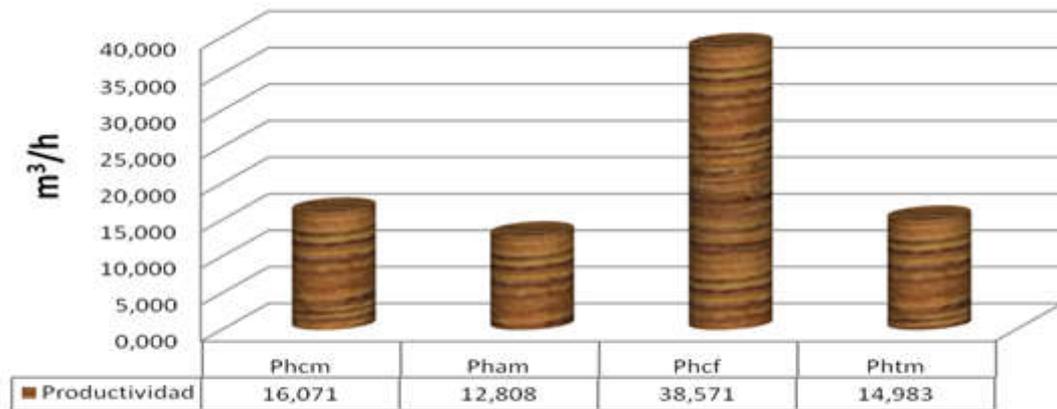
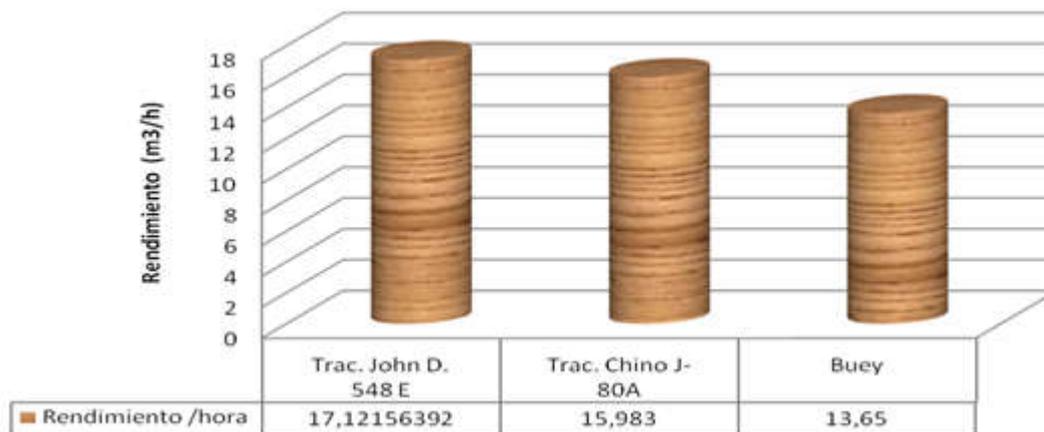


Fig. 4. Productividad de las operaciones de extracción de la madera en (m³/h).

Se puede constatar que la Productividad por hora en el corte de la madera (**Phcm**) a través de las motosierras que fueron las que se utilizaron en la investigación tiene un promedio de 16,071 m³ de madera por horas, esto

solo en media jornada de trabajo para tala selectiva.

### La Productividad y el rendimiento por hora en el arrastre de la madera (Pham).



**Fig. 5.** Rendimiento de los equipos utilizados en la extracción de madera.

En la investigación como se aprecia en la figura 5, se estudiaron el tractor John Deere 548 E, el tractor Chino J-80 A y una Yunta de bueyes; donde el porcentaje de productividad en la extracción de la madera estuvo promediando en 12, 808 m<sup>3</sup>/h para las condiciones del experimento, resultados por debajo lo obtuvo la FAO (1988).

En la investigación el Tractor John Deere 548 E, el Tractor Chino J-80 A y la Yunta de Bueyes tuvieron un rendimiento de 17,12; 15,98 y 13,65 m<sup>3</sup>/h respectivamente en una pendiente entre un 15 y un 30 % y en una distancia promedio de 160 m. por lo que es superior a lo reportado por (FAO, 1988), para distancia y pendientes similares.

