

Productividad y costos operacionales de la chapea mecanizada en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* en la zona norte de Costa Rica

Mario Guevara Bonilla¹

Resumen

Se evaluaron dos tipos de chapea mecanizada en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium*, localizadas en la zona norte de Costa Rica. Mediante un estudio de tiempos y movimientos se determinó la productividad y costos de ambas operaciones. Se encontraron valores de eficiencia superiores al 55 % siendo la operación de chapea con tractor agrícola la que reportó mayor porcentaje con un 73%. La operación de chapea con tractor agrícola presentó una productividad mayor (4,98 ha/jornal) que la operación de chapea con motoguadaña (1,15 ha/jornal) Los costos por hora y por jornal fueron menores para la chapea con motoguadaña, sin embargo, el costo total por hectárea fue más elevado (\$52 respecto a la operación con tractor agrícola debido a una menor productividad de la mano de obra.

Palabras claves: *Acacia mangium*, Zona norte, Costa Rica, Chapea mecanizada, Estudio de tiempos y movimientos, Productividad y costos.

Abstract

Two mechanical weed control operations were assessed in young *Acacia mangium* stands located in the northern part of Costa Rica. Through a series of time and movement observations the productivity, efficiency and costs of both operations were determined. The two operations presented efficiency values higher than 55%. The productivity of the agricultural tractor was higher (4,98ha/day) than the obtained with trimmers (1,15 ha/day). Total cost per hectare was \$13 for the agricultural tractor and \$52 for trimmer.

Key words: *Acacia mangium*, Time study, Productivity and costs, Mechanical weed control, Costa Rica.

Introducción

El control de malezas es una actividad imprescindible dentro del manejo de plantaciones forestales y es un factor importante para obtener una alta producción de madera en el futuro. En Costa Rica el control de malezas se ha realizado de varias formas siendo la operación mecánica una de las más importantes por su rapidez y efectividad (Guevara 2007).

A pesar del gran avance que la silvicultura de plantaciones forestales ha tenido en nuestro país en aspectos como tecnología y nivel técnico, existen vacíos importantes concernientes a la evaluación de labores de mantenimiento y manejo, específicamente en la determinación de la productividad y costos de esas operaciones. Si bien es cierto existen metodologías para la obtención de porcentajes de eficiencia (tiempos productivos), rendimientos y costos, éstas se han enfocado principalmente en labores de aprovechamiento, dejando de lado actividades de igual importancia como la preparación del sitio a reforestar, control de malezas, podas entre otras.

Ante esta problemática surge la necesidad de adaptar metodologías ya existentes para disponer de información precisa y confiable basada en datos de campo que sirvan de herramienta a la hora de planificar y estimar presupuestos para las distintas actividades que requiere una plantación especialmente en *Acacia mangium*, especie de muy rápido crecimiento plantada a escala cada vez mayor en la región latinoamericana, por su importancia en la industria papelera, energética y de madera sólida (CATIE 1992).

El objetivo de este trabajo fue determinar la productividad y costos de dos actividades de mantenimiento mecanizado en plantaciones forestales jóvenes de *Acacia mangium*.

¹ University of Eastern Finland. Magbo10@gmail.com

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en los meses de enero a mayo en plantaciones forestales de *Acacia mangium* propiedad de Ecodirecta S.A., localizadas en la región Huetar Norte de Costa Rica, cantón de San Carlos, distrito Pocosal. La zona de estudio se localiza a 50 msnm, registra una precipitación promedio superior a los 3200 mm, con una temperatura media de 28°C y un periodo seco de febrero a abril. Las plantaciones fueron establecidas con un diseño espacial de tresbolillo (pata de gallo) con espaciamentos iniciales de 3 x 3 metros (1111 árboles/ha). Las edades de las plantaciones incluidas en este estudio fueron de 24 a 36 meses. Estas plantaciones se encontraban en terrenos con pendientes menores al 10%.

