

Evaluación de la etapa de arrastre en un aprovechamiento de plantaciones forestales de **Acacia** (*Acacia mangium*). San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Verónica Villalobos-Barquero¹
Alejandro Meza-Montoya²

Resumen

Se evaluó el sistema tecnológico utilizado en la etapa de arrastre de un aprovechamiento de plantaciones forestales de acacia ubicadas en San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Se determinó la eficiencia de la etapa de arrastre mediante un estudio de tiempos (T) y movimientos (M) utilizando la metodología del muestreo propuesta por Cordero y Serrano (1988). También se calculó la producción (m^3/hr) tomando en cuenta el volumen (m^3) y la duración de cada jornada evaluada; para obtener el volumen (m^3) promedio se utilizó la fórmula Smalian. Se realizó el análisis de los costos de producción determinando el costo horario ($\$/hr$) de la etapa en estudio. Con base en el costo horario ($\$/hr$) y en la producción obtenida (m^3/hr) se calculó el costo de producción ($\$/m^3$). Se analizó el trabajo realizado

Abstract

Evaluation stage drag on use of forest plantations of acacia (*Acacia mangium*), San Carlos, Alajuela, Costa Rica

The project evaluated the technological system used in the hauling operations of acacia forestry plantations located in San Carlos, Alajuela, Costa Rica. According to Cordero (1989), the efficiency of this stage was determined through a study of time (T) and movement (M). Production (m^3/hr) was also calculated based on the volume (m^3) and the length of each working day in order to obtain the Smalian average volume (m^3). The analysis of production costs was conducted by determining the hourly cost ($\$/hr$) of each stage. Based on the hourly

1. Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago Costa Rica; vvillalobos@itcr.ac.cr
2. Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago Costa Rica; almeza@itcr.ac.cr

Recibido: 01/03/2016
Aceptado: 16/03/2016

durante seis jornadas, determinando los movimientos que conforman el ciclo de producción, tanto los productivos como los improductivos o atrasos, con el fin de recomendar las medidas correctivas para disminuir los atrasos y aumentar la eficiencia y la producción. Los caminos internos del área evaluada ya estaban construidos. Los fustes fueron arrastrados con bueyes, sólo se arrastró un fuste por ciclo y en las mejores condiciones 2, a lo largo de una distancia promedio de 64 metros. Se determinó una eficiencia de 59,72 %, una producción de 4,18 m³/hora y el “viaje cargado” fue el movimiento que más tiempo consumió con un 21,37% del total del tiempo. Finalmente, se obtuvo un costo por metro cúbico de ₡719,05.

De acuerdo con estos resultados se establecieron algunas recomendaciones basadas en las metas de minimizar los riesgos laborales, el impacto en los animales, aumentar la producción y eficiencia y disminuir los costos de producción del sistema de aprovechamiento.

Palabras clave: Bueyes, *Acacia mangium*, tracción animal, aprovechamiento de plantaciones, costos.

Introducción

Las plantaciones forestales, en su mayoría, son establecidas como fuente de materia prima para la sociedad que demanda productos de madera para diferentes usos (Vaides, 2004); sin embargo, su establecimiento trae consigo una serie de beneficios adicionales desde el punto de vista social, económico y ambiental. El aprovechamiento de estas plantaciones debe hacerse de forma planificada y con las mejores tecnologías, de manera que garantice un rendimiento continuo de los recursos naturales.

Según Meza-Montoya (2004), el aprovechamiento forestal es un sistema de producción, por lo tanto tiene una serie de etapas bien definidas: volteo, arrastre, troceo, carga y transporte, las cuales deben interactuar entre sí en forma ordenada y lógica.

La ejecución de las operaciones en cada etapa del aprovechamiento forestal, debe ser evaluada de manera que se confronte lo planificado con lo actuado (Contreras, Cordero y Fredericksen, 2001). La planificación y evaluación debe permitir que las prácticas que se ejecuten en cada etapa del sistema sean sostenibles y se puedan establecer los mecanismos de control que garanticen el mínimo costo de las operaciones (FAO, 2001).

