

# Diagnóstico de la mecanización del cultivo de la palma de aceite en Colombia

## Diagnostic of the Mechanization of Oil Palm Crop in Colombia



### AUTORES

**Oscar Alberto Alfonso C.**

Sección de Mecanización,  
Programa de Agronomía,  
Cenipalma.

**Ricardo Botero**

Sección de Mecanización,  
Programa de Agronomía,  
Cenipalma.

**Hernán Mauricio Romero**

Sección de Mecanización,  
Programa de Agronomía,  
Cenipalma.  
Departamento de Biología,  
Universidad Nacional de Colombia.  
hromero@cenipalma.org

### Palabras CLAVE

Mano de obra, Rendimiento,  
Costos de producción,  
Palma de aceite

Manual labor, Yield,  
Production cost, Oil palm

Recibido: 3 noviembre de 2009  
Aceptado: 30 noviembre  
de 2009

### Resumen

Con el fin de avanzar en el programa de investigación en mecanización del cultivo de palma de aceite, se seleccionaron plantaciones en cada una de las zonas palmeras de Colombia (Oriental, Central, Occidental y Norte), las cuales debían cumplir con las siguientes características: plantación de tamaño grande (> 500 ha) y algún grado de mecanización en ciertas actividades del proceso productivo. Una vez seleccionadas, se realizaron visitas guiadas por los directores agronómicos o por sus asistentes en cada plantación, se tomó un registro fotográfico y se diligenció el instrumento o encuesta relacionada con las líneas de investigación definidas con anticipación; se hizo énfasis en los equipos utilizados, la frecuencia relativa de las tecnologías y los rendimientos de las labores mecanizadas. Este estudio concluye que existe gran dependencia de mano de obra y bajos rendimientos en las diferentes labores, lo cual afecta directamente los costos de producción.

### Summary

To advance the research agenda in the mechanization of oil palm production, some plantations were selected in each of the palm growing regions of Colombia (East, Central, West and North). These plantations had to meet the following criteria: large plantation (> 500 ha) and with some degree of mechanization in certain activities of the productive process. Once selected, visits guided by agronomic managers, or their assistants, were conducted in each plantation; a photographic record was taken and a survey form related to previously defined research lines was filled out. Emphasis was placed on the equipment used, the relative frequency of the technologies and the performance of the mechanized operations. This study concludes that there is a heavy reliance on manual labor and poor labor performance, which directly affect production costs.

## Introducción

El cultivo de palma de aceite en Colombia ha tenido un crecimiento considerable, tanto, que en cinco años se ha duplicado el área sembrada, de 185.164 hectáreas en 2002 a 326.033 en 2007 (Fedepalma, 2007, 2008). La oleaginosa está presente en 73 municipios del país, aporta el 4,4% del valor de la producción agrícola y proporciona 75.000 empleos rurales, de manera que contribuye a mejorar la calidad de vida de cultivadores y trabajadores del sector.

En las actuales circunstancias del mercado interno y del externo, uno de los aspectos más importantes del cultivo de la palma de aceite está relacionado con la sostenibilidad y la competitividad que alcance cada productor dentro del país, y de la cadena internacional misma. Según Fedepalma (2007), Colombia contribuyó con el 1,9% de la producción de aceite crudo de palma, mientras los grandes productores (Malasia e Indonesia) lo hicieron con cerca del 86%, seguidos por Tailandia (2,2%) y Nigeria (2,1%).

El sector palmero nacional se caracteriza por presentar altos costos de producción por tonelada de aceite crudo de palma que, según Corredor (2007), son superiores al costo promedio en países productores. Dichos costos están directamente relacionados con el de la mano de obra, que en Colombia supera los US\$15 por día, con rendimientos bajos en las diferentes actividades.

En lo fundamental, ello se debe al poco conocimiento técnico que se tiene y al tipo de equipos usados en la mayoría de labores y plantaciones: tecnologías en general de diseños rústicos adaptados a la región o la realización de los trabajos en forma completamente manual. A esto se suma la creciente escasez de la fuerza laboral rural, debida a situaciones de conflicto que enfrenta el país. Según Carmona (2005), se pasó de un país rural a uno donde predomina la población urbana; de igual forma, el DANE (2005) reporta que el 75% de la población es urbana y tan solo el 25% es rural, y no se observa un reemplazo generacional en las distintas regiones.

Como la palma tiene grandes proyecciones de crecimiento por las necesidades de aceite crudo para diferentes procesos industriales, y para satisfacer las demandas de biodiésel como alternativa de combus-

tible, se hace fundamental trabajar y avanzar en la mecanización de su cultivo y así poder dar un uso eficiente a la mano de obra, incrementar el rendimiento de la mayoría de las tareas realizadas, disminuir costos de producción y garantizar la ejecución de labores en épocas oportunas. En respuesta a esta necesidad, la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) ha venido implementando un programa de investigación sobre la mecanización del cultivo y su estado actual, para lo cual se ha realizado el trabajo que aquí se presenta.