Equipo utilizado

La maquinaria utilizada para realizar la primera operación de chapea fue un tractor agrícola New Holland, modelo Td95D, con una potencia de 95 caballos. La cortadora utilizada fue una chapeadora de 1,3 metros de ancho con dos cuchillas. Por su parte la operación de chapea con motoguadaña fue realizada por una cuadrilla de 3 a 5 operarios (dependiendo del día). Las motoguadañas utilizadas fueron de la marca Shindaiwa, modelo b450.

Estudio de Tiempos y movimientos

La toma de tiempos de las distintas operaciones se determinó mediante un estudio de tiempos y movimientos. Se utilizó el método del muestreo con observaciones cada dos minutos. La distribución de tiempos productivos e improductivos se determinó siguiendo el formulario propuesto por Astúa (1999) El tamaño de la muestra se determinó mediante la fórmula (Cordero 1998):

$$N = \left(\frac{Z^2 Q^2}{E^2 D} \right)$$

Donde:

N: número de observaciones a realizar

Z: valor de t student dependiendo del grado de confiabilidad (para ambos caso se utilizó $\alpha = 0,1$)

Q: (1-D). Porcentaje del tiempo programado en que no ocurren atrasos o tiempo efectivo (expresado como decimal). Se tomó como referencia los porcentajes de eficiencia reportados por Astúa (1999).

D: Porcentaje del tiempo programado no productivo (expresado como decimal)

E: error de muestreo esperado (expresado como decimal). Productividad y costos

Durante cinco jornadas de trabajo y mediante un levantamiento con GPS para determinar las áreas chapeadas se obtuvo la productividad por hectárea de ambas labores. Con base en la productividad de cada actividad y en los costos fijos y variables de las

operaciones, se calcularon los costos por jornal y por hectárea.

Resultados y discusión

Estudio de tiempos y movimientos

Con base en el estudio de tiempos y movimientos, el porcentaje de eficiencia obtenido para la operación de chapea con tractor agrícola fue del 73 %. El porcentaje de eficiencia obtenido para la labor supera en un 3% a los valores citados por Alvarado (2004), pero es menor al porcentaje de 81% obtenido por Astúa (1999) en plantaciones de *Tectona grandis* en la región de Los Chiles, Alajuela. En la figura 1 se muestra de mejor forma la distribución de tiempos de los distintos movimientos.

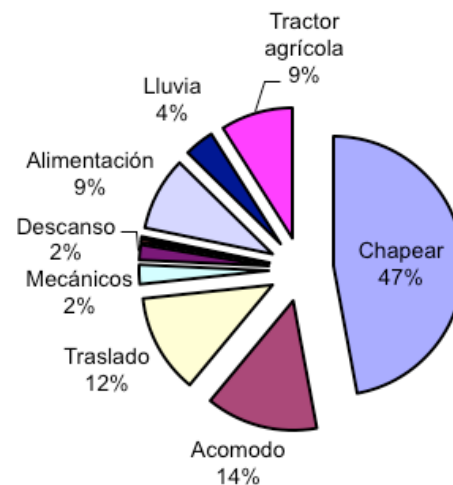


Figura 1. Distribución de tiempos y movimientos en término de porcentaje de la operación de chapea con tractor agrícola en plantaciones de *Acacia mangium*.

El movimiento productivo chapear fue el de mayor porcentaje superando incluso a la sumatoria de todos los movimientos improductivos. Dentro de los movimientos productivos se encuentran los movimientos acomodo y traslado con un 14 y un 12% respectivamente. Estos dos movimientos son dependientes del tamaño del lote (largo de las calles) y de la planificación de la actividad. A menor tiempo de traslado se esperaría que el tiempo del movimiento para chapear aumente y por tanto se produzca una mayor productividad al final de la jornada. En la medida en que los lotes sean de mayor área (mayor largo de las calles), el porcentaje de estos dos movimientos va a tender a disminuir.

En la figura 2 se muestra la distribución de tiempos productivos e improductivos para la operación de chapea con motoguadaña.

