

SISTEMAS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES QUÍMICOS

en plantaciones colombianas de palma de aceite

SYSTEMS OF APPLYING SOLID CHEMICAL FERTILIZERS

in Colombian Oil Palm Plantations

AUTORES

Mauricio Mosquera

Montoya

M. Sc. Economía agrícola.
Investigador asociado Cenipalma.
mauricio.mosquera@cenipalma.org.

Andrés Camilo Sánchez

Puentes

Estudiante.

Ingeniería de producción
agroindustrial.

Universidad de La Sabana

Palabras CLAVE

Sistemas de aplicación de fertilizantes químicos sólidos, sistemas manual, semimecánico y mecanizado, análisis de sensibilidad

Systems of applying solid chemical fertilizers, systems manual, semi mechanical y mechanized, sensitivity analysis

Recibido: 30 enero 2006
Aprobado: 17 octubre 2006

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio de cuatro sistemas de aplicación de fertilizantes químicos sólidos, en cuatro plantaciones ubicadas en la Zona Oriental de Colombia, donde tradicionalmente cada plantación usa más de un método de aplicación de fertilizantes químicos sólidos. Se evaluaron cuatro sistemas de aplicación: uno completamente manual, dos semimecánicos y uno completamente mecanizado. El costo por hectárea fue estimado y se realizó un análisis de sensibilidad con respecto al costo promedio de la mano de obra nacional. Los resultados indican que la alternativa mecanizada de aplicación de fertilizantes químicos sólidos es la más conveniente para enfrentar incrementos potenciales sobre el valor de la mano de obra. Además existen alternativas intermedias para disminuir el costo de aplicación que permite reducirlo, mientras que la mano de obra se encarece, tal y como ha ocurrido en otros lugares.

SUMMARY

The results of a study carried out including four systems of applying solid chemical fertilizers in four representative oil palm plantations located in the eastern zone of Colombia, where traditionally each plantation uses more than one method for applying solid chemical fertilizers, are discussed. Four application systems were evaluated: One fully manual, two semi mechanical and one fully mechanized. The cost of applying fertilizer per hectare was estimated and a sensitivity analysis was carried out with respect to the national average labor cost. The results indicated that the fully mechanized alternative for applying solid chemical fertilizers is the most convenient in order to face potential increases of the labor cost. Besides, there are intermediate systems of application that allow a cost reduction, while the labor cost gets more expensive than actual levels, as has happened elsewhere.

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es uno de los cultivos que extrae mayor cantidad de nutrientes en el producto cosechado. En efecto, se cataloga como uno de los cultivos con mayor requerimiento de nutrientes en el mundo, superado sólo por unos pocos cultivos, entre los cuales se encuentra el banano (Goh y Härdter, 2003).

Este cultivo remueve gran cantidad de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), Magnesio (Mg) y Calcio (Ca), los cuales son reciclados por medio de hojas podadas, inflorescencias masculinas y efluentes (Weng, Tarmizi y Omar, 2001). Sin embargo, este reciclaje alcanza valores de 41% (N), 42% (P), 41% (K), 46% (Mg) y 67% (Ca), con respecto al 100% extraído del suelo. Lo anterior, implica que para asegurar niveles productivos rentables, deben devolverse nutrientes al suelo por medio de fertilizantes.

Por otra parte, los suelos colombianos presentan limitaciones de tipo físico y químico. Entre las limitaciones químicas se encuentran los bajos niveles de disponibilidad de nutrientes, principalmente N, K, Mg, B y P (Munévar, 1998).

Las características de infertilidad de los suelos y los requerimientos del cultivo, imponen la necesidad de aplicar altas dosis de fertilizantes. Lo anterior, sumado al alto costo de los mismos, hace que la nutrición represente 21% del costo total por tonelada de aceite y 38% de los costos variables del cultivo, lo que equivale a 70 dólares (Encuestas de costos, Fedepalma, 2004).

Con base en la producción de aceite de palma en Colombia y las áreas en desarrollo, se estima que los palmicultores del país gastaron cerca de 39,3 millones de dólares en fertilizantes durante el año 2005.