## Metodología

El diagnóstico del estado de la mecanización del cultivo de la palma de aceite en Colombia se realizó en las diferentes zonas palmeras del país. En la Zona Oriental, en los municipios de Cumaral, Barranca de Upiá, San Martín (Meta), Villa Nueva (Casanare) y Paratebuena (Cundinamarca); en la Zona Central, en los municipios de Puerto Wilches (Santander) y San Alberto (Cesar), en la Zona Occidental, en el municipio de Tumaco (Nariño), y en la Zona Norte en los municipios de Copey, Codazzi (Cesar), Fundación, El Retén, Algarrobo y Tucurínca (Magdalena).

Inicialmente se estudiaron las diferentes actividades realizadas dentro de una plantación (Bernal, 2001; Cheng, 2002; Rojas y Morales, 2002; Rasgada, 2005; Sáenz, 2006), para definir las que son de ejecución común, que involucran alto requerimiento de mano de obra y afectan directamente el costo de producción del cultivo.

En esta investigación se utilizó el muestreo intencional y se tomó en cuenta la experiencia y el conocimiento de los transferidores de las diferentes zonas palmeras, quienes seleccionaron plantaciones grandes (superiores a 500 ha con palma de aceite) y que contaran con algún grado de mecanización del cultivo. Esto, con el fin de cubrir la mayor cantidad de área posible en cada zona. De hecho, se logró abarcar el 15,8% del área total reportado por Fedepalma (2008) y, a la vez, facilitar el trabajo posterior en tecnologías promisorias para mejorar rendimientos del cultivo.

Una vez definidas las plantaciones, se hizo un recorrido por las diferentes labores dentro del proceso productivo de la palma de aceite, el cual estuvo dirigido por los ingenieros agrónomos encargados, o por sus



**Figura 1.** Equipos observados en las zonas palmeras para la preparación, adecuación de suelos y labores culturales.

asistentes. Se hizo énfasis en los trabajos definidos dentro del programa de mecanización, adicional al instrumento llamado “formato de visita a plantaciones de las zonas palmeras de Colombia”, y asimismo se tomó un registro fotográfico de las actividades llevadas a cabo durante el día de la visita.

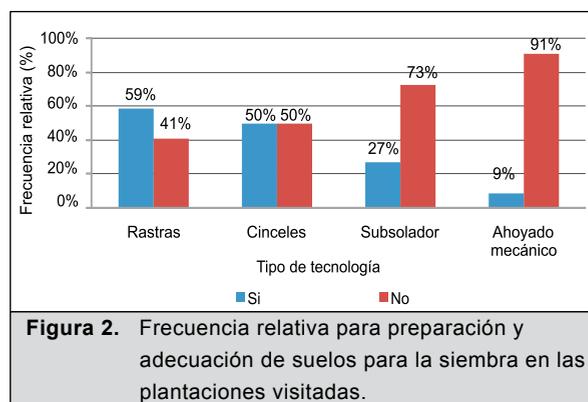
Por último se organizó la información recibida y se procedió a hacer un diagnóstico sobre mecanización en las diferentes zonas palmeras de Colombia, sin dejar de mencionar la frecuencia relativa de las tecnologías en las plantaciones y los rendimientos de las actividades realizadas.

## Resultados y discusión

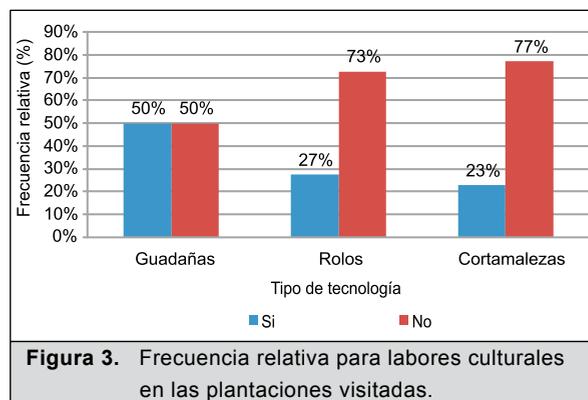
El diagnóstico de mecanización del cultivo de palma permitió observar cómo se administra la maquinaria de las plantaciones, en qué condiciones se encuentran las tecnologías y cuáles son los equipos con que se cuenta. Asimismo, determinar los rendimientos obtenidos en las diferentes zonas para las actividades realizadas dentro de las plantaciones. A continuación se especifican las principales características.

