

# Evaluación económica de la incorporación de fertilizantes usando abonadoras de siembra directa en palma de aceite

## Economic Evaluation of Fertilizer Incorporation on Oil Palm Using Direct Seeding Fertilizers

### AUTORES

**Oscar Alberto  
Alfonso Carvajal**

Programa de Agronomía,  
Cenipalma.

**Jhon Sebastián  
Castiblanco Riveros**

División de Validación y  
Transferencia, Cenipalma.

**Hernán Mauricio Romero**

Programa de Biología y  
Mejoramiento, Cenipalma y  
Departamento de Biología,  
Universidad Nacional de Colombia.

E-mail: oalfonso@cenipalma.org

### Palabras CLAVE

Incorporación de fertilizantes, estudio de tiempo y movimientos, rendimiento, palma de aceite.

Fertilizer incorporation, time and motion study, yield, oil palm.

Recibido: 18 enero 2011  
Aceptado: 17 febrero 2011

### Resumen

La fertilización es una de las labores culturales más importantes en el cultivo de la palma de aceite, se caracteriza por los altos requerimientos de mano de obra en las aplicaciones de los abonos y por la alta demanda de fertilizantes para satisfacer sus necesidades nutricionales, a su vez se registran bajas eficiencias de fertilización, dadas como el porcentaje del elemento que toma la planta respecto del total aplicado para los diferentes insumos. Como una alternativa para incrementar estas eficiencias se está evaluando la incorporación al suelo de los fertilizantes por medios mecánicos, con el uso de las abonadoras para siembra directa utilizadas en otros cultivos. En este artículo se presenta el estudio de tiempos y movimientos y una evaluación económica de la abonadora durante la incorporación de los abonos al suelo. Se realizó en las zonas Central y Oriental de Colombia, en las plantaciones Oleaginosas Las Brisas y Palmas del Casanare. Se obtuvieron eficiencias de aplicación en el rango de 73 y 77% distribuidas en los diferentes movimientos como son: cargue al equipo de aplicación, desplazamiento a calle, aplicación de fertilizante y desplazamiento al punto de acopio. Se observó que la incorporación del abono al suelo con máquinas incrementa el rendimiento de labor comparado con la forma tradicional de aplicación manual entre 63 – 79% con rendimientos de 380 palmas/h para la abonadora con cuatro tolvas y de 433 palmas/h para la abonadora de seis tolvas. El análisis económico mostró un costo de aplicación de \$158/palma (seis tolvas) y \$172/palma (cuatro tolvas), cada una de ellas con un VPN para una vida útil de diez años de \$606 y \$634 millones de pesos.

### Abstract

Fertilization is one of the most important activities in the oil palm crop. It is characterized by high labor requirements during fertilizer application, and for high fertilizer demand



to satisfy plant nutrition needs. At the same time, low fertilization efficiency is registered, in terms of the percentage of the element that is taken by the plant in relation to total fertilizer applied. As an alternative to increase these efficiencies mechanic fertilizer incorporation to the soil was evaluated using direct seeding fertilizers used in other crops. This paper presents the time and motion study and an economic evaluation of the fertilizer during the fertilizer incorporation to the soil. The research was done in the Central and Eastern Colombian oil palm regions at "Oleaginosas Las Brisas" and "Palmas de Casanare" plantations. Efficiencies within a range of 73% and 77% were achieved for the different motions such as: loading to the application equipment, movement through the lane, fertilizer application and movement to the collection point. Mechanic fertilizer incorporation to the soil increases labor efficiency compare to traditional manual application on 63% to 79% with average yields over 380 palms per hour for the four-hopper fertilizer and 433 palms per hour for the six-hopper fertilizer. Economic analysis showed an application cost of \$158 COP per palm (six-hopper) and \$172 COP per palm (four hopper), each one of them with a lifetime of 10 years and \$606 and \$634 millions of Net Present Value.



