Aplicación de fertilizantes en palma de aceite

Fertilizer Application in Oil Palm

Autores

Oscar Alberto Alfonso Carvajal
Programa de Agronomía. Centro de investigación en palma de aceite, Cenipalma

Jorge Stemver Torres Aguas
Programa de Agronomía. Centro de investigación en palma de aceite, Cenipalma

Palabras CLAVE

Fertilización, aplicación, distribución, uniformidad, rendimiento.

Fertilization, application, distribution, yield.

Recibido: mayo 6 de 2013
Aprobado: julio 21 de 2013

Resumen

La fertilización de la palma de aceite está asociada con el uso de equipos y formas de aplicación que buscan distribuir uniformemente los fertilizantes en el campo. La forma de aplicación repercute tanto en la eficiencia de la aplicación como en la toma de los nutrimentos por la planta. El presente trabajo se realizó en las plantaciones Guaicaramo S.A en Barranca de Upía y en Unipalma de los Llanos S.A., en los municipios de Cumaral, Meta, y Paratebueno, Cundinamarca. Se evaluaron tres sistemas de aplicación: 1) búfalos tirando carretas de 300kg de capacidad cargadas con bultos de 50kg; 2) esparcidora de alce hidráulico de 600kg de capacidad y bultos de 50kg; 3) esparcidora de tiro con capacidad de 2.000kg cargada con *big bags* de 1.000kg. En los tratamientos 2 y 3, las esparcidoras fueron jaladas por tractores de 100 hp. Se obtuvieron rendimientos operativos de 9 ha/día cuando se usaron los búfalos, 49 ha/día con la esparcidora de alce hidráulico y 95 ha/día con la esparcidora de tiro cargada con *big bags* de 1.000 kg. Los rendimientos de los sistemas evaluados fueron afectados por las condiciones de los campos al momento de la aplicación tales como: número de palmas por línea de cultivo, capacidad de carga de fertilizante del equipo, velocidad de operación del equipo, tiempo de giros en los extremos de los lotes y por el tiempo neto de operación. La esparcidora de tiro presentó los mayores rendimientos (95 ha/día) y la mejor distribución espacial de los fertilizantes. La mayor proporción de los fertilizantes fueron colocados cerca de las líneas de palma y hacia la calle de palera.

Abstract

Fertilizer broadcast application in oil palm plantations is in general associated with the use of machinery to uniformly distribute them over the soil surface. The fertilizer application method has a direct effect on the distribution efficiency and therefore on the palm nutrient uptake. The present work was conducted at the Guaicaramo oil palm plantation located at Barranca de Upía and Unipalma plantation in Cumaral, Meta, and Paratebueno, Cundinamarca. Three broadcast methods of application were evaluated: 1) buffalo carts of 300kg loading capacity, loaded using 50kg fertilizer bags; 2) fertilizer broadcast box of 600 kg, loaded using 50kg fertilizer bags and 3) fertilizer broadcast box of 2.000 kg, loaded using big bags of 1 ton carrying capacity. When the buffalos were used 9 ha/day were applied, whilst 49 ha/day were applied with the 600kg fertilizer box. The 2 ton fertilizer box covered 95 ha/day which is very attractive because the area covered and good spatial distribution with a great proportion of the fertilizers being applied nearby the palm lines and within the non-traffic strips.

Introducción

Dentro de las oleaginosas, el cultivo de la palma de aceite muestra el rendimiento más alto de aceite por hectárea (Fedepalma, 2006). La palma presenta una alta demanda de nutrimentos para suplir la alta producción de racimos durante su vida productiva. Dependiendo del material de siembra se pueden tener entre 116 y 128 palmas/ha para híbridos interespecíficos *OxG,* y 143 palmas/ha de *Elaeis guineensis* (Amézquita, Santacruz & Zambrano, 2009 y Santacruz & Zambrano, 2009). Actualmente, la fertilización resulta ser uno de los costos variables más altos (30,6%) y dentro de los costos totales (15,6%) (Fedepalma 2010), como consecuencia del alto costo de los fertilizantes y por los bajos rendimientos de los sistemas de aplicación usados actualmente. A lo anterior, se le suma el efecto del cambio climático que ha disminuido la oportunidad temporal para la aplicación de los fertilizantes. Según Costa (2007), la intensidad de la precipitación en Colombia ha aumentado significativamente en el occidente del país, así como en las zonas más secas.