### Preparación y adecuación de suelos

El uso de las tecnologías (Figura 1) se encuentra condicionado a variables del suelo y al uso que a éste se le dé; son seleccionadas y utilizadas dependiendo de condiciones propias de cada zona, plantación y lote. Los rendimientos encontrados en actividades como el ahoyado son bajos, requieren alta mano de obra, involucran costos altos de producción y difieren significativamente de una zona a otra. En las Figuras 2, 3 y 4 se observan las frecuencias relativas por imple-



**Figura 2.** Frecuencia relativa para preparación y adecuación de suelos para la siembra en las plantaciones visitadas.



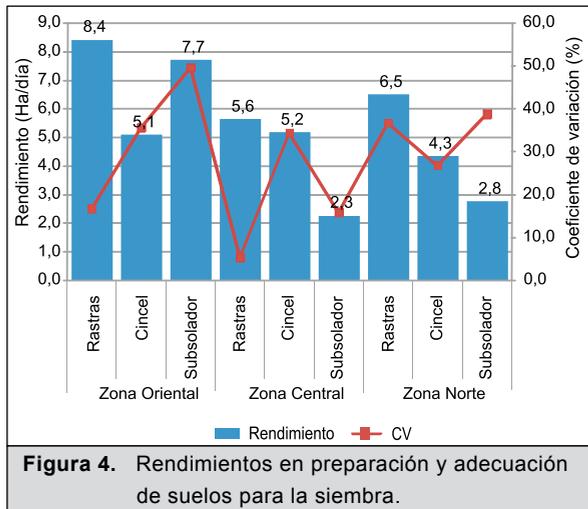
**Figura 3.** Frecuencia relativa para labores culturales en las plantaciones visitadas.

mento para las plantaciones visitadas y rendimientos en las labores<sup>1</sup>.

### Renovación de cultivo para resiembra

La práctica más común de renovación en las diferentes plantaciones es el envenenamiento del estípite por medio de herbicidas. El proceso de degradación de las palmas de aceite inicia de forma lenta, e involucra gran incidencia de plagas como *Strategus aloeus* y *Rhynchophorus palmarum*, entre otras; en algunas

1. Los rendimientos reportados en el presente artículo, como son: ha/día, palmas/día, hoyos/día y kg/día corresponden a la jornada laboral de un operario o una tecnología durante 8 horas netas de trabajo en las diferentes zonas palmeras colombianas.



**Figura 4.** Rendimientos en preparación y adecuación de suelos para la siembra.

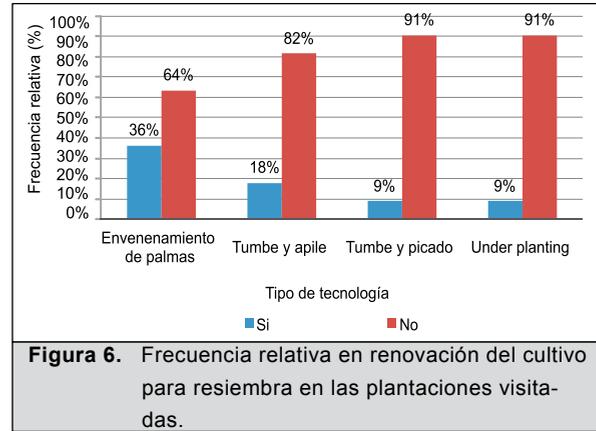
ocasiones se observan daños a la siembra nueva entre las palmas renovadas por aplastamiento. Otra forma común observada, principalmente en las zonas Norte y Oriental, fue el llamado *under planting*, que consiste en eliminar porcentajes de palmas viejas con intervalos de tiempos y sembrar entre ellas las palmas nuevas.

En las zonas Central y Occidental se ha iniciado el empleo de retroexcavadoras para hacer tumbado de los estípites (Figura 5); sin embargo, el número de palmas apiladas por jornada es reducido y la tarea involucra un costo elevado. De igual forma, se han modificado los baldes originales de las retroexcavadoras, que ahora son planos, con una cuchilla para tumbar y fragmentar la palma en pequeños trozos, con lo que al parecer se provee al suelo de nutrientes y se acelera la descomposición del material. En las figuras 6 y 7 se observa la frecuencia relativa por tecnología para las plantaciones visitadas y rendimientos encontrados en las diferentes zonas.

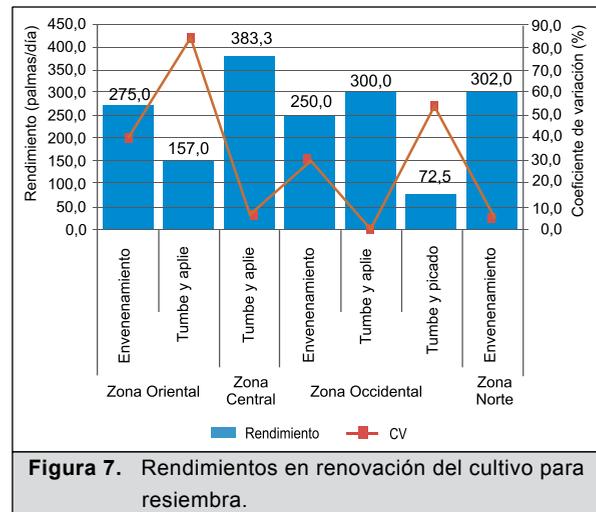
El empleo de esta maquinaria representa una decisión difícil para las plantaciones y en la mayoría de casos se hace cuando las condiciones económicas, técnicas