Por estas razones se llevó a cabo este estudio, cuyo objetivo fue el de documentar y describir cuatro diferentes tecnologías de aplicación de fertilizantes químicos utilizadas en las plantaciones de la Zona Oriental, como complemento a los trabajos que están siendo adelantados por el proyecto de Manejo Integrado de Suelos. De manera adicional, se realizó un estudio de costos, en el cual se determinó el costo en que incurren las plantaciones al utilizar las diferentes tecnologías de aplicación de fertilizantes.

SELECCIÓN DE LAS PLANTACIONES Y TECNOLOGÍAS ESTUDIADAS EN LA ZONA ORIENTAL

La selección de plantaciones y tecnologías estudiadas se realizó bajo el criterio de producción de toneladas de fruto fresco por hectárea, como indicativo de buenas prácticas de nutrición¹. La información de producción de fruto de palma por hectárea para el período 1997-2003, se tomó de encuestas realizadas por el programa de transferencia de tecnología de Cenipalma, durante 2003 y 2005.

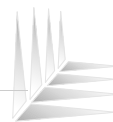
Las plantaciones seleccionadas para el estudio fueron: Guaicaramo SA, Palmas del Casanare, Palmar El Borrego y Aceites Manuelita SA. Con respecto a las tecnologías por estudiar, se definió que se documentaría y estudiaría la aplicación que se estuviera realizando durante la campaña de fertilización vigente en el momento del estudio.

Cada una de las plantaciones posee más de una tecnología de aplicación de fertilizante y la decisión de utilizar una en particular depende, entre otros, de factores como el fertilizante aplicado, la dosis (que puede oscilar desde los 60g/palma hasta los 2.500 g/palma) y la época del año. Un ejemplo de lo anterior lo presenta Aceites Manuelita SA, que durante una visita introductoria a la labor, realizaba la aplicación de un fertilizante compuesto en dosis de 2.500 g/palma con un sistema de aplicación mecánico (voleadora) y durante la semana de estudios realizó la aplicación de KCL (cloruro de potasio) en dosis de 1.000 g/palma con un sistema de aplicación manual. Esto llevó a la necesidad de limitar el estudio a la tecnología que estaba siendo utilizada en el momento de realizar las visitas.

DOCUMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Para documentar y establecer los procesos de las tecnologías utilizadas en la aplicación de fertilizante en las plantaciones seleccionadas, se realizó una visita de seis días. Durante la misma, se llevó a cabo una

1 Los resultados de ejercicios preliminares del Laboratorio de Análisis Foliares y de Suelos (LAFS) de Cenipalma, permiten hacer inferencias en este sentido.



observación en campo para establecer las actividades desarrolladas por parte de los encargados de la labor y se complementó con un estudio de tiempos. A continuación, se describe la aplicación de fertilizante para cada una de las tecnologías estudiadas.

Fertilización manual

La plantación tiene a disposición un tractor de 80 caballos de fuerza y dos zorras con una capacidad de 85 bultos de fertilizante.

El personal empleado en esta labor es de siete fertilizadores, un supervisor, un tractorista y un operario encargado de abastecer fertilizante a quienes lo aplican. Es importante anotar que los operarios que fertilizan, cuentan con recipientes con capacidad aproximada de 23 kg. de fertilizante y cocos aforados que se elaboran de acuerdo con la dosis. Esta labor se divide en cuatro procesos: acondicionamiento de la maquinaria, abastecimiento de fertilizante, llenado de recipientes y aplicación de fertilizante.

Acondicionamiento de la maquinaria. Esta operación consiste en revisar los rodamientos, tornillos y aceite de la maquinaria. La operabilidad del tractor es determinada por el tractorista y la de los vehículos transportadores por el supervisor.



Figura 1. Aceites Manuelita S.A. Operarios recibiendo instrucciones de fertilización.

Abastecimiento de fertilizante a los lotes. Esta operación se ejecuta en el inicio de la jornada y cada vez que se acaban los insumos en la zorra que está abasteciendo a los fertilizadores en los lotes. El sistema tractor-vehículo transportador se desplaza de manera perpendicular a las líneas de palmas a

fertilizar. El objetivo de este desplazamiento es el de agilizar el proceso de llenado de los recipientes. Para esta labor se emplean dos zorras con una capacidad de 50-80 bultos y un tractor Ford.

Llenado de los recipientes. Esta actividad es desarrollada por un operario, quien para los bultos y los abre. Una vez abiertos, deposita la cantidad necesaria de fertilizante en los recipientes de los operarios fertilizadores.