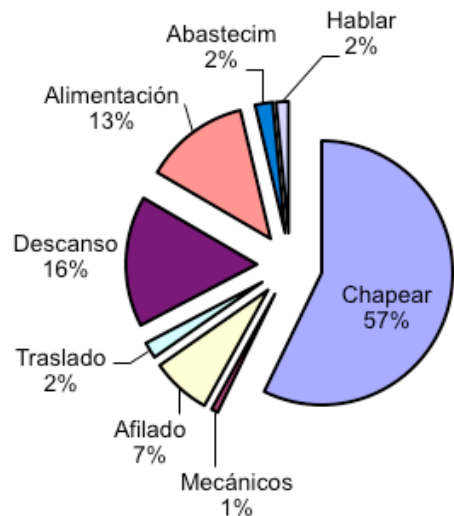


Figura 2. Distribución de tiempos y movimientos en términos de porcentaje de la operación de chapea con motoguadaña en plantaciones forestales de *Acacia mangium*

El porcentaje de eficiencia obtenido fue de un 57%. Este valor es muy cercano al encontrado por Astúa en 1999 (59 %) para esta misma operación en plantaciones de *Tectona grandis* en la zona norte de Costa Rica. Este porcentaje es bajo si se compara con el 73 % obtenido para operación de chapea con tractor agrícola. Sin embargo, si se contrasta solamente el tiempo destinado a chapear, la operación con motoguadaña supera a la del tractor agrícola en un 10 %.

Debido a la poca experiencia referente a porcentajes de eficiencia en labores de mantenimiento mecanizado, no hay plena certeza si los valores encontrados son aceptables. Para otras labores en las que se ocupan operarios y algún tipo de herramienta, sea mecánica o manual, Cordero (1998) y Astúa (1999) sugieren que porcentajes superiores al 60% se pueden considerar aceptables.

Para ambos estudios el movimiento chapear fue superior a la suma de todos los movimientos improductivos. El tiempo improductivo no es producto de la especie forestal en que se está trabajando sino de las condiciones del sitio (especialmente tamaño del lote y largo de las calles), así como a las condiciones del tiempo imperantes en el momento en que se realizó la operación.

Los porcentajes de eficiencia altos no indican que la calidad de la ejecución de las operaciones haya sido excelente. Para realizar un análisis completo de la operación de mantenimiento mecanizado es menester desarrollar e implementar evaluaciones de calidad como las propuestas por Murillo *et al.* (1997, 2004).

Productividad y costos

Entre las fuentes de variación de la productividad se encuentran los aspectos inherentes a la plantación (especie, densidad manejo), los factores biofísicos (forma del terreno) y la planificación y capacitación del personal (Astúa 1999). Junto con las anteriores, el método a utilizar fue el factor más determinante sobre la productividad del mantenimiento mecanizado (cuadro 1).

Cuadro 1. Productividad y costos de operaciones de chapea mecanizada en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* localizadas en la zona norte de Costa Rica

Actividad	Productividad		Costos		
	(ha/jornal)	C/hora	C/jornal	C/ha	\$/ha
Chapea con motoguadaña	1,15 ± 0,14	1067,15	8538	25 716	52
Chapea con tractor agrícola	4,98 ± 0,82	3955	31 640	6355	13

1 jornal es igual a 8 horas de trabajo

La fortaleza física y la capacitación del personal fueron los factores determinantes para la diferencia de productividades entre operaciones. A pesar de la diferencia encontrada entre operaciones, el valor encontrado se encuentra entre el rango de valores (0,75-1,5 ha/jornal) reportados por Murillo (2005) para distintas plantaciones forestales jóvenes en Costa Rica.

El costo obtenido en dólares por hectárea de la chapea con motoguadaña es mucho mayor al valor reportado por Murillo (2005) para plantaciones forestales en Costa Rica (\$31/ha) y es muy similar al reportado por Loewe *et al.* (cita) de una chapea mecanizada en una plantación pura de Nogal en Chile. Como era lógico de esperar, el costo por hora programada y el costo por jornal de la chapea con motoguadaña son menores que los costos obtenidos respecto a la chapea con tractor agrícola. Esto es igual a lo encontrado por Astúa (1999) en plantaciones de teca en la zona norte de Costa Rica.