**Figura 5.** Retroexcavadora en proceso de renovación (a) tumbé-apile, (b) tumbé-picado.



**Figura 6.** Frecuencia relativa en renovación del cultivo para resiembra en las plantaciones visitadas.



**Figura 7.** Rendimientos en renovación del cultivo para resiembra.

y productivas lo ameritan. Lo más frecuente es el envenenamiento químico (en el 36% de las plantaciones visitadas). Los mayores rendimientos encontrados corresponden a la Zona Norte, con 302 palmas/día; no se observan diferencias apreciables entre zonas.

Se han realizado prácticas diferentes, principalmente en las zonas Central y Occidental, con el fin de darle un mejor uso al material orgánico presente en estípites y hojas; se aportan algunos nutrientes importantes y requeridos por el cultivo para su óptimo desarrollo y crecimiento. Estas zonas han introducido el uso de retroexcavadoras para tumbar y apilar o tumbar y picar; sin embargo, vale la pena darle mayor importancia al uso de trituradores, esparcidores y otros equipos que pican y esparcen el material orgánico, para agilizar la incorporación e incrementar la descomposición. En la actualidad se tienen rendimientos de 383,3 palmas/día en apilado para la Zona Central, y de 72,5 palmas/día en picado para la Zona Occidental.



## Transporte interno de racimo de fruta fresca

El transporte de racimo de fruta fresca (RFF) en su gran mayoría se asiste con animales domesticados para esta labor, como mulas, búfalos y bueyes, cuya función es cargar o halar dispositivos o tecnologías que permiten incrementar la capacidad de carga de una persona (Figura 8).

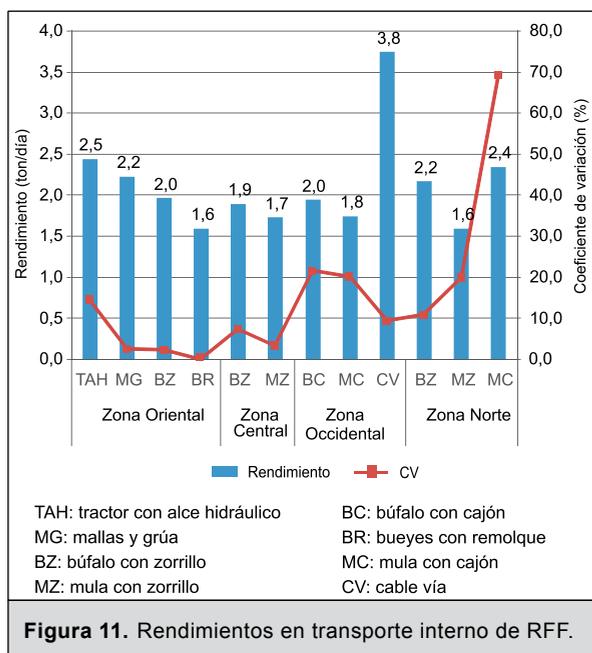
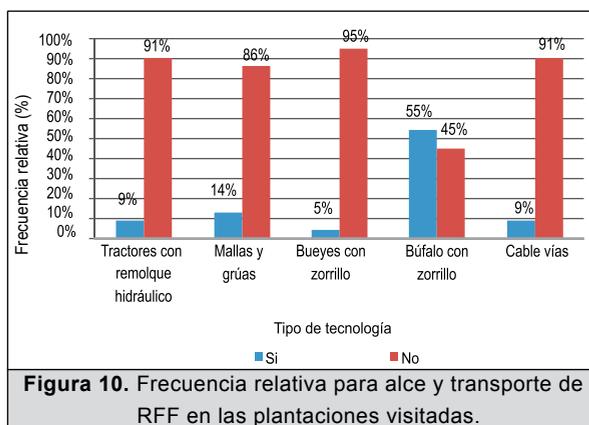
Los racimos son transportados a puntos de acopio o directamente al transporte que conduce el producto a plantas de beneficio por medio de camiones, volquetas, cajas contenedoras y góndolas, entre otras. El alce es realizado de forma manual o mediante grúas que elevan mallas de gran capacidad.

Otras plantaciones iniciaron su proceso de mecanización mediante la incorporación de mini tractores

con remolques hidráulicos (lateral o trasero), uso de tecnologías como la del cable vía, usado y conocido en banano, flores y otros (Figura 9). En las figuras 10 y 11 se observan las frecuencias relativas por sistema para las plantaciones visitadas y rendimientos encontrados en las diferentes zonas.