La Productividad para la carga de madera con cargador frontal Volvo (Phcf) es de 38,57 m<sup>3</sup>/h; realizando un análisis de las máquinas presentes nuestro trabajo, las mismas presentan una gran reserva para la elevación de la productividad. Durante el trabajo el tiempo de turno nunca se utiliza completamente en el trabajo principal o útil, sino solamente una parte de éste, el resto se pierde en el desplazamiento de las máquinas en vacío, en giros y paradas por diversas causas según (González, 2003), NC ISO 8210. 2005. Para el caso del cargador, este se encuentra en el centro de acopio y es bastante eficiente, lo que disminuye su productividad con respecto a su utilización en otros países es la

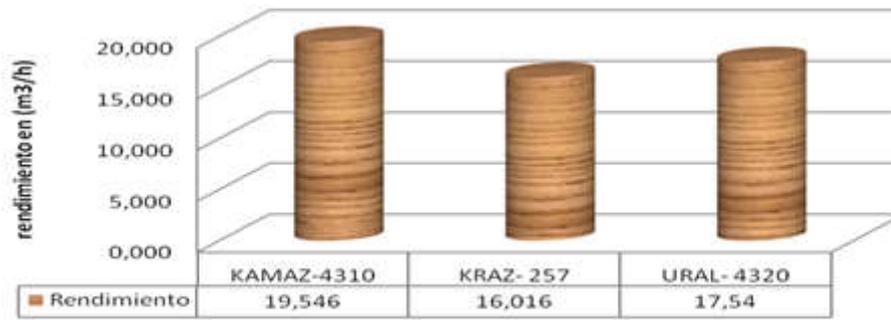
disponibilidad del transporte. Es por ello que su productividad a pesar de ser la mayor (38,57 m<sup>3</sup>/h) está bastante distante del promedio mundial el cual oscila entre 100 y 200 m<sup>3</sup>/h según (González, 2003).

Estos aspectos negativos se deben a que la empresa no dispone de un transporte adecuado y suficiente para transportar toda la madera que se tale en una jornada de trabajo. Por lo que la gestión en la entidad es deficiente. A pesar de tener la mayor productividad mantuvo un rendimiento promedio 34,5 m<sup>3</sup>/h; esto se debe a la falta de transporte y a la capacidad de carga de los mismos.

La Productividad en el Transporte de la Madera. (Phtm) es de 10.36 m<sup>3</sup>/h; de acuerdo a lo investigado para las condiciones de trabajo, las mismas presentan una reserva para la elevación de la productividad, lo que no se ajusta para el potencial del transporte en el cual van a incidir los problemas con la distancia, las pendientes, la calidad de los caminos y los acopiaderos, el estado técnico del transporte y las carreteras. Según (Cándano, 2000), plantea que la parte decisiva del aprovechamiento es la garantía del transporte para la materia prima, aunque no hay que descuidar la calidad de las construcciones de los caminos principales, secundarios y terciarios, así como los acopiaderos.

Como se aprecia en la figura 6 en rendimiento promedio del transporte 17,762 para los tres vehículos que se encontraban en dicha operación, aunque hay que destacar que el KAMAZ-4310, mantuvo un rendimiento de 19,546 m<sup>3</sup>/h con una diferencia de 3,53 y 2,00 m<sup>3</sup>/h con respecto al KRAZ y al URAL

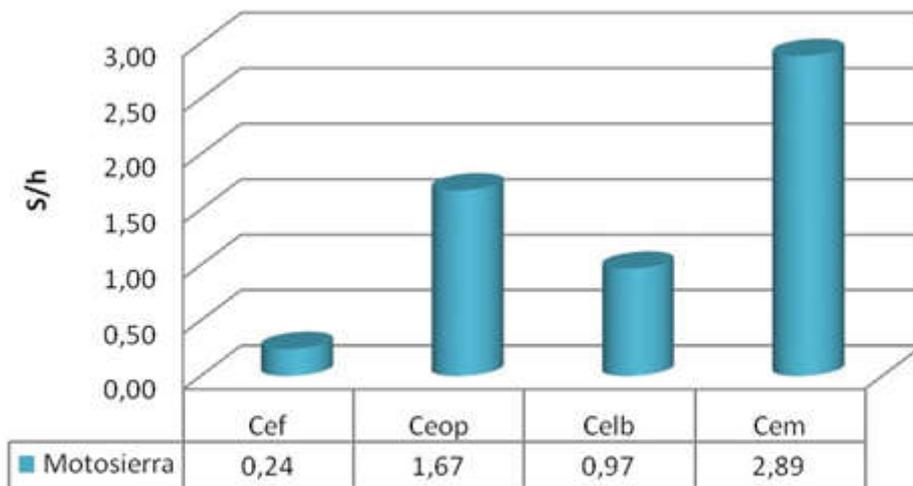
respectivamente, esto se debió a la cantidad de viajes que el mismo dio en los días de la evaluación, además es el equipo que mejor estado técnica tenía. A pesar que la productividad fue baja en rendimiento depende de la capacidad de carga del equipo.