## Introducción

La aplicación de fertilizantes se ha basado en métodos tradicionales que ubican el fertilizante en la superficie del suelo y en diferentes puntos alrededor de la palma, dependiendo principalmente de la distribución de las raíces. La eficiencia de su aplicación muestra valores bajos (N: 12-55%, P: 12-30% y K: 30-60%) como reporta Arias (2008), de igual forma se ha observado un incremento en los últimos años del costo asociado con la mano de obra (40,5%) y de los mismos fertilizantes en 18% (Fedepalma, 2009). Esto obliga al sector palmero a buscar alternativas que mejoren la eficiencia de aplicación y uso de estos importantes insumos. La incorporación de fertilizantes por medios mecánicos puede solucionar en parte esas bajas eficiencias con altos rendimientos operativos de la labor y mejores producciones de fruto de palma por hectárea.

En la maquinaria agrícola existe una definición fundamental relacionada con la capacidad de campo real y teórica, que varían según si son cuantificadas en campo o si se proyectan por medio de ecuaciones matemáticas, y dependen de tres factores: velocidad de operación, ancho de trabajo y eficiencia. La capacidad de campo teórica es la capacidad máxima alcanzada por una máquina a una velocidad dada y asume que está trabajando todo el tiempo y todo el ancho del implemento, mientras la real tiene en cuenta

las pérdidas ocasionadas por giros, posicionamientos, etc. Para realizar una labor específica (Siemens et ál., 1999). Estos valores brindan una aproximación en campo al rendimiento por labor, pero es necesario llegar a mayor detalle para conocer y potencializar la productividad de los equipos, personas, insumos, recursos y, a la vez, lograr el más bajo costo posible; es aquí donde se presenta como herramienta fundamental el estudio de tiempos y movimientos. Varios autores han reportado resultados en diferentes cultivos y labores, así como teoría alrededor del tema: Gan et ál., 1994 reportado por Corley et ál., 2009; Vélez et ál., 1999; Vélez et ál., 1999; Vélez et ál., 2003; Martínez et ál., 2005; Mosquera et ál., 2006; Mosquera et ál., 2008; entre otros.

Este trabajo busca evaluar, a partir del estudio de tiempos y movimientos, los diferentes subprocesos dentro de la incorporación de fertilizantes con abonadoras de siembra directa, dando a conocer los tiempos estándar, rendimientos asociados y el análisis económico de una labor promisorio para una palmicultura que debe ser más tecnificada, que brinde la posibilidad de producir mejor, de forma viable y sostenida a través del tiempo.

## Metodología

La evaluación se llevó a cabo en dos zonas palmeras colombianas: en la Zona Central en el municipio



de Puente Sogamoso (Santander) en la plantación Oleaginosas las Brisas, en veinte lotes comerciales de 1995 a 1999, con un área de 408 hectáreas, y en la Zona Oriental en el municipio de Villanueva (Casanare) en la plantación Palmas del Casanare, en cinco lotes comerciales de siembras 1989 a 1995, con un área de 114 hectáreas. El trabajo se dividió en cuatro etapas: las dos primeras descritas en un documento anterior (calibración y verificación de condiciones óptimas y medición del perfil de corte en discos) y las otras dos, estudio de tiempos y movimientos y análisis económico de la aplicación serán las que hacen parte de este artículo. Para las evaluaciones se usaron dos abonadoras de siembra directa con las características reportadas en el artículo relacionado con la evaluación técnica de esta tecnología.

### Estudio de tiempos y movimientos

Antes de tomar la información de tiempos con cronómetro, se definieron lotes con características homogéneas en cuanto al manejo, suelos, siembra, material, estado fitosanitario, descartando lotes que contaran con aplicaciones de tusas, fibras, lodos, entre otras. Una vez determinados los lotes se inició el estudio con la creación y validación de un formato que comprendiera la información relacionada con la maquinaria, el personal y los subprocesos, dentro del proceso incorporación de fertilizantes, definición del respectivo diagrama de proceso, toma de información de los tiempos y movimientos, así como la organización de la misma para tener el tiempo estándar y, finalmente, se analizó mediante estadística descriptiva.