El transporte interno de RFF corresponde a la actividad con mayor requerimiento diario de mano de obra. En las plantaciones visitadas se observan diferentes metodologías para realizarlo. En algunas, corte, encallado, eliminación del pedúnculo, transporte interno de RFF a puntos de acopio y recolección de fruto suelto son realizadas por una persona; en otras se separan cada una de esas actividades y se conforman cuadrillas de dos o tres personas para realizarlas. Estas últimas ostentan los más altos rendimientos, lo cual coincide con lo reportado por Mosquera *et al.* (2008).





La práctica para transportar internamente los RFF más frecuente en las diferentes zonas es la de búfalos con zorrillos; tiene el 55% de frecuencia relativa en las plantaciones visitadas. Los mayores rendimientos de esta práctica se observan en la Zona Norte (2,2 t/día), seguida por la Oriental (2 t/día) y la Central (1,9 t/día). Los sistemas que involucran algún grado de tecnología presentan los mayores rendimientos para la labor, como son el uso de tractores con remolques hidráulicos, grúas con mallas en la Zona Oriental, y cable vías de arrastre manual o con tractor aéreo en la Zona Occidental. Aquellos sistemas que cuentan con animales de baja capacidad de carga como búfalos o mulas con cajones o angarillas, son los que presentan los menores rendimientos (1,5 t/día).

En la Zona Norte se encontró el uso de la metodología marcación de racimo conjuntamente con la separa-

ción de la recolección de fruto suelto del proceso de cosecha. Esto permite incrementar los rendimientos en el proceso de transporte interno de RFF; sin embargo, estos son afectados por el uso de animales con baja capacidad de transporte como mulas con cajón para llevar los racimos desde el interior de la plantación hasta puntos de acopio.

## Recolección de fruto suelto

Para la recolección del fruto suelto las plantaciones emplean diversidad de metodologías, dependiendo de factores como por ejemplo: ciclo de cosecha, conformación de la cuadrilla, forma de pago, disponibilidad de mano de obra y época del año. Se encontraron plantaciones que especializan a los operarios para realizar únicamente esta labor; ellos recolectan los frutos sueltos en costales de 30 kg por lo general (Figura 12) y reciben su pago acorde con los kilogramos que recojan. Independizar la tarea permite incrementar la cantidad recogida de fruto suelto durante el día por una persona. En otras plantaciones, la actividad se incluye como un subproceso de la cosecha, lo cual afecta los rendimientos netos de recolección de fruto por día (Figura 13), y la calidad del fruto que se entrega a la planta de beneficio.

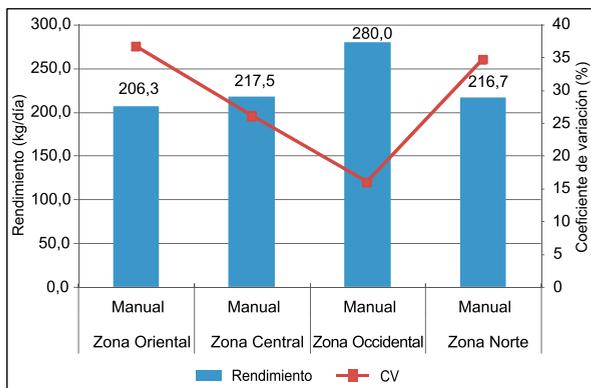
La zona que presenta los mejores rendimientos es la Occidental, con 280 kg/día, logrado por la especialización adquirida por los operarios encargados de la actividad, de forma independiente de la cosecha. Cabe aclarar que el rendimiento tiene relación con los ciclos de cosecha manejados por las diferentes plantaciones y, en la medida en que el ciclo sea más largo, existirá mayor cantidad de fruto suelto. Encontrar equipos o diseñar tecnologías para esta actividad resulta ser primordial para aumentar rendimientos y entregar frutos en excelentes condiciones, más aún si se toma en cuenta que son esos frutos los que están maduros y contienen la mayor cantidad de aceite de mejor calidad.

## Aplicación de productos para control de malezas y manejo fitosanitario

Para el manejo de malezas se utiliza frecuentemente aspersores de espalda, pulverizadores de motor, bombas estacionarias y tecnologías de ultra bajo volumen. Para el manejo de plagas o enfermedades en el follaje de la palma de aceite existen cañones de diferentes



**Figura 12.** Recolección de fruto suelto en las diferentes zonas. Foto: autores, 2008



**Figura 13.** Rendimiento en recolección de fruto suelto.

capacidades y marcas (Figura 14), así como avionetas, que se emplean en ciertas zonas. En las figuras 15 y 16 se observa la frecuencia relativa de algunas de las tecnologías y rendimientos observados en las distintas zonas.