**Fig. 6.** Rendimiento del transporte en (m<sup>3</sup>/h).

**Evaluación de los costos de explotación de las máquinas que intervienen en el aprovechamiento.**

Costos de explotación de las máquinas y herramientas, (Ce).



**Fig. 7.** Costos de explotación de las máquinas y herramientas, (Cem).

Como se aprecia en la figura 7 los parámetros que más inciden en los costos de explotación de la maquinaria (Cem) son los costos de operación y de labor ya que estos son los costos variables donde un gran porcentaje es el salario de los operadores y los ayudantes.

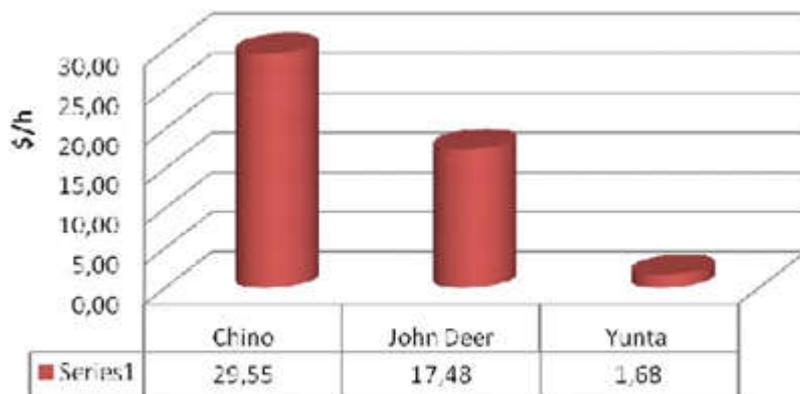
En cuanto al costo de operaciones intervienen el combustible y el rendimiento productivo en dicha labor en este aspecto intervienen las pérdidas de tiempo ocasionadas en su gran mayoría por la organización del trabajo, para el caso de la tala el costo de explotación se mantuvo en parámetros aceptables para las condiciones de explotación (la tala era selectiva, las pendientes oscilaban entre un 15 y 30

%; la distancia entre arboles, los arboles contaban en su alrededor muchas lianas entre otros aspectos) con **2,89** pesos por hora donde el costo de operaciones tiene un 57,78 % del total del costo y un 33,56 y 8,30 % para los costos de la labor y de propiedad respectivamente, resultados inferiores lo obtuvo, (Cándano, 1998).

### Costos de Explotación en las Operaciones de Extracción (Cem)

Como se puede apreciar en la figura 8 el equipo que incurrió en mayores gastos resultó ser el tractor Chino esto debido

a la baja fiabilidad del tractor para las condiciones de explotación, presentaba fallas y roturas frecuentes lo que trajo consigo que el costo fuera de 29,55 pesos por hora para una distancia de 150 m donde el costo unitario fue de 1,84 pesos por m<sup>3</sup> de madera, la más económica, con un costo unitario de 0,97 pesos/ m<sup>3</sup> de madera fue la extracción con el tractor John Deer y la que mayor costo tuvo fue la extracción con la Yunta, el mismo fue de 8, 30 pesos/m<sup>3</sup> de madera.