Figura 2. Aceites Manuelita S.A. Operario aplicando fertilizante.

Aplicación de fertilizante. Cuando el recipiente contiene la cantidad de fertilizante indicada por el supervisor, el operario fertilizador se desplaza a la línea de palmas indicada y con un coco aforado de acuerdo con la dosis que será utilizada, aplica el fertilizante en la calle de palera. El supervisor se asegura de que los operarios estén aplicando la cantidad indicada, de manera uniforme y sin omitir ninguna palma.



Figura 3. Palmas de Casanare. Operarios iniciando labores.

Fertilización semimecánica 1

La plantación cuenta con cinco búfalos y cinco zorrillos con capacidad de carga de 10 bultos. En esta labor intervienen cinco fertilizadores, un supervisor de calidad y uno de la labor. Para el abastecimiento de insumos a los lotes, la plantación contrata un camión con capacidad de 220 bultos.

La labor se divide en cuatro procesos: alistamiento del sistema animal-zorrillo, abastecimiento y distribución de fertilizante, llenado de zorrillos con fertilizante y aplicación de fertilizante en los lotes.

Acondicionamiento de animales y zorrillos. Esta operación es realizada por tres operarios y consiste en poner a disposición los animales y la postura del zorrillo a los mismos. Una vez armado el sistema animal-zorrillo, se desplazan a los lotes para el encuentro con los demás fertilizadores.



Figura 4. Palmas de Casanare. Sistema animal-zorrillo.

Abastecimiento y distribución de fertilizantes.

Una vez recibida la orden de los lotes para fertilizar, se procede a llenar el vehículo transportador con la cantidad de fertilizante indicada por el supervisor de la labor. Cuando se ha cargado el vehículo transportador, los bultos son distribuidos en los lotes, depositándolos en lugares donde los fertilizadores puedan cargarlos con facilidad y se cubren con plásticos. Los sacos de fertilizante se dejan parados para facilitar la apertura y el cargue del fertilizante en el sistema animal-zorrillo.

Llenado del zorrillo. Esta actividad es desarrollada por dos operarios quienes vacían el contenido de los bultos dentro del zorrillo.



Figura 5. Palmas de Casanare. Operario aplicando fertilizante.

Aplicación de fertilizantes en los lotes. Una vez el sistema animal-zorrillo se encuentra cargado, el operario sube al zorrillo y se desplaza a través del lote. Con un recipiente previamente aforado va aplicando el fertilizante. La aplicación se realiza desde la mitad del plato hacia afuera. Ejemplo: dosis 1.000 g/palma. La aplicación se realiza con recipiente de 500 gramos y se aplican 500 gramos a cada lado de la palma.

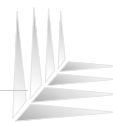
Fertilización semimecánica 2

La plantación tiene a disposición cinco bueyes y cinco zorrillos con capacidad de carga de 10 bultos, un tractor de 80 caballos de fuerza y dos zorras con capacidad de 50 y 80 bultos de fertilizante, respectivamente.

En esta labor intervienen cinco fertilizadores, un supervisor de calidad, uno de la labor, un tractorista y un operario encargado de abastecer con fertilizante a los operarios.



Figura 6. Palmar el Borrego. Abastecimiento de insumos a los operarios fertilizadores.



La labor está dividida en cinco procesos: acondicionamiento de animales y zorrillos, acondicionamiento de maquinaria, abastecimiento de fertilizante, llenado de zorrillos y aplicación de fertilizante.

Acondicionamiento de animales y zorrillos. Esta operación es realizada por cada operario fertilizador, quien debe encargarse de poner el zorrillo a su buey.



Figura 7. Palmar el Borrego. Llenado de zorrillo.

Acondicionamiento de maquinaria. Se lleva a cabo la revisión de la maquinaria que será utilizada en la labor, especialmente sobre el estado de los rodamientos, el correcto ajuste de los tornillos, y de los niveles de agua y aceite. Una vez se ha comprobado el buen estado de ésta, se procede a tanquear y acoplar la zorra con el fertilizante.

Posteriormente, se desplaza al lote donde se llevará a cabo la labor para proveer el fertilizante. Al finalizar la jornada, el tractor vuelve a la bodega, donde desengancha la zorra para volver a los talleres. La carga de la zorra se realiza el día anterior, ya que ésta debe estar cargada y lista cuando se acopla al tractor.