En el 86% de las plantaciones visitadas se encontró el uso de aspersoras de espalda para realizar plateo o manejo de malezas. Por ser puntuales, estas tecnologías presentan rendimientos bajos. El mejor se encontró en la Zona Central, con 6,7 ha/día; otras tecnologías

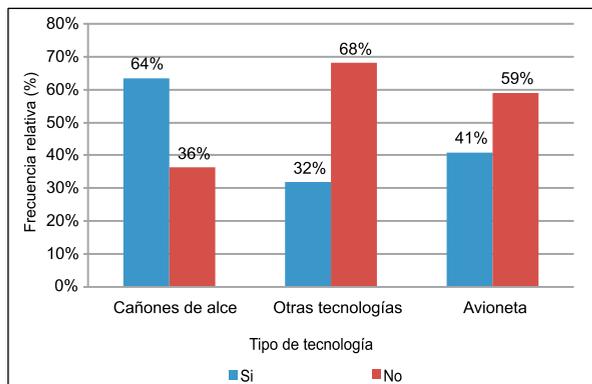
se utilizan en menor medida, como el herbidisk, las estacionarias y las bombas motorizadas.

Para el manejo fitosanitario de palmas se encontró una frecuencia relativa del 64% para cañones pulverizadores montados al tractor, una tecnología efectiva en palmas jóvenes, y limitante en las maduras, por su altura. En el 41% se observaron las avionetas como alternativa, con rendimientos altos de 360 ha/día en la Zona Norte, 316,7 en la Oriental y 266,7 en la Central. Sin embargo, los costos de esta práctica son elevados y aún falta conocerla mejor.

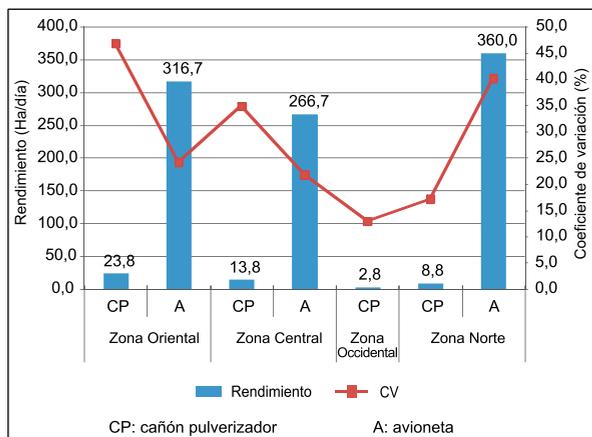
Equipos como los cañones al enganche integral del tractor se están utilizando para aplicar productos biológicos como *Metarhizium anisopliae*, *trichoderma*, etc. Esto principalmente en la Zona Norte, donde se observan bajos rendimientos por el alto control que involucra la realización de una labor eficiente, eficaz y de calidad; además, las aplicaciones se deben hacer en horas con baja radiación solar. En la Zona Occidental los bajos rendimientos se deben principalmente a que la tecnología se utiliza en puntos estratégicos (focos) y a las condiciones topográficas y de suelos.



**Figura 14.** Equipo para la aplicación de productos al follaje en plantaciones de las zonas.



**Figura 15.** Frecuencia relativa para tecnologías de aplicación de productos para manejo fitosanitario en las plantaciones visitadas.



**Figura 16.** Rendimientos en aplicación de productos para manejo fitosanitario.

### Transporte interno de fertilizantes

El alto volumen de fertilizante usado para suplir las deficiencias en diferentes elementos dentro del cultivo se maneja en bultos de 50 kg y la única variación está dada en la forma como es transportado desde el almacenamiento o bodega hasta los diferentes lotes. Se utilizan para tal fin carretas, remolques, góndolas,

camiones, volquetas y cama bajas, entre otros (Figura 17). En la Figura 18 se observa el peso promedio manejado por día en las diferentes zonas palmeras.

En la Zona Oriental se encontraron plantaciones que en un día pueden transportar hasta 60 toneladas a los lotes; en promedio, la zona transporta 22,7 t/día. A pesar de significar un gran volumen, tener importancia notable para el correcto crecimiento y desarrollo del cultivo, y representar un alto costo para la plantación, el país no cuenta con tecnología apropiada para realizar de forma eficiente esta actividad. Aún se observa cómo se manejan los productos en bultos de 50 kg, lo cual representa una gran capacidad logística para trasladar, manejar y distribuir el volumen en los lotes durante las campañas de fertilización.