### Análisis económico de la aplicación

En esta etapa se llevó a cabo un análisis económico de las dos opciones (abonadora de cuatro y seis tolvas), para poder obtener conclusiones de viabilidad, para acompañar las estimaciones de factibilidad a la labor realizada.

Los dos sistemas de incorporación de fertilizantes usados comparten la mayoría de características, es decir, cuentan con el mismo principio mecánico de dosificación, rompimiento de suelo e incorporación de fertilizante. Las diferencias radican, básicamente, en que la inversión en una abonadora de seis tolvas es mayor, así como un mayor costo de mantenimiento

con rendimientos superiores (expresados en palmas por hora) que con una abonadora de cuatro tolvas.

El análisis económico se hizo de dos formas. Primero se enfrentaron los costos unitarios (\$/palma) de incorporación de fertilizante generados en cada uno de los sistemas (la diferencia depende, como ya se expuso, de los distintos valores comerciales de los equipos y de los diferentes rendimientos que estos reportan) y, segundo, se definió el Valor Presente Neto (VPN) de cada sistema en evaluación, para mostrar el total de rubros involucrados en diez años de vida útil de la maquinaria evaluada.

## Resultados y discusión

### Estudio de tiempos y movimientos

Se procedió a establecer un formato en el cual se determinaron los diferentes subprocesos dentro del proceso en estudio. En las figuras 1 y 2 se observa el formato utilizado durante la toma de información y el diagrama de proceso para la incorporación de fertilizantes con las abonadoras de siembra directa.

El diagrama de proceso es similar para los dos abonadoras (Figura 2), aunque el área de aplicación difiere entre ellas, teniendo 41% para Palmas del Casanare y 71% en Oleaginosas Las Brisas (Figura 3), de igual forma, el número de bultos de fertilizante para cargar varía entre ocho y doce bultos para las plantaciones en mención.

La información resultante del trabajo en campo se ajustó de acuerdo con el tiempo estándar, definido como el tiempo requerido para hacer una labor con un trabajador con la habilidad necesaria a una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga, y para llegar a este valor se adicionaron algunos suplementos sugeridos por la ILO<sup>1</sup>, definiendo los siguientes para los dos equipos.

Fueron definidos cuatro macro movimientos dentro de la actividad de incorporación de fertilizantes: cargue, desplazamiento a calle de aplicación, aplicación del fertilizante y desplazamiento al acopio del fertilizante.

#### Cargue

Esta actividad corresponde al llenado de las tolvas de los equipos mediante costales de 50 kg de fertilizante,