Abastecimiento de fertilizante. Es una operación que se ejecuta en el inicio de la jornada y cada vez que los insumos disponibles en la zorra se agotan. El abastecimiento a los zorrillos es continuo. El sistema tractor-vehículo transportador se desplaza perpendicular a las líneas de palma, de esta manera, va siempre adelante del sistema animal-zorrillo, mientras este último avanza entre las líneas aplicando el fertilizante. De esta forma se facilita el abastecimiento.

Llenado del zorrillo. En esta actividad intervienen dos operarios. El primero posiciona, abre y apila los



Figura 8. Palmar el Borrego. Operario aplicando fertilizante.

bultos de fertilizante. El segundo, deposita el contenido de los bultos de fertilizante en el zorrillo.

Aplicación de fertilizante. Una vez el sistema animal-zorrillo se encuentra cargado con la cantidad de fertilizante indicada, ingresa al lote. El operario aplica el fertilizante con un recipiente previamente aforado. La aplicación se realiza en las interlíneas. Ejemplo: dosis: 850 g/palma. La aplicación se realiza con recipiente de 425 gramos y se aplican 425 gramos a cada lado de la palma.

Fertilización mecánica

Para el desarrollo de la fertilización mecánica, la plantación posee dos voleadoras con capacidad de 60 bultos de fertilizante cada una y dos tractores de 80 caballos de fuerza. Además, tienen a disposición de la labor un trailer con capacidad de 240 bultos, una cama baja de 200 bultos, tres zorras con



Figura 9. Guicaramo S.A. Sistema tractor- voleadora utilizado para aplicación de fertilizante.

capacidad promedio de 35 bultos y un camión con capacidad de 220 bultos.

En lo referente al personal, cuentan con dos tractoristas, un supervisor de la labor y dos operarios encargados de abastecer con fertilizante a la voleadora. Cabe anotar que, cuando no se emplea el camión como vehículo transportador, se dispone de un tractor adicional con su respectivo operario para que movilice los vehículos transportadores a los lotes donde se requieren insumos.

La labor se divide en cuatro operaciones: acondicionamiento de maquinaria, abastecimiento de fertilizantes a los lotes, llenado de la voleadora y aplicación del fertilizante, los cuales son descritos a continuación.

Acondicionamiento de la maquinaria. Esta operación consiste en la puesta a punto de voleadoras (dos voleadoras de discos gemelos, Marca Tatu con capacidad de 60 bultos) y tractores (dos tractores M 9.000, marca Kubota), y es realizada por los operarios de la maquinaria, quienes revisan rodamientos, tornillos y aceite. Una vez desarrollada esta actividad, los tractores se aprovisionan de combustible y se desplazan a los lotes. Al finalizar la jornada laboral, la maquinaria es llevada a los talleres para su lavado.

Abastecimiento de fertilizante a los lotes. Esta operación se ejecuta en el inicio de la jornada y cada vez que se acaban los insumos en los lotes que están siendo fertilizados. Es desarrollada por los operarios encargados de llenar los vehículos transportadores y por operarios que lo transportan a los lotes. Los vehículos transportadores se ubican en un punto fijo



Figura 10. Guacaramo S.A. Llenado de la voleadora.

en los lotes, al cual se dirigen los tractores para cargar el fertilizante en las voleadoras.

Llenado de la voleadora. En los lotes, con la maquinaria ubicada en posición de carga, se procede a llenar la voleadora. Inicialmente se calibra la voleadora con el fin de verificar que esté disponiendo la dosis requerida por cada palma. Una vez se establece la correcta operación de la misma se procede a abastecerla con fertilizante. Esta actividad es desarrollada como mínimo por dos operarios.



Figura 11. Guacaramo S.A. Aplicación de fertilizante.

Aplicación de fertilizantes en los lotes. Una vez la voleadora se encuentra con la cantidad de fertilizante indicada por parte del supervisor de la labor, el sistema tractor-voleadora entra a los lotes y comienza la aplicación. Cuando la voleadora está sin carga, vuelve al lugar de abastecimiento. El supervisor permanece atento de que el fertilizante está siendo aplicado de manera uniforme y en la cantidad correcta.