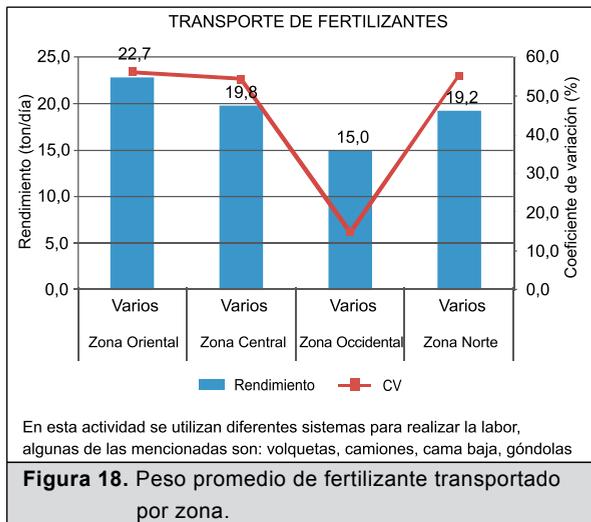
### Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizantes involucra un gran número de operarios y es asistida de elementos rudimentarios como: depósito para cargar una cantidad apreciable de producto en el cuello, y recipientes adaptados para las dosis aplicadas (Figura 19a). Los trabajadores avanzan por las calles de cosecha esparciendo el fertilizante, de forma tal que no lo distribuyen de manera uniforme alrededor de la palma (Figura 19b), y queda expuesto a la pérdida por escorrentía y lixiviación, entre otras; además, el plato de la palma es el lugar con mayor grado de compactación, por el pisoteo para realizar varias labores y ser el lugar que soporta el impacto de los racimos cortados desde alturas considerables.

Algunas plantaciones incluyen el uso de máquinas para aplicar fertilizantes, con diferentes capacidades y dispositivos. Se observaron equipos de un disco, dos discos o pendulares (Figura 20). En las figuras 21 y 22



**Figura 17.** Transporte utilizado en las diferentes zonas.



se presentan las frecuencias relativas en plantaciones y rendimientos encontrados en las zonas.

El 73% de las plantaciones visitadas aplica manualmente los fertilizantes y se caracteriza por requerir gran cantidad de mano de obra, tener altos costos de pro-

ducción y presentar crecientes pérdidas del producto. Los rendimientos son bajos para las diferentes dosis y zonas palmeras; se incrementan cuando las dosis que se aplican son altas, debido a que el operario tiene que hacer mayor número de desplazamientos para transportar la misma cantidad de fertilizante.

En el 45% de las plantaciones se utiliza tecnologías mecánicas. Los mayores rendimientos están en la Zona Oriental (22,8 ha/día) y la Central (18,7 ha/día); la Occidental presenta 6 ha/día y la Norte no reporta, debido a que es ahora cuando se están comenzando a utilizar.

## Conclusiones

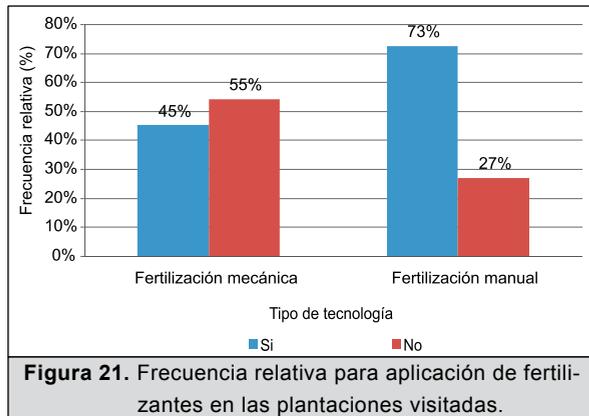
En Colombia existe una gran variabilidad entre las plantaciones en cuanto a la mecanización de las labores propias del cultivo. En general se observa que no se realiza una selección técnica de los equipos necesarios para la labranza, en la que se incluyan criterios relacionados con el suelo, el clima y los cultivos previos.



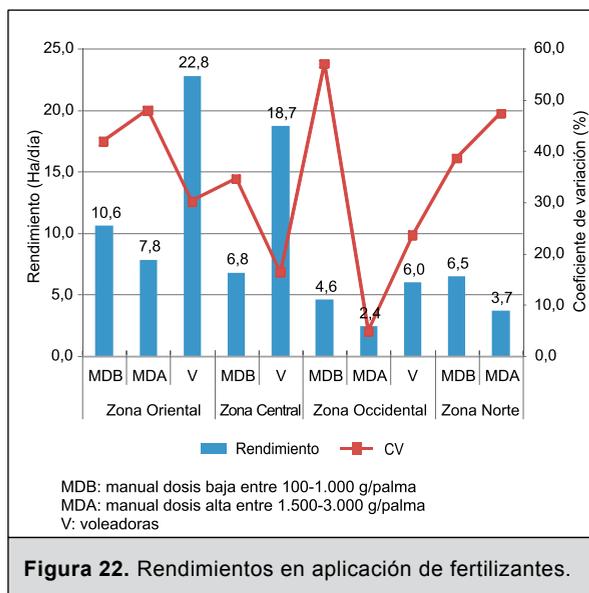
**Figura 19.** Aplicación manual de fertilizantes en las zonas palmeras: (A) operario con implementos para realizar la fertilización. (B) Distribución no uniforme del fertilizante en el plato de la palma.