La evaluación de una operación de aprovechamiento forestal debe estar dirigida fundamentalmente hacia la eficiencia, la producción, la distribución del tiempo en la

cost (₡/hr) and production (m³/hr), the production's total cost (₡/m³) was calculated. The movements that make up the production cycle were used to analyze working days; determining productive movements as well as non-productive movements and delays, in order to dictate remedial measures to reduce delays and increase efficiency and production. The logs were pulled by oxen; only one log per cycle was hauled and in the best conditions 2 logs were hauled, over an average distance of 64 meters. The study showed an efficiency of 59.72%, with a production of 4.18 m³/hour and the “loaded trip” was the movement that consumed more time with 21.37% of the total time. Finally, a cost per cubic meter (₡ 719.05) was obtained.

According to these results recommendations based on the goals of minimizing occupational risks were made as the impact on the animals settled, increase production efficiency and reduce production costs of harvesting system.

Keywords: Oxen, *Acacia mangium*, draft animals, harvesting plantations, costs.

jornada de trabajo, los costos de producción de cada una de las etapas del sistema, así como el daño causado al suelo y a los árboles remanentes (Meza-Montoya, 2014).

El objetivo de la investigación fue evaluar la etapa de arrastre en un aprovechamiento de plantaciones forestales de acacia ubicadas en San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Material y métodos

Sitio de muestreo

Entre los meses de agosto y octubre del año 2014 se obtuvieron datos durante la evaluación del aprovechamiento de plantaciones forestales de acacia (*Acacia mangium*) pertenecientes a la empresa PROTEAK FORESTAL S.A., ubicadas en la región de El Concho, en el cantón de San Carlos, provincia de Alajuela, Costa Rica. Geográficamente los sitios evaluados se encuentran entre las coordenadas 10°49' Lat Norte y 84°27' Long Oeste.

Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia de la etapa de arrastre del sistema de aprovechamiento forestal se realizó un estudio de tiempos (T) y movimientos (M) utilizando la metodología del Muestreo propuesta por Cordero Quesada y Serrano Montero (1988) en donde se establece realizar observaciones cada dos minutos con el fin de

determinar los porcentajes del tiempo de la jornada que consume cada movimiento. Asimismo, se clasificaron los movimientos que componen el ciclo productivo en movimientos productivos e improductivos o atrasos y se calculó la eficiencia de la siguiente manera:

$$\%E = \frac{\text{Tiempo Productivo}}{\text{Tiempo Programado}}$$

donde:

Tiempo Productivo = número de observaciones de movimientos productivos.

Tiempo Programado = total de observaciones de la jornada evaluada.

Para calcular el número de jornadas a evaluar (intensidad de muestreo) se utilizó la fórmula según el procedimiento sugerido por Cordero (1988):

$$Z = \frac{Z^2 * Q}{E^2 * D}$$

donde:

Z² = porcentaje de confianza deseado.

E² = error de muestreo esperado.

D = porcentaje de tiempo programado en que ocurren atrasos (expresado en decimales).

Q = (1-D) porcentaje de tiempo programado en que no hay atrasos (expresado en decimales).

Determinación de la producción

Se requiere obtener el volumen y la duración de la jornada. Para calcular estas variables se determinaron los metros cúbicos de cada jornada evaluada y se registró la hora inicial y la hora final de la misma.

Para calcular el volumen y por la alta cantidad de fustes arrastrados que se trabajan por día, se utilizó un muestreo de un 45 % de los fustes totales al final de la jornada, valor que se multiplicó por el número de fustes arrastrados en cada jornada. El volumen se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi}{8} * (d_1^2 + d_2^2) * L$$

V = volumen en metros cúbicos

d₁ = diámetro en metros medido en la cara mayor.

d₂ = diámetro en metros medido en la cara menor.