ANÁLISIS DE COSTOS

La información de costos correspondiente a cada tecnología de aplicación de fertilizante químico fue recolectada mediante visitas. Durante las mismas, en compañía de los ingenieros encargados de la labor de fertilización, se diligenció el cuestionario detallado. Los costos fueron agrupados en las siguientes categorías: pago de mano de obra, mano de obra aportada por la plantación, herramientas, mantenimiento y combustible, mantenimiento de semovientes, cargue y abastecimiento de fertilizante a los lotes.

Dado que el pago de la mano de obra contratada para la aplicación se realiza de acuerdo con el número



de las palmas fertilizadas y la dosis de aplicación, se empleó la herramienta de medición de los tiempos de aplicación, para complementar el análisis.

Composición de las cuadrillas

Uno de los factores que determinan el costo de aplicación de fertilizantes es el de la composición de las cuadrillas de fertilización. Por esta razón, se presenta un resumen en donde se consigna la herramienta, el personal de la plantación, los operarios contratados y los animales empleados para cada uno de los sistemas de aplicación estudiados (Tabla 1).

La Tabla 2 presenta los costos de aplicación por bulto, para dosis de 500, 1.000, 1.500 y 2.000 gramos por palma, utilizando las diferentes tecnologías de aplicación.

En la Figura 12, es posible observar que ante un mayor requerimiento nutricional de la palma, el costo de aplicación de cada bulto de fertilizante disminuye, sin importar la tecnología de aplicación empleada, porque el bulto se distribuye en una menor cantidad de palmas, consumiendo menos tiempo, y reduciéndose la distancia por recorrer.

La Tabla 3 presenta los costos de aplicación por hectárea y por palma, de acuerdo con diferentes dosis, para cada una de las tecnologías estudiadas. Los resultados dejan entrever que la tecnología semimecánica 1, es la más económica de las tecnologías estudiadas para todas las dosis propuestas. De igual modo, permiten concluir que el método de aspersión de fertilizante manual es el menos conveniente desde el punto de vista económico y que la aspersión mecanizada es mucho más efectiva, en términos de costo, para dosis altas de fertilizante. Las figuras 13 y 14, presentan los resultados de manera más evidente.

Evaluación de costos para programas de fertilización

Para determinar el efecto de las diferentes tecnologías de aplicación en los costos de producción, se tomaron

Tabla 1. Recursos utilizados para la fertilización

Tecnología	Herramientas	Personal plantación	Operarios	Animales
Manual	1 Tractor 2 Zorras	1 Tractorista 1 Supervisor de la labor	7 Fertilizadores 1 Equipador	
Semimecánica 1	5 Zorillos	1 Supervisor 1 Supervisor de calidad	5 Fertilizadores	5 Búfalos
Semimecánica 2	1 Tractor 5 Zorillos 2 Zorras	1 Supervisor de calidad 2 Equipadores	5 Fertilizadores	5 Bueyes
Mecánica	2 Tractores 2 Voleadoras	2 Tractoristas 1 Supervisor	2 Cargueros	

Tabla 2. Costo de aplicación por bulto

Dosis (g/palma)	500	1.000	1.500	2.000
Tecnología	Pesos por bulto			
Manual	5.429	2.963	2.367	1.751
Semimecánica 1	4.206	2.286	1.713	1.060
Semimecánica 2	4.895	2.532	1.746	1.350
Mecánica	4.984	2.617	1.785	1.174

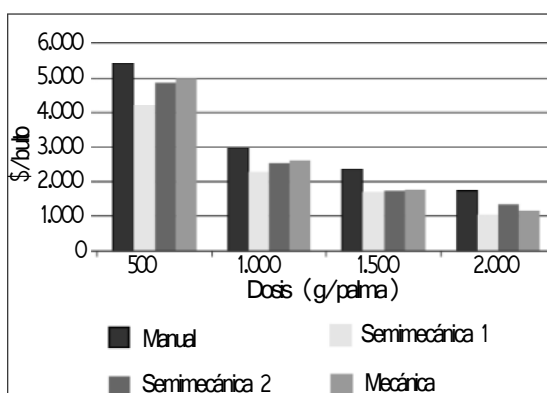


Figura 12. Costo de aplicación por bulto según la tecnología de aplicación empleada.