**Figura 20.** Tecnologías de aplicación de fertilizantes.



**Figura 21.** Frecuencia relativa para aplicación de fertilizantes en las plantaciones visitadas.



**Figura 22.** Rendimientos en aplicación de fertilizantes.

No se consideran variables operativas para lograr los mejores resultados y finalmente no se evalúan los resultados obtenidos. Además, la labor está condicionada a tecnologías disponibles por la plantación en el momento en el que se realiza, y no a las necesidades de los suelos para potencializar condiciones óptimas en el cultivo que brinden desarrollo, crecimiento y productividades iniciales altas y mantenidas en el tiempo.

La renovación del cultivo para resiembra resulta ser una tarea fundamental que puede beneficiar las condiciones de suelo y mitigar en gran medida los altos costos de fertilizantes en los años no productivos de la palma de aceite. Sin embargo, falta conocimiento sobre el manejo en las diferentes zonas palmeras para obtener los mejores resulta-

dos en aprovechamiento de la materia orgánica de estípites y hojas. Herramientas como trituradoras, desbrozadoras e incluso una combinación de varias de ellas, podría mejorar la descomposición del material orgánico y optimizar los nutrientes presentes, así como disminuir el ataque de plagas a las plantaciones nuevas.

Los sistemas para transporte interno de RFF presentan frecuentes tiempos muertos y velocidad promedio baja, lo cual se evidencia en rendimiento diario bajo; en muchas ocasiones se mantienen por la resistencia a cambiar prácticas tradicionales, y por el desconocimiento sobre las ventajas y desventajas de utilizar sistemas mecanizados.

La recolección de fruto suelto representa una actividad fundamental tanto para mejorar rendimientos en cosecha y disminuir sus costos, como para entregar frutos con bajo contenido de impurezas y mayor calidad, y en consecuencia mejorar la tasa de extracción de aceite. Asimismo, ello permitiría acelerar el proceso de separación o clarificación, y reducir el costo de mantenimiento de los equipos de la planta de beneficio.

Existe baja oferta de tecnologías propias para la aplicación de productos en manejo fitosanitario en palma adulta, y los equipos existentes no logran buenas coberturas ni uniformidad. Además, están limitados a alturas que en la mayoría de casos no superan los 7 metros. El manejo de malezas en platos está limitado al uso de tecnologías tradicionales de bajo rendimiento, lo que ocasiona requerimientos mayores de mano de obra.

Hay un total desconocimiento de alternativas que manejen mayor volumen de productos por unidad de tiempo, como son el uso de bolsas grandes (*big bag*), tolvas auto descargables e incluso los fertilizantes a granel. Con ellas se podrían incrementar los rendimientos en transporte y disminuir los costos de producción.

En general, existe gran dependencia y requerimiento de mano de obra en labores frecuentes que pueden ser mecanizadas, con lo que se podrían controlar y realizar con oportunidad las labores en las plantaciones, y en consecuencia mejorar los indicadores agronómicos, productivos y económicos.



## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero por haber financiado este diagnóstico, y a las diferentes plantaciones visitadas en cada una de las zonas, así como la amable

atención y colaboración recibida de los diferentes directores agrónomos y agrónomos encargados de las distintas actividades dentro de los cultivos palmeros de Colombia.



## Bibliografía

- Bernal, NF. 2001. *El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía para el nuevo palmicultor*. Fedepalma.
- Carmona, FJ. 2005. Cambios demográficos y epidemiológicos en Colombia durante el siglo XX. Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. p. 475.
- Cheng, T. 2002. The palm oil industry in Malaysia: From seed to fried pan. wwf Switzerland. Malasia.
- Corredor, A. 2007. Estudio de costos de producción de aceite de palma en Colombia en 2005. *palmas (Colombia)* 28 (2): 51-63.
- Dane. 2005. Censo Colombia 2005. Conciliación demográfica.
- Fedepalma. 2008. Balance económico del sector palmero colombiano en 2007. En: *Boletín Económico*, febrero.
- Fedepalma. 2007. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia y el mundo 2002-2006. En: *Anuario estadístico 2007*
- Mosquera, M.; Sánchez, A. 2006. Sistemas de aplicación de fertilizantes químicos en plantaciones colombianas de palma de aceite. *Palmas (Colombia)* 17(3): 11-20.
- Mosquera, M.; Fontanilla, C.; Alarcón, W. 2008. Estudios de cosecha en palma de aceite. Especialización de la mano de obra en la cosecha de palma de aceite. *Cenipalma (Colombia)*.
- Raygada, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Comisión nacional para el desarrollo y vida sin drogas, y Proyecto de desarrollo alternativo Tocache-Uchisa. Perú.
- Raw Material Research and Development Council. 2004. Report on survey of selected agricultural raw materials in Nigeria: Oil palm. Nigeria.
- Rojas, M.; Morales, J. 2002. II Curso internacional sobre manejo agrónomo de la palma aceitera. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Inia. Venezuela 2002.
- Saenz, L. 2006. Cultivo de la palma africana. Guía técnica. Iica. Nicaragua.