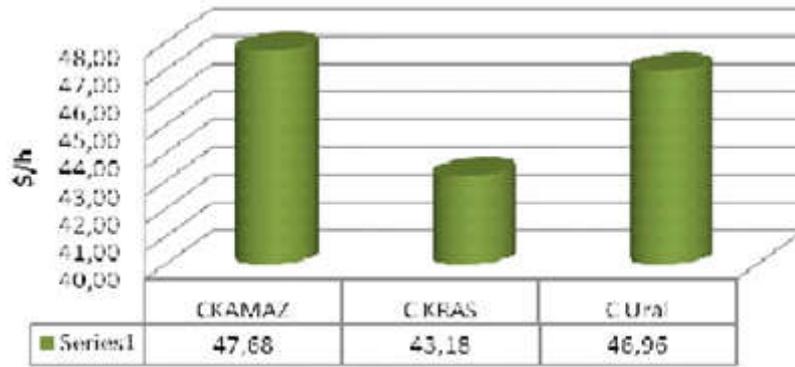


**Fig. 8.** Costos de explotación de los equipos para la extracción.

### Costo de explotación del transporte

Los costos en la explotación del transporte son los más elevados debido a la distancia en que quedan los rodales naturales, y al mal estado en que se encuentran los caminos de acceso al acopiadero los costos unitarios en que incurrieron cada uno de los camiones estudiados fueron los siguientes el camión Kamaz tuvo un costo de de 2,44

pesos/m<sup>3</sup>, con respecto a 2,69 y 2,67 pesos/m<sup>3</sup> respectivamente, comparándolo con el camión Kras y el Ural esto es debido a que el rendimiento de los mismos es bajo según los rendimientos a nivel internacional, por lo que para mejorar estos valores se deberán realizar acciones encaminadas a mejorar los caminos de acceso y aumentar la capacidad de carga de los camiones.



**Fig. 9.** Costo de explotación del transporte.

Además para obtener un beneficio económico, se reduce o evita el nivel de daños que provoca la construcción de caminos con una densidad superior de arboles, hay que desatacar que los camiones solo realizan tres viajes en las ocho horas de trabajo.

Como se aprecia en la figura 9 los costos de explotación para cada uno de los camiones que intervienen en dicha operación se encuentran entre los 43,18 y 47,68 pesos, por hora, mientras que el costo unitario oscila entre 2,44 y 2,69 pesos/m<sup>3</sup>,

Se puede concluir que:

Los cálculos del aprovechamiento de la jornada Laboral nos demuestran que el mayor aprovechamiento está en la labor de Transportación de la madera con 88,04 %

Es imprescindible que exista una correcta organización de las actividades de aprovechamiento forestal para disminuir los costos en cuanto al uso eficiente y eficaz de las maquinas y así disminuir los costos económicos

Es importante tomar en cuenta las condiciones de las distintas áreas para poder racionalizar el uso de las operaciones y con ello el uso de las máquinas lo que disminuiría el consumo de portares energéticos logrando bajos niveles de contaminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDANA, E., PUENTES, M. y J. *Proyecto de Ordenación EFI Macurije. Ministerio de la Agricultura.* 2006

Cándano, F. *Optimización de los costos de los sistemas de aprovechamiento de madera en bosques de coníferas en la provincia Pinar del Río.* Tesis Doctoral inédita en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, 1998.

Cándano, F. *Os custos das operações de exploração. Monografia. Departamento de Engenharia Florestal, Mato Grosso, Brasil: UFMT,* 2000.

CÁNDANO, F. *Propuesta para el perfeccionamiento de la tecnología de aprovechamiento de madera en rodales de Pinus caribaea en la provincia de Pinar del Río.* Diss. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba, 1998.

CÁNDANO, F. *«Aprovechamiento forestal.»* La Habana: Editorial Félix Varela, 2004.

Cordero, W. *Uso de bueyes en operaciones de aprovechamiento forestal en áreas rurales de Costa Rica.* Estudio Monográfico de Explotación Forestal. No.3. Roma, Italia, 1995.

Chirguin, J.C. *Los animales de trabajo y sus múltiples aportes al desarrollo*

*agrícola y rural. División de Producción y Sanidad Vegetal. Roma, Italia: FAO. 1994.*

*FAO. Intermediate technology in forest harvesting. Agricultural tractor and Forest trailer with mechanical crone. Rome, Italy: Project: GCP/ INT/ 343/ SWE Forest Industries Division, 1988.*

*García, P. «Relación entre el tráfico de vehículos y las deformaciones físicas de los suelos forestales.» Seminario de Atualização em Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal 9 (1996): 39-44.*

*GONZÁLEZ, V. Explotación del parque de maquinaria. La Habana: Editorial Félix Varela. 1993.*

---

*Greter Azcuy Concepción. Estudiante de quinto año ingeniería forestal. Facultad de Forestal y Agronomía. Universidad de Pinar del Río "Hnos Saíz Montes de Oca". Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. CP. 20100*

---