Los costos operacionales junto con los datos de productividad, son importantes para comparar y determinar cuál es el método de mantenimiento mecánico de mayor conveniencia para la empresa. Además son de gran utilidad para planificar la duración de las labores dentro de un período de producción y determinar si es viable tener maquinaria propia o utilizar los servicios de un contratista (Peraza 1996; Ladrach 2010).

Sin embargo, además del aspecto económico se deben considerar otros factores como las condiciones del terreno (no en todos los lotes se puede utilizar el tractor agrícola) aparte principalmente, del beneficio social que tiene una empresa al contratar a trabajadores de la zona

Conclusiones y Recomendaciones

Para ambas operaciones se encontraron valores superiores al 55 %. Los valores de productividad obtenidos para las operaciones con motoguadaña y tractor agrícola son altos y comparables con valores reportados para otras reforestaciones comerciales en otros países.

Los costos por hora y por jornal fueron menores para la chapea con motoguadaña, sin embargo, el costo total por hectárea (\$52) fue más elevado respecto a la operación con tractor agrícola (\$13) debido a una menor productividad de la mano de obra.

Se puede decir que la productividad no va a depender de un solo factor por lo que una adecuada identificación de los mismos así como una adecuada planificación de actividades va a ser fundamental para la obtención de productividades elevadas y bajos costos operacionales. Por tales motivos el estudio realizado puede ser de gran utilidad para el profesional forestal ya que le permitiría mejorar sus labores de planificación o le podría permitir establecer estándares para futuros trabajos por contrato y/o establecer incentivos para los trabajadores en caso de que superen los porcentajes determinados por el estudio

El poco tiempo para realizar el trabajo impidió realizar un mayor número de muestras, por lo tanto para futuros estudios se recomienda aumentar el tamaño de la muestra tanto para el estudio de tiempos y movimientos como para la determinación de la productividad.

Bibliografía

- Agüero, GA. 1984. Modelo diagnóstico para la evaluación de viveros forestales. Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 130p.
- Alvarado, A. 2004. Maquinaria y mecanización agrícola. San José, CR, EUNED. 570p.
- Astúa, L. 1999. Evaluación de las operaciones de mantenimiento mecanizado en plantaciones forestales. Ecodirecta S.A. Los Chiles, Alajuela. Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 44p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1992. *Acacia mangium* Willd. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, CR, CATIE. 55 p. (Serie Técnica. Informe Técnico No 196).
- Cordero, W. 1998. Aprovechamiento forestal (versión revisada). Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 101 p. (Serie de Apoyo Académico No. 8).
- Guevara, M. 2007. Costos y rendimientos de labores de mantenimiento y manejo en plantaciones de acacia (*Acacia mangium*) propiedad de la empresa Ecodirecta S.A. Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 145p.
- Ladrach, W. 2010. Manejo Práctico de plantaciones forestales en el trópico y subtrópico. Cartago, CR, Editorial Tecnológica. 660p.
- Loewe, V; González, M; Cannata, F. S.f. Estudio comparativo de plantaciones para maderas valiosas en Chile e Italia: Ventajas económicas en dos partes de mundo. (en línea). Consultado 14 oct. 2007. Disponible en: <http://xsei.centrogeo.org.mx/vedet/>
- Murillo, O. 2005. Manejo de plantaciones de teca y melina en Costa Rica. In Programa de Actualización y Mejoramiento Forestal. (2005, Quito, EC). PROFAFOR (Programa de Fomento Forestal). Quito, EC. 37-43
- Murillo O; Camacho, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense* 21(2):189-206.
- Murillo, O; Gallegos, A; Badilla, Y. 2003. Calidad en el establecimiento de plantaciones forestales. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 36p.
- Peraza, R. 1996., Fundamentos sobre aprovechamiento de plantaciones forestales. Informe de práctica de especialidad para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Forestal. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. 103p.
- Ruiz, R. 1977. Cómo calcular los tiempos de trabajo. Bilbao, ES, Ediciones Deusto. 169 p.