1. International Labour Organization.



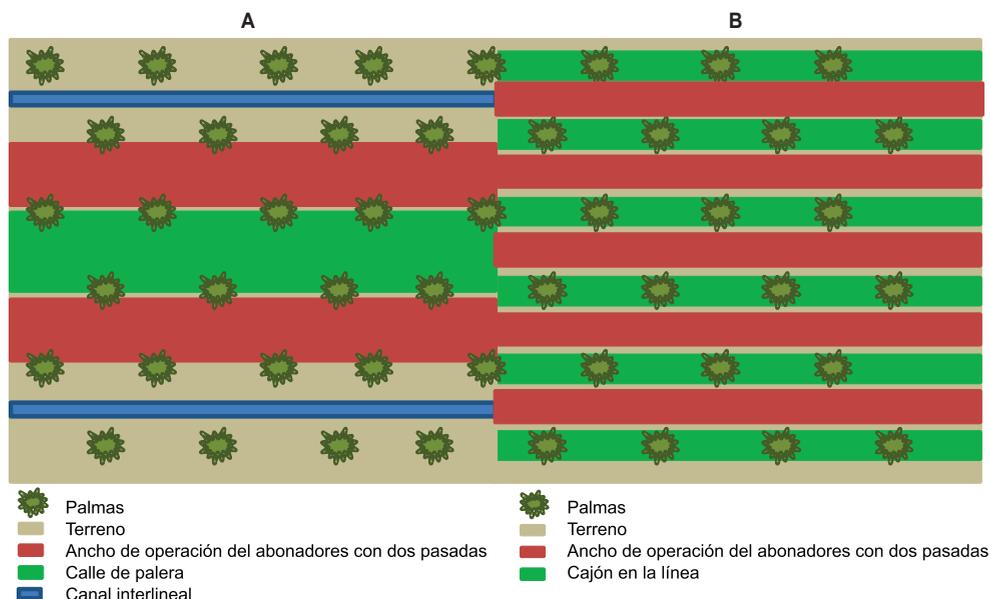


Figura 3. Distribución del área de aplicación para (A) abonadoras de cuatro y (B) abonadoras de seis tolvas.

### Desplazamiento a la calle de aplicación

Corresponde a la distancia recorrida entre el punto de acopio del fertilizante y la calle donde se realizará la aplicación del producto.

### Aplicación del fertilizante

Una vez en la calle de aplicación se debe bajar el equipo a la posición de trabajo y luego se pone en funcionamiento el PTO del tractor, dependiendo de la longitud de las calles y la dosis para aplicar, el tractorista inicia su aplicación y realiza movimiento en U hasta tener vacío el equipo.

### Desplazamiento al acopio del fertilizante

Corresponde al espacio recorrido entre la calle de aplicación y el acopio del fertilizante.

Los tiempos estándar para las dos abonadoras fueron calculados por medio de la siguiente ecuación:

$$Te = Tn \cdot (1 + S)$$

Donde:

$T_e$ : tiempo estándar (s)

$T_n$ : tiempo normal (s)

S: suplementos

El tiempo de cargue en el equipo de seis tolvas es mayor con respecto al de cuatro tolvas ocasionado por la capacidad de fertilizante para cada equipo (400 y 600 kg para abonadora de cuatro y seis tolvas).

Los tiempos de desplazamientos tanto en la calle como al acopio con el abonador de seis tolvas fueron mayores, ocasionados por la disposición y forma de los diferentes lotes y ubicación de canales para riego y/o drenaje dentro de los lotes. Con el abonador de cuatro tolvas se presentaron líneas de 27 palmas en la mayoría de los casos, ausencia de puntas (líneas de palma cortas, generalmente en los extremos de los lotes) y una organización de los canales de riego y/o drenaje planificada de acuerdo con sus necesidades. Los coeficientes de variación en esta actividad fueron altos, ya que las distancias pueden ser pequeñas o grandes dependiendo de la geometría de los lotes y de la distancia al punto de acopio.

La aplicación de la abonadora de cuatro tolvas es menor con respecto a la de seis tolvas por su capaci-

Tabla 1. Suplementos tenidos en cuenta para tiempo estándar

Abonadoras	
Suplementos	Constantes
Personal	5%
Básica por fatiga	4%
	Variables
Condiciones atmosféricas (temperatura - humedad)	5%
Empleo de fuerza o vigor muscular (levantar, tirar, empujar), únicamente en el cargue del equipo	13%

Tabla 2. Tiempos estándar para abonadoras

Actividad	4 tolvas		6 tolvas	
	Promedio (s)	Coefficiente de variación (%)	Promedio (s)	Coefficiente de variación (%)
Cargue de fertilizantes	345	15	472	19
Desplazamiento a calle	116	66	177	49
Aplicación de fertilizante	1.444	3	2.732	15
Desplazamiento a acopio	88	56	154	59