L = largo del fuste en metros.

La duración de la jornada u horas programadas, se obtuvo de la evaluación de T y M, calculando la diferencia entre la hora de inicio y la hora final.

Se determinó una producción por jornada evaluada y luego se obtuvo un promedio de todas las jornadas.

Finalmente se calculó la producción con base en la siguiente ecuación:

$$\text{Producción (m}^3/\text{hr.prog)} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Horas programadas}}$$

Determinación del costo horario

Para el cálculo del costo horario (€/hr) se tomaron en cuenta los costos fijos y costos variables.

Dentro de los costos fijos se consideró la depreciación de los bueyes con el método de línea recta estimando una vida útil de 8 años para la yunta, 3 años para el yugo y las fajas y 5 años para las cadenas, de la siguiente forma:

$$D = \frac{P - S}{N}$$

donde:

D = depreciación de los bueyes (€/año)

P = valor inicial de ambos animales.

S = valor de rescate de la yunta de bueyes

N = vida útil en años de la yunta de bueyes

Además, se estimó un costo sobre el capital calculado con base en la inversión media anual, de la siguiente manera:

$$CC = \left(\frac{(P - S) * (N + 1)}{2N} + S \right) * i$$

donde:

CC = costo capital (€/año)

P = valor inicial de la yunta de bueyes.

S = valor de rescate de ambos animales.

N = vida útil en años de la yunta de bueyes.

i = tasa de interés.

El resto de los costos fijos lo componen la alimentación de los bueyes, además de aspectos como el concentrado, sal y algunos minerales y se incluyó la mano de obra para la cual se utilizaron valores establecidos en la legislación costarricense como salarios mínimos para un trabajador de campo (peón) y para un operario no calificado; se consideró un 44 % de cargas sociales sobre ambos salarios.

Como costos variables se consideraron la depreciación por uso del yugo, las fajas y las cadenas. Para el yugo y las fajas se tienen datos de hasta 3 años de vida útil, sin embargo por el duro trabajo que representa la extracción de madera, se utiliza una vida útil de un año.

Cuadro 1. Distribución promedio del tiempo en una jornada de trabajo durante la operación de arrastre con bueyes en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Table 1. Average time distribution in a journey during harvesting of *Acacia mangium* plantations with oxen drag, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Movimientos del sistema	Observaciones	Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Porcentajes
Movimientos productivos				
Viaje vacío	44,50	89,00	1,48	20,52
Amarre	20,33	40,67	0,68	9,38
Viaje cargado	46,33	92,67	1,54	21,37
Soltar	18,33	36,67	0,61	8,46
Sub-Total	129,50	259,00	4,32	59,72
Movimientos improductivos				
Carga pegada	8,00	16,00	0,27	3,69
Limpiar pista	10,17	20,33	0,34	4,69
Ajustes de fajas en yugo	0,83	1,67	0,03	0,38
Desrame o troceo	10,33	20,67	0,34	4,77
Alimentación	18,83	37,67	0,63	8,69
Fisiológicos	0,00	0,00	0,00	0,00
Re-amarre de la carga	1,17	2,33	0,04	0,54
Descanso de los bueyes	7,83	15,67	0,26	3,61
Tomar agua	0,67	1,33	0,02	0,31
Limpiar patio de acopio	1,83	3,67	0,06	0,85
Espera por operación de corta	27,67	55,33	0,92	12,76
Sub-Total	87,33	174,67	2,91	40,28
TOTAL	216,83	433,67	7,23	100,00

Determinación del costo de producción

Por último, con base en el costo horario determinado (Costos Fijos + Costos Variables) e incorporando la producción obtenida (m^3/hr), se definió para la etapa de arrastre el costo de producción ($\$/m^3$).