Tabla 3. Costo aplicación de fertilizante

Tecnología	Dosis (gramos por palma)			
	500	1.000	1.500	2.000
Costo de aplicación por hectárea (Pesos)				
Manual	7.763	8.474	10.155	10.016
Semimecánica 1	6.015	6.538	7.350	6.063
Semimecánica 2	7.000	7.242	7.491	7.722
Mecánica	7.127	7.485	7.658	6.715
Costo de aplicación por palma (Pesos)				
Manual	54	59	71	70
Semimecánica 1	42	46	51	42
Semimecánica 2	49	51	52	54
Mecánica	50	52	54	47

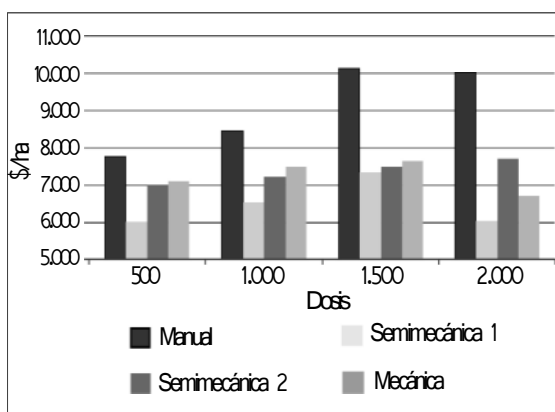


Figura 13. Costo de aplicación por hectárea según la tecnología de aplicación empleada.

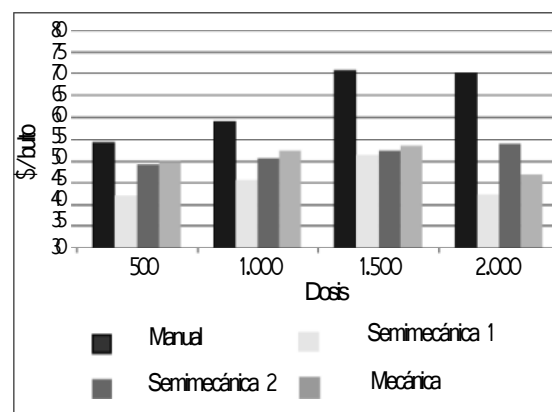


Figura 14. Costo de aplicación por palma según la tecnología de aplicación empleada.

dos planes de fertilización pertenecientes a lotes comerciales. Cabe anotar que los programas de fertilización son tomados de información real de una plantación, los mismos se presentan en la Tabla 4.

El ejercicio que se realizó en este acápite fue el de suponer que todo el fertilizante se aplicó mediante una sola tecnología en una plantación entera. Los resultados que se sintetizan en la Tabla 5, muestran que el método de disposición más económico es el semimecánico 1.

Con respecto al costo de la aplicación semimecánica 1, se realizó una estimación de las diferencias entre cada una de las metodologías (Tabla 6). Es importante resaltar de nuevo que en este trabajo, no se están

teniendo en cuenta las diferentes metodologías utilizadas por parte de cada una de las plantaciones. Sólo se están considerando aquellas que estaban siendo empleadas en el momento de llevar a cabo el estudio y se supone que las mismas son las únicas tecnologías utilizadas en la plantación, porque de esta manera es posible evaluar el efecto de la tecnología como tal.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se establecen diferencias muy importantes en términos del costo de aplicación. La mayor diferencia se precisa con respecto al método de aplicación manual para la dosis de 13,2 kilogramos por palma, en donde se alcanza una diferencia de 14 dólares por hectárea².

Tabla 4. Programas de fertilización (gramos por palma)*

Nutriente	N	N	N	P	KCl	KCl	Mg	Mg	B	B	Kesento	So4	Mezcla	Total gr.
Programa 1	1.700	1.800	1.450	690	1.200	1.290	600	830	81	81	290	860	2.300	13.172
Programa 2	1.000	1.000		1.000	750	750	900		60				1.900	7.360

* El número de veces que figura cada nutriente en la tabla, expresa el número de aplicaciones del mismo.

Tabla 5. Costo de aplicación para dos programas de fertilización

Kg/palma	Costo por palma		Costo por ha	
	7,4	13,2	7,4	13,2
Manual	478	821	68.354	117.403
Semimecánico 1	360	589	51.480	84.227
Semimecánico 2	409	669	58.487	95.667
Mecánico	409	661	58.487	94.523

Tabla 6. Diferencia en costo de aplicación con respecto a la tecnología más económica

Plan de fertilización (kg/palma)	Incremento por palma		Incremento por ha	
	7,4	13,2	7,4	13,2
Manual	118	232	16.874	33.176
Semimecánico 2	49	80	7.007	11.440
Mecánico	49	72	7.007	10.296

² La TRM utilizada para este trabajo fue de 2.300 pesos (Colombia) / 1 dólar.