Tabla 3. Rendimiento en abonadoras de cuatro y seis tolvas

	Rendimiento máquina (palmas/h)	Rendimiento por persona (palmas/h)	Eficiencia (%)	Rendimiento manual para dosis de 2 kg/palma (palmas/h)	Incremento por fertilizante aplicado (%)	Incremento por persona (%)
Abonador 4 tolvas	380	190	72	90 <sup>2</sup> - 140 <sup>3</sup>	63-73	27 - 53
Abonador 6 tolvas	433	217	77		67-79	35 - 58

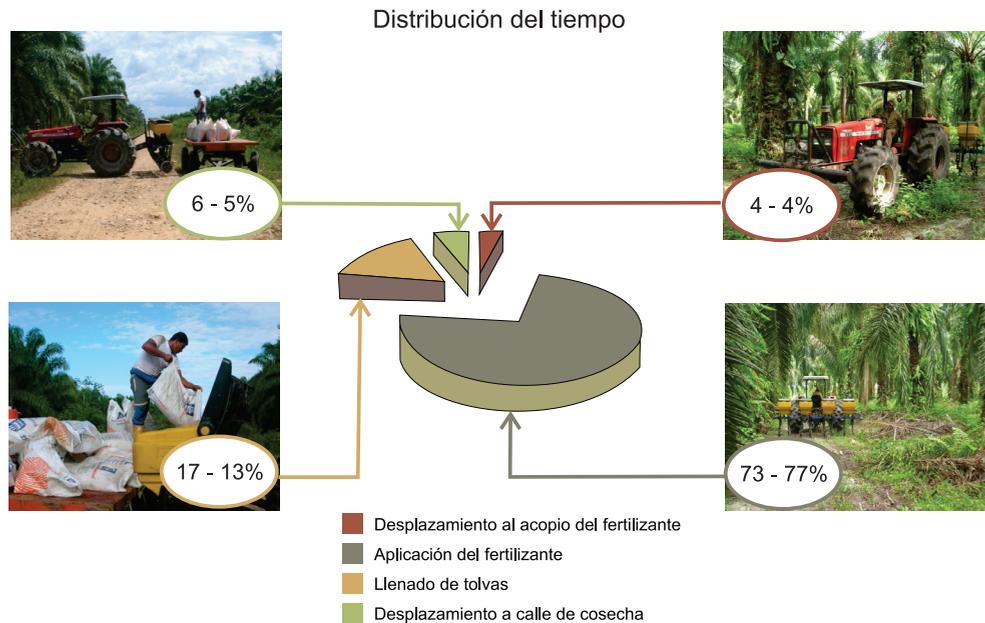


Figura 4. Distribución porcentual para los macro movimientos dentro de la incorporación con abonadoras de cuatro y seis tolvas<sup>4</sup>.

dad, también influye el tamaño y la forma de los lotes. Se encontró que en lotes con ausencia de puntas o calles cortas se logra trabajar una mayor área con el mismo número de giros del equipo. Adicionalmente, el coeficiente de variación de la aplicación con la abonadora de seis tolvas es mayor por encontrar más cantidad de malezas en los lotes, estos se enredaban

en el eje transmisor del equipo y hacían perder mayores tiempos en la aplicación del fertilizante.

La distribución porcentual de los tiempos de las abonadoras se muestra en la Figura 4.

Las actividades que presentaron diferentes valores fueron el cargue y la aplicación del fertilizante, ocasionado principalmente por la capacidad del

2 Reportado por Mosquera et ál., 2006

3 Reportado por Alfonso et ál., 2009

4. Los valores reportados en cada subproceso corresponden el primero, a la abonadora de cuatro tolvas; y el segundo, a la abonadora de seis tolvas.



Figura 5. Barra de tiro de 2 m de longitud para el tiro del transporte de fertilizante.

abonador de seis tolvas, la distribución de un mayor tiempo en la labor y las diferentes dosis manejadas en las dos plantaciones. Con el abonador de cuatro tolvas se aplicaron dosis de 2 kg/palma, mientras en la plantación donde se evaluó el abonador con seis tolvas se aplicaron dosis entre 1,1 y 1,7 kg/palma. Para fines de evaluación se cambiaron las relaciones de los piñones conductor y conducido y se mantuvo la misma velocidad en el tractor.