Resultados y discusión

Sitio de muestreo

El sitio evaluado presentó características particulares de clima, ya que durante la mayoría de las jornadas permaneció lloviendo. Se evaluaron las actividades de aprovechamiento en 3 lotes continuos con superficies de 4,65, 2,69 y 4,76 hectáreas respectivamente, que forman parte de la finca llamada Luna Verde 3 ($10^{\circ}53'$ Lat Norte, $84^{\circ}22'$ Long Oeste) que mide un total de 197,36 hectáreas. Topográficamente, las fincas contaban con lomas cortas y pendientes bajas que no superaban el 10 %. La plantación fue aprovechada a tala rasa más por una situación de mercado que por haber alcanzado su máximo rendimiento ($m^3/ha.$). El rodal aprovechado tenía 9 años de edad; los fustes alcanzaron los 23 metros de altura total, una altura comercial promedio de 20,95 metros y un diámetro promedio de 19,64 centímetros. Se observó desde el primer lote que a las plantaciones

no se les dio ningún tipo de mantenimiento en los últimos 5 años ya que el sotobosque era muy denso con regeneración de especies colonizadoras.

Determinación de la eficiencia

El método de arrastre utilizado fue la fuerza animal, específicamente los bueyes, ya que las condiciones climáticas de la región hacían muy difícil mantener una operación en forma permanente utilizando maquinaria, además del daño excesivo que se causaría al suelo (Cándano, Vidal, Pinto y Machado, 2004).

El cuadro 1 muestra los valores promedio de 6 jornadas evaluadas con una eficiencia de 59,72 %. Sólo se arrastró un fuste por ciclo y en las mejores condiciones 2, dado que la longitud promedio de los mismos fue superior a los 20 metros y el arrastre de un número más grande generaría mayores dificultades que beneficios a la operación. El “viaje cargado” fue el mayor de los movimientos productivos con un 21,37 % del total del tiempo. Los movimientos productivos “viaje vacío” y “viaje cargado” presentaron porcentajes muy similares (Figura 1) lo que pone en evidencia que probablemente la fuerza de los bueyes fue subutilizada o que por el diámetro promedio de los fustes los bueyes tenían mayor capacidad de arrastre.

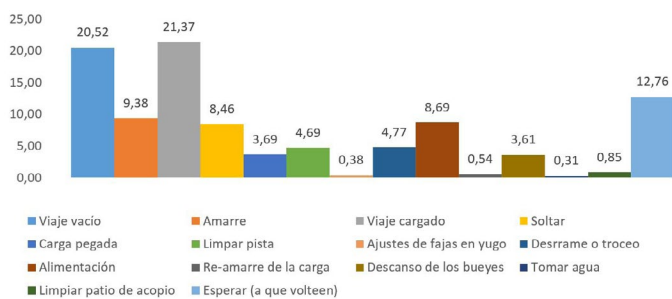


Figura 1. Distribución promedio del porcentaje del tiempo consumido por cada movimiento durante la operación de arrastre con bueyes en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Figure 1. Average distribution percentage of time spent by each movement during drag operation with oxen in an *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Para esta etapa del sistema de aprovechamiento, la “espera por operación de corta” consumió el mayor porcentaje de tiempo en cuanto a atrasos se refiere; esto se debe a un problema de planificación, ya que al inicio y durante la jornada, los bueyes debían esperar a que el operario encargado de la corta de los árboles completara de 3 a 5 árboles para poder arrastrarlos, acción que ocurría cada 1, 5 horas aproximadamente. El operario encargado de la corta era el mismo que se encargaba de trocear los fustes y acomodar las trozas en el patio de carga, lo que ocasionó la situación anterior.