Oportunidad en la aplicación de fertilizante

Es muy importante aprovechar las épocas en que las plantas absorben el fertilizante de la manera más eficiente, ya que no hacerlo implica un alto costo de oportunidad. Por tanto, era importante conocer el número de bultos que un operario, con el equipo que tiene a disposición es capaz de aplicar por día, para cada uno de los sistemas de aplicación estudiados. Nótese que no se está teniendo en cuenta el total de los operarios empleados, como en el análisis anterior, sino el rendimiento de cada operario (Tabla 7).

Dosis (g/palma)	Manual	Semi-mecánica 1	Semi-mecánica 2	Mecánica
500	7	16	16	46
1.000	14	31	32	92
1.500	22	47	48	138
2.000	29	62	63	184

La tabla anterior permite entender la conformación de los equipos de fertilización actuales. Sin embargo, se presenta un serio cuestionamiento en lo que concierne a la disponibilidad de mano de obra en las zonas palmeras. Más aún si se considera que el área sembrada ha mostrado crecimientos anuales superiores al 10%, durante el último quinquenio. Por otra parte, la presencia de los cultivos ilícitos plantea una competencia muy difícil para cultivos como la palma, pues incrementa el costo del jornal en niveles que la actividad no puede pagar. Lo anterior, hace pensar que a mediano plazo la actividad palmicultora se verá enfrentada a una situación de escasez de mano de obra.

Análisis de sensibilidad: aumento en el costo de la mano de obra

Un hipotético aumento en el costo de la mano de obra tendrá diversos efectos sobre los sistemas de fertilización analizados. Ante este esce-

nario, sería necesario tomar medidas diferentes a las que puede sugerir el estudio preliminar. Para ilustrar esta afirmación se realizó un ejercicio en el que se planteaba un aumento del 32% en el costo de la mano de obra³ (Tabla 8).

El resultado del análisis de sensibilidad al costo de la mano de obra, arroja incrementos muy marcados para las tecnologías que dependen en mayor medida de la fuerza de trabajo. Así, se presentan como las más ventajosas desde el punto de vista económico, la fertilización semimecánica 2 y la mecanizada.

Con el fin de evaluar el efecto del incremento en el valor de la mano de obra, se hizo un ejercicio sobre los planes de fertilización anteriormente expuestos, es decir, aplicación de 7,4 kilogramos de fertilizante por palma al año y de 13,2 kilogramos por palma al año.

Este ejercicio permite observar que para un plan de fertilización de 7,4 kilogramos por palma año, el aumento en el costo de fertilización, asociado a un aumento del 32% en el valor de la mano de obra, implica un incremento en el costo por hectárea que oscila entre 6.109 y 12.556 pesos, el cual favorece a la fertilización mecánica como alternativa para amortiguar el incremento del costo de la mano de obra. Para un plan de 13,2 kilogramos de fertilizante por palma al año, el rango se amplía de 10.891 a 21.665 pesos por hectárea. Es decir, que en el primer caso, la disminución del impacto en costos de fertilización por utilizar el sistema de aplicación mecanizado sería de 2,8 dólares por hectárea, mientras que para el segundo, el ahorro sería de 4,7 dólares por hectárea (Tabla 9).

Dosis (g/palma)	Escenario	Manual	Semimecánica 1	Semimecánica 2	Mecánica
500	Actual	54,3	42,9	49,3	49,8
	Incremento	62,1	52,4	57,2	54,2
1.000	Actual	59,3	46,6	51,0	52,3
	Incremento	68,6	57,2	59,4	57,5
1.500	Actual	71,0	52,2	52,7	53,6
	Incremento	84,2	64,7	61,6	60,1
2.000	Actual	76,3	57,9	54,3	57,0
	Incremento	91,1	72,2	63,8	64,6

3 Este valor se tomó como referencia, debido a que en la Zona Occidental se incrementó el costo del jornal en este porcentaje y una de las razones que impulsó ese comportamiento fue la de la menor disponibilidad de mano de obra debido a la competencia ejercida por los cultivos ilícitos.