El rendimiento y el costo en la labor de estos equipos se pueden mejorar en la medida que se optimice el manejo del fertilizante desde la bodega hasta el sitio de acopio en los lotes. Durante los ensayos se vio la necesidad de mejorar este aspecto mediante la construcción de una barra de tiro de 2 m de longitud para poder realizar de manera simultánea el transporte de la máquina y del fertilizante, así como se observa en la Figura 5. Este cambio permitió disminuir los costos de un transporte adicional del fertilizante y/o perder eficiencia del tractor realizando el transporte del fertilizante y del equipo de forma independiente. Los rendimientos para los dos equipos se señalan en la Tabla 3.

### Análisis económico de la aplicación y VPN

El análisis inicia identificando los rubros involucrados en la operación del sistema convertidos a unidades de \$/hora. En este sentido se tuvieron en cuenta los siguientes ítems: valor comercial de los equipos, vida útil, valor de salvamento, costos de mantenimiento y reparación, consumo de combustibles, aceites y filtros, mano de obra y depreciación. Con estos datos

de entrada, se definió el valor de los rubros y se dividió entre el rendimiento correspondiente a cada sistema para encontrar el valor unitario de operación. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

En el análisis se debe tener en cuenta que los valores señalados en la Tabla 5 expresan el valor de los costos asociados en que se incurriría si se decidiera invertir en alguna de las dos máquinas, sin tener en cuenta el horizonte económico en que se utilizaría la maquinaria (lo que implica obviar, de momento, el valor del dinero en el tiempo y la inclusión de tasas de redescuento). Debe tenerse en cuenta, además, que se incluyó la depreciación que no necesariamente es un gasto real de la organización. La inclusión de este rubro supone la posibilidad de reposición de equipos, cuando estos estén deteriorados.

Una vez se definió el costo por hora del uso de cada uno de los sistemas, se procedió a calcular el costo de incorporación del fertilizante por palma, con base en los rendimientos de cada máquina encontrados en el análisis de tiempos y movimientos. Los resultados son señalados en la Tabla 5. Allí se señala que el costo de incorporación es menor en el sistema que usa abonadora de seis tolvas, lo que es consecuencia de los mayores rendimientos reportados por este sistema.

Además de la estimación del costo unitario, se hizo un ejercicio de VPN. Para calcular éste fue necesario crear un modelo económico en el que se llevaron los costos anteriores, junto con la inversión y la reposición de equipos a un horizonte económico de uso de ambos sistemas hasta alcanzar la depreciación total de uno de los equipos en uso: el tractor<sup>5</sup>. Hubo tres tipos de información que alimentaron el modelo económico. Se mencionan aquí cuáles fueron y los rubros tenidos en cuenta dentro de cada uno:

1. Variables macroeconómicas y financieras: se usó una inflación de 4% que se estabilizó en 3% desde el tercer año. La tasa de redescuento usada fue de 8%.
2. Información correspondiente a costos asociados al uso de la maquinaria: valores comerciales del tractor, abonadoras y remolque, la vida útil de estos y el valor de salvamento; se utilizaron, también, indicadores de costos de mantenimiento; en costos de operación se usó la información de mano de obra y los consumibles de la maquinaria

5. Para la vida útil del tractor se tiene en cuenta una reposición de las abonadoras, dado que su vida útil es menor.

Tabla 4. Costos asociados con los sistemas de incorporación de fertilizantes con abonadoras de cuatro y seis tolvas<sup>6</sup>

Tipo de costo	Sistema	
	Abonadora de 4 tolvas (\$/h)	Abonadora de 6 tolvas (\$/h)
Mantenimiento y reparación	25.680	27.740
Consumibles	15.496	15.496
Mano de obra	11.570	11.570
Depreciación	12.742	13.669
Costo total	65.488	68.475