Se analizó el “desrame o troceo” de los fustes y “limpiar pista” ya que son movimientos improductivos que consumieron gran cantidad de tiempo (4,77 % y 4,69 % respectivamente, Figura 1). El primer atraso mencionado se debió a que en algunas ocasiones los árboles eran mal desramados durante el volteo y al realizar el arrastre había que repetir la labor para limpiar por completo el fuste y facilitar el trabajo de los bueyes. La distancia promedio de arrastre fue de 64 metros y una característica importante de esta operación es que no hubo ningún tipo de preparación de la pista de arrastre por donde pasan los bueyes, ramas, troncos, piedras, arbustos, etc., no son removidos ni apartados (Figura 2) lo que ocasionó que durante cada ciclo de trabajo los boyeros detuvieran actividades para sacar del camino los obstáculos lo que generó el segundo atraso mencionado. Esta situación también provocó que los animales circularan más lentamente de lo normal y sufrieran un desgaste mayor y hasta algún nivel de maltrato en sus patas. Este atraso surge de la costumbre de los boyeros ya que nunca han recibido capacitación y por tanto no visualizan las ventajas que tendría preparar mejor las pistas de arrastre.

Determinación de la producción

La producción ($m^3/hr.prog$) en la operación de arrastre mostró una homogeneidad casi perfecta en cuanto a los datos por hora programada obtenidos durante las jornadas evaluadas, lo que indica, para este caso, que el trabajo de los bueyes está limitado principalmente por la capacidad del sistema de aprovechamiento, que a la vez estuvo limitado por la especie y el producto meta, es decir, los bueyes no pueden producir más de lo que se puede procesar o cargar en el día, ya que la especie *Acacia mangium* no resiste mucho tiempo almacenada en los patios. De esta manera, el boyero limitaba la producción de la yunta a la capacidad del patio de carga.

La producción más baja que se obtuvo en la evaluación ($2,946 m^3/hr$, cuadro 2) correspondió a una jornada en la que el movimiento improductivo “espera por operación de corta” consumió la mayor cantidad de tiempo, un 25,37 % del total, superando incluso los movimientos productivos, lo que indica que los bueyes no estuvieron trabajando, precisamente por lo limitado y poco flexible que resulta el sistema de corta y arrastre simultáneos utilizados en este caso por la empresa; ya que el encargado de la corta era el mismo que debía trocear los fustes en los patios. Si se logra suprimir este atraso, la eficiencia de la jornada pasaría de un 52,68 % (actual) a un 70, 59 %, lo que conllevaría a un aumento en la producción.

Determinación de los costos de producción

El costo por metro cúbico se obtuvo de la relación entre el costo horario ($\$/hr prog$) y la producción ($m^3/hr prog$) obtenida en la etapa de arrastre. Se asumió un total de 200 días programados de trabajo por año y 8 horas programadas por día, en total 1600 horas programadas por año para la operación.

Para los diferentes cálculos se utilizó la información descrita en el cuadro 3. El costo sugerido para la yunta de bueyes corresponde a un par de animales adultos con un alto grado de adiestramiento. Los costos del yugo y las fajas se obtuvieron mediante consulta a boyeros de diferentes partes del país, al igual que los datos de vida útil. Según la Corporación Ganadera de Costa Rica (2016), el precio por kilogramo de carne de una res al final de su utilidad ronda los $\$1300$, valor utilizado para obtener el valor de rescate de ambos animales. Se consideró un peso final por res de 700 kilogramos.

Para determinar el costo por alimentación de una yunta de bueyes (Cuadro 4) se consideró que un buey puede digerir por día hasta el 10 % de su peso en forraje. Añadido a la biomasa, los bueyes consumen por día 2 kilogramos de concentrado y 0,60 kilogramos de minerales que complementan su alimentación. El cuadro 4 muestra los costos incurridos por concepto de alimentación de un animal de trabajo, tanto los costos de alimentación como los de salud animal deben ser multiplicados por dos ya que la yunta está compuesta por dos animales.