Tabla 9. Incremento en el costo de fertilización para planes de fertilización (pesos)

Plan de fertilización (kg/palma)	Incremento por palma		Incremento por ha	
	7,4	13,2	7,4	13,2
Manual	79	145	11.256	20.697
Semimecánico 1	88	152	12.556	21.665
Semimecánico 2	68	113	9.704	16.106
Mecánico	48	76	6.109	10.891

CONCLUSIONES

En este estudio se documentaron cuatro sistemas de aplicación de fertilizante químico. Esto representa un avance en lo que se refiere al conocimiento de esta labor en Colombia. A pesar de no ser muy intensiva en mano de obra, el hecho de tratarse de la aplicación de los insumos más costosos de la agroindustria, hace que las faenas relacionadas con ésta, ocupen un lugar muy importante entre los factores que han de tenerse en cuenta, si lo que se busca es disminuir los costos de producción de la agroindustria.

Los sistemas de aplicación estudiados en las plantaciones visitadas, arrojan costos de aplicación disímiles, incluso llegando a encontrarse diferencias superiores a los 33.000 pesos por hectárea; equivalentes a 14 dólares, entre la metodología más económica (semimecánica 1) y la más costosa (manual).

Sin embargo, al realizar un análisis de sensibilidad del costo de aplicación con respecto al costo de la mano de obra, se llega a la conclusión de que la tecnología más recomendable resulta ser la mecanizada. Esta conclusión se apoya en el hecho de que la tendencia creciente del área sembrada en palma de aceite, seguramente redundará en una profundización sobre la problemática de escasez de mano de obra para la agroindustria.

Asimismo, si se comprueba que la oportunidad en la aplicación de fertilizante realizada con voleadora y la mayor uniformidad de la misma, redundan en mejor absorción de nutrientes por parte de la palma, debe considerarse seriamente la necesidad de mecanizar esta labor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Fondo de Fomento Palmero y al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas (Colciencias). De igual modo, a los ingenieros Manoloín Ávila, Amadeo Rodríguez, Juliana Betancourt, Óscar Mario Bastidas, Libardo Santacruz, Luis Sapuyes, a los supervisores y a los demás operarios de las plantaciones visitadas, con quienes se tuvo contacto en el marco del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Caliman, JP, *et al.* 2002. Aerial fertilization of oil palm. *Palmas* (Colombia) 24 (3): 10-14.
- Dsouza, J. 2000. Mechanisation – Its impact on productivity levels in the oil palm. *The Planter*. Kuala Lumpur. 76 (893): 471-479.
- Fook, L. 2000. *Mechanical fertilizer spreaders for oil palm conditions – Types and cost with emphasis on the Turbo spin air assisted fertilizer*.
- Goh, K; Härdter, R. 2003. *Oil palm Management for large resistance yield*.
- Jelani, A; Hitam, H; Jamak, J. 2001. *Spreader for young palm*. MPOB TT. (Malasia). 109.
- Leng, T. 1999. Mechanization in oil palm plantation: Some practical considerations, *The Planter*. Kuala Lumpur. 75 (878): 233-243.
- Munévar, F. 1998. Problemática de los suelos cultivados con palma de aceite en Colombia. Memorias XII Conferencia internacional sobre palma de aceite. Fedepalma. Bogotá DC: 218-228.
- Nazeeb, M. 1997. Agronomic practices to remain competitive in the oil palm industry. *The Planter*. 73 (859). Kuala Lumpur (Malasia): 533-553.
- Niebel, B; Freivalds, A. 2004. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. Alfa Omega. 2a ed. Ciudad de México (México).
- Rengasamy, S. 2000. Mechanization in the oil palm plantation: problem and practices. *The Planter*. 76 (893): 495-507. Kuala Lumpur.
- Tank, MK; Nazeeb, M; Loong, SG. An insight into fertilizer types and application methods in Malaysian oil palm plantation. *The Planter*. Kuala Lumpur. 75 (876): 115-137.
- Turner, PD; Gillbanks, RA. 2003. *Oil palm cultivation and management*. 2ª ed. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur (Malasia).
- Weng, C; Tamizi, A; Omar, W. 2001. Advances in fertilizer management in the oil palm industry. *Palmas*. (Colombia). 22 (3): 41-49.