Tabla 5. Costo unitario de incorporación de fertilizante en cada sistema

	Sistema	
	Abonadora de 4 tolvas	Abonadora de 6 tolvas
Costo del sistema (\$/hora)	65.488	68.475
Rendimiento (palma/hora)	380	433
Costo unitario (\$/palma)	172	158

Tabla 6. VPN para las dos abonadoras durante diez años

Equipo	VPN 10 años (\$)
Abonadora de 4 tolvas	634.660
Abonadora de 6 tolvas	606.194

(combustible, aceites, grasas y filtros). No se hizo uso del costo de depreciación, ya que se incurrió en un costo de reposición de equipos, que para el caso de las abonadoras fue el valor comercial más inflación, al sexto año.

3. Datos técnicos de funcionamiento de los equipos: Se usó el rendimiento de la maquinaria para definir cuántas hectáreas alcanzaría a cubrir un tractor fertilizando tres veces al año, con condiciones idóneas de incorporación de fertilizante del 50% del tiempo total de trabajo (es decir, por condiciones climáticas se consideró que el tractor solo podría aplicar fertilizante 26 semanas al año). El valor de rendimiento fue clave para obtener conclusiones, ya que definió cuántas horas efectivas trabajaba el tractor en cada sistema.

De los datos aquí mencionados algunos tuvieron diferente magnitud en los dos sistemas. Los datos que

variaron, y que explican el diferente comportamiento de los VPN, señalados en la Tabla 6 fueron: el valor comercial de las abonadoras, el costo de mantenimiento de las mismas (que depende de su valor comercial) y el número de horas de operación al día.

Dado que el rendimiento de la abonadora de cuatro tolvas es de 380 palmas/hora, se estimó que trabajando 8 horas/día (destinando una hora al transporte de fertilizante hacia los lotes), podría cubrir durante un año de trabajo 1.935 hectáreas fertilizando cada lote tres veces al año. No obstante, dado que hay épocas en que las condiciones climáticas dificultan la incorporación de fertilizantes, se estimó que solo la mitad del año podría ejecutar la labor, por lo que se definió que un tractor (con remolque y abonadora de cuatro tolvas) podría cubrir hasta 967 hectáreas en un año. Se trabajó sobre un escenario con 967 hectáreas para fertilizar en 26 semanas por un tractor, tres veces al año.

Se definió cuántas horas requeriría una abonadora de seis tolvas para hacer el mismo trabajo. El resultado señaló que para cubrir estas mismas condiciones, una abonadora con seis tolvas requeriría 7,14 horas al día (también con una hora destinada a transporte de fertilizante), lo que implica una disminución de 51,6 minutos al día, gracias a que el rendimiento de este equipo es mayor en 53 palmas/hora (se pasa de 380 a 433 palmas/hora entre abonadoras).

No obstante, el sistema de mayor rendimiento, como se ha mencionado, es más costoso y requiere un mayor mantenimiento. El ejercicio, por consiguiente, consistió en definir, mediante un análisis de VPN, si el sobre costo de la abonadora de seis tolvas era compensado por el ahorro en los costos recurrentes.

## Conclusiones

El análisis mostró una eficiencia de la aplicación correspondiente al 73 y 77% para la abonadora de cuatro y seis tolvas respectivamente, de igual forma, presenta condiciones prácticas para el manejo y aplicación de diferentes dosis en lotes con variedad de condiciones.

Con la incorporación de fertilizantes se obtuvieron incrementos en la aplicación con respecto a la forma tradicional, lo cual conduce a incrementar productivida-

6. Los datos presentados en la Tabla 4 están calculados sobre el uso de tractor, remolque y abonadora, equipo necesario para realizar la fertilización en los sistemas analizados.



des de la mano de obra, la cual cada día es más escasa y competida con otros sectores de la industria nacional. Además, la abonadora de seis tolvas puede llegar a rendimientos más altos si la incorporación se realiza únicamente en las calles de cosecha, sin embargo, hace falta investigar que tan benéfico es este manejo en cuanto a aplicación de fertilizantes se refiere.