Figura 2. Obstáculos presentes en las pistas de arrastre en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Figure 2. Obstruction in drag trails in an *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Cuadro 2. Producción y eficiencia por jornada en la operación de arrastre con bueyes en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Table 2. Production and efficiency per journey in the drag oxen operation did in *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica

Jornada	Eficiencia (%)	Duración de la jornada (horas)	Volumen por jornada (m ³)	m ³ /hora programada*	m ³ /hora efectiva*
1	61,78	7,50	34,770	4,636 B	7,504 BC
2	52,69	6,20	28,060	4,526 B	8,590 C
3	52,68	6,83	20,130	2,946 A	5,592 A
4	62,29	6,87	32,330	4,110 B	6,598 B
5	53,71	6,83	24,400	4,183 B	7,787 C
6	69,2	6,20	43,310	4,708 B	6,803 B

*Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 3. Valores utilizados para el cálculo de los costos de producción en la operación de arrastre con bueyes en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Table 3. Used values for the calculation of production costs in the drag operation with oxen on an *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

	Costo (₡)	Vida útil (años)	Valor de rescate (₡)
Costo inicial de una yunta de bueyes	3 000 000	8	1 820 000
Costo del yugo y fajas	60 000	1	0
Costo de la cadena	60 000	5	0

Nota: Tipo de cambio del dólar: ₡529/dólar (USA)

Cuadro 4. Costos de alimentación de un buey durante la operación de arrastre en un aprovechamiento de plantaciones de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Table 4. Feed costs of an ox during drag operation in an *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica

Rubro	Consumo (kg/día)	Costo (₡/kg)	Costo (₡/día)	Costo (₡/año) *	Costo (₡/hr prog) **
Forraje	70	45	3150	630000	393,8
Concentrado	2	280	560	112000	70
Minerales	0,6	641,5	384,9	76980	48,1
Total	---	966,5	4094,9	818980	511,9

* 200 días de trabajo programados por año, ** 1600 horas de trabajo programadas por año.

Una vez al mes se le proporciona a cada animal 10 ml de vitaminas y son desparasitados utilizando 2 cc por cada kilogramo de peso. De la siguiente manera:

Salud animal:

Vitaminas: 10 ml/mes a 40 (¢/ml)= 400*2= 800/mes/yunta.

Desparasitada: 14 cc/mes a 42 (¢/cc)= 588*2= 1176/mes/yunta.

En cuanto al rubro de mano de obra, se tomó el valor del salario mínimo para un operador no calificado según el Ministerio de Trabajo de Costa Rica para el año 2016. En el cuadro 5 se resumen los datos del costo total de producción por año y por hora programada para la etapa de arrastre en plantaciones de *Acacia mangium*. El costo por hora obtenido fue de 3005, que proyectado a un día de trabajo brinda un valor muy similar a lo que actualmente cobran los boyeros (20000/día). Por otra parte, el costo por metro cúbico obtenido en este estudio (719,05) resultó bajo con respecto al precio que se maneja en el mercado, la razón fundamental es que la producción obtenida fue alta, producto de las distancias cortas de arrastre, esto a pesar de la baja eficiencia que a la vez responde a las deficiencias de planificación del sistema de aprovechamiento.

Conclusiones

El sistema de extracción utilizado resulta apropiado a la escala de la operación evaluada, ya que no se presentaron problemas que reflejaran la imposibilidad de realizar el trabajo de arrastre con los bueyes.

La planificación del sistema integral de aprovechamiento es un elemento fundamental para lograr los objetivos debido a la sensibilidad de este sistema en aspectos como eficiencia, producción y costos.

Los resultados obtenidos de la evaluación del trabajo señalan que el atraso “espera por operación de corta” es el que consume mayor cantidad de tiempo, por lo tanto el principal problema operativo del sistema radica en la planificación y diseño de patios y áreas de trabajo, específicamente la duplicidad de funciones del operador de la motosierra (corta y troceo) junto con lo limitado de los patios de acopio de los fustes, contribuyó al aumento de este atraso.