Los resultados económicos encontrados, indican que la disminución en los costos recurrentes, causada por el mayor rendimiento encontrado por la abonadora de seis tolvas, es mayor que el sobrecosto que habría que pagar por la adquisición del equipo. Siendo un ejercicio en el que se analizan costos sin calcular beneficios, se han puesto aquellos en signo positivo, lo que lleva a que el sistema con menor VPN es más viable durante toda la vida útil del tractor. Por consiguiente, es más recomendable adquirir una abonadora de seis tolvas, porque, además de ser más económico durante toda la vida útil de un tractor, resulta más pertinente, entre otras cosas, porque libera tiempo para destinar los equipos a otras tareas.

Es necesario y preciso trabajar conjuntamente entre plantaciones, distribuidores y fabricantes para realizar algunas modificaciones al diseño actual del

equipo, ya que la tecnología cuenta con el principio fundamental para la incorporación de fertilizantes, sin embargo, algunos elementos no soportan los esfuerzos a los que se someten durante la aplicación en los lotes de palma de aceite como son: la presencia de raíces superficiales, hojas de poda o cosecha en las calles de aplicación, desniveles fuertes y tipos de suelos, especialmente, aquellos que son de textura pesada. De igual forma, los lotes deben estar limpios de malezas para permitir que el operario tenga visión sobre posibles obstáculos en el terreno, no tenerlos así puede acarrear daños sobre las diferentes piezas del abonador.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Gecolsa S.A por su valiosa colaboración en las evaluaciones de los equipos en las dos zonas palmeras, al Ingeniero Ricardo Botero y al personal de las plantaciones Oleaginosa Las Brisas y Palmas del Casanare por su participación y apoyo durante el desarrollo del proyecto y al Fondo de Fomento Palmero de Fedepalma por el respaldo económico.



## Bibliografía

- Alfonso O; Botero R; Romero H. 2009. Diagnóstico de la mecanización del cultivo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* (Colombia) 30(4): 9-19.
- Arias N. 2008. Medidas para reducir el impacto negativo del alto costo de los fertilizantes: eficiencia y rentabilidad. En: Fedepalma Tertulia Palmera. Bogotá.
- Corley, R.H.V.; y Tinker, P.B. 2009. *La palma de aceite*. (E. Maldonado y F. Maldonado, Trads.) Bogotá (Colombia): Fedepalma. (Trabajo original publicado en 1967).
- Fedepalma. 2009. *Informe de gestión Fedepalma*. 153 p.
- Mosquera M; Fontanilla C. 2008. Estudios de cosecha en palma de aceite. Cenipalma.
- Mosquera M; Sánchez C. 2006. Sistemas de aplicación de fertilizantes químicos. *Palmas* (Colombia) 27(39):11-20.
- Martínez R; Montoya E; Vélez J; Oliveros C. 2005. Estudio de tiempos y movimientos de la recolección del café en condiciones de alta pendiente. *Revista Cenicafé* 56 (1):50-66.
- Siemens J; Bowers W. 1999. *Machinery management: how to select machinery to fit the real needs of farm managers*. John Deere.
- Vélez J; Montoya E; Oliveros C. 1999. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. *Boletín Técnico Cenicafé* 21: 1-91.
- Vélez J; Montoya E; Oliveros C. 1999. Nuevo método para mejorar la recolección manual del café. *Avances Técnicos Cenicafé*. 269: 1-8.
- Vélez J; Montoya E; Oliveros C. 2003. Mejore la recolección de café adoptando el método mejorado. *Avances Técnicos Cenicafé* 310:1-8.