La capacitación técnica del personal es fundamental para alcanzar los niveles de producción y eficiencia óptimos.

Cuadro 5. Costo total de producción para la etapa de arrastre de un aprovechamiento de plantaciones forestales de *Acacia mangium*. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 2014.

Table 5. Total production cost for the drag stage in an *Acacia mangium* harvesting, San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Costos Fijos	(¢/Año)	(¢/h prog)
Depreciación bueyes	147500	92,19
Alimentación*	1637960	1023,725
Salud animal*	23712	14,82
Costo Capital	173862,5	108,66
Total CF	1983034,5	1239,40
Costos Variables	(¢/Año)	(¢/h efect)
Depreciación cadenas	12000	7,5
Depreciación yugo y fajas	60000	37,5
Total CV	72000	45,00
Total CV		(¢/hr prog) 26,874
Mano de Obra		(¢/h prog)
1 Boyero	1932608	1207,88
C.C.S.S		1,44
Total MO		1739,35
Costo Horario Total (¢/hr prog)		3005,62
Producción (m³/hr prog)		4,18
Costo total de producción (¢/m³)		719,05

* El valor mostrado incluye el costo de ambos animales.

Recomendaciones

Para optimizar la etapa de arrastre es necesario suprimir o reducir la mayor cantidad de atrasos de tiempo improductivos que se presentan durante las operaciones.

Contar con un espacio cerrado en el que los animales puedan pastorear y descansar al final de la jornada laboral sin el riesgo de que se distancien mucho del lugar de trabajo.

Mejorar la planificación de la operación de corta en el sistema, de manera que los responsables dejen fustes volteados desde el día anterior.

Eliminar obstáculos de las pistas de arrastre para evitar daños en los animales, de manera que se aumente la velocidad de los viajes y por ende la producción.

Cambiar la conformación de las cuadrillas, de manera que el encargado de la corta no tenga que abandonar sus funciones para trocear en el patio, esto aumentaría la producción en arrastre en forma significativa.

Referencias

- Cándano, F., Vidal, A., Pinto, A. M. y Machado, C. C. (2004). *Evaluación de tres métodos para el arrastre de madera en rodales naturales de Pinus caribaea var. caribaea*. *Revista Árvore*, 28(3), 373-380.
- Contreras, F., Cordero, W. y Fredericksen, T. (2001). *Evaluación del aprovechamiento forestal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*. Editorial El País: Cobija, Bolivia. Recuperado de [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD47%2094/pd%2047-94-8%20rev%203%20\(l\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD47%2094/pd%2047-94-8%20rev%203%20(l)%20s.pdf)
- Cordero, W. y Serrano, R. (1988). *Costos y rendimientos de la extracción de madera con bueyes y procesamiento con aserradero portátil*. Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago, Costa Rica.
- Corporación Ganadera de Costa Rica (CORFOGA). (2016). *Información de mercados*. Recuperado de <http://corfoga.org/informacion-de-mercados/precios/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2001). Datos mundiales sobre los recursos de plantaciones forestales (FAO). *América*, 15(32), 000.
- Meza-Montoya, A. (2004). El aprovechamiento de plantaciones forestales: un sistema de producción. *Kurú: Revista Forestal*, 1(3), 54-56.
- Meza-Montoya, A. (2014). *Aprovechamiento de plantaciones forestales*. (Informe final de actividad de fortalecimiento). Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago, Costa Rica.
- Ministerio de Trabajo de Costa Rica. (2016). Lista de salarios mínimos. Decreto N° 39370 – MTSS, publicado en La Gaceta No.239, Alcance N°111 del 09 de diciembre del 2015. Recuperado de <http://www.mts3s.go.cr/temas-laborales/lista-salarios.html>

Vaides, E. (2004). *Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (Tectona grandis L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala*. CATIE: Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3294E/A3294E.PDF>