En Colombia, los sistemas más usados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de la palma de aceite son: manual al boleo, manual al boleo con búfalos para tirar las carretas y mecánicos (pendular, disco y doble disco) (Figuras 1, 2 y 3). Cada sistema involucra diferentes uniformidades de distribución, rendimientos y requerimientos de mano de obra con mayores demandas de jornales en los sistemas manuales y manuales asistidos; los cuales afectan la eficiencia del sistema principalmente por su baja capacidad y velocidad de operación (Alfonso *et al.,* 2009).

Figura 1. Sistema manual al boleo con búfalos.

Figura 2. Sistema mecánico con esparcidor de alce.

Figura 3. Sistema mecánico con esparcidor de tiro.

Otros sistemas de aplicación en países como Malasia son el aéreo, fertiirrigación y mecánico, donde se hace énfasis al sistema de fertilización incorporado, pendular u oscilatorio, centrífugo y centrífugo neumático (sistema diseñado exclusivamente para palma de aceite). En este último, básicamente todo el fertilizante es aplicado en la zona de la palera o en calle de no tráfico, tal como se presenta en la Figura 4. Chin, 2000, hace énfasis en la distribución lograda con los diferentes sistemas.

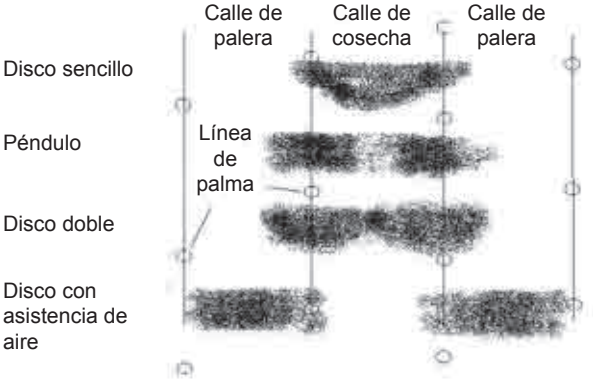


Figura 4. Aplicación simulada con varios tipos de máquinas (Chin, 2000).

De igual forma, se menciona la distribución espacio-temporal de los nutrimentos, dependiendo del tamaño de los gránulos, encontrándose que a menores tamaños se obtiene una menor franja de cobertura, caso contrario con los gránulos grandes que por su tamaño pueden alcanzar mayores distancias, lograr mejores distribuciones y mayor ancho operativo. El uso de fertilizantes con gránulos de diferentes tamaños está ocasionando una gran variación en la uniformidad de la distribución de los nutrimentos aplicados (Cerqueira, Otto, Vitti, Quintino, Altran & Ikeda, 2010).

En este artículo se describen algunas de las características de los equipos usados en la Zona Oriental de Colombia para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de la palma de aceite. Se midieron los rendimientos potenciales, su distribución en el campo y las principales características operativas en palma adulta.

Metodología

Se realizó el seguimiento a los diferentes sistemas de aplicación, para ello se tuvieron en cuenta características asociadas con el cultivo como: distancia, densidad de siembra y número de palmas por línea. Se determinaron variables operativas de importancia para los sistemas de aplicación como: velocidad de operación, tiempo incurrido en giros, tiempo de operación neto y eficiencia en función de la dosis aplicada con cada sistema. De igual forma, se evaluó la uniformidad de distribución del fertilizante en el campo. Esta actividad se realizó mediante muestras recolectadas en el campo. En la Figura 5, se observa la forma cómo se distribuyeron las cajas de recolección de 38 cm x 28 cm de área con una altura de 14cm. La zona de recolección seleccionada correspondió a una calle de cosecha y dos medias calles de palera equivalentes a una franja de 15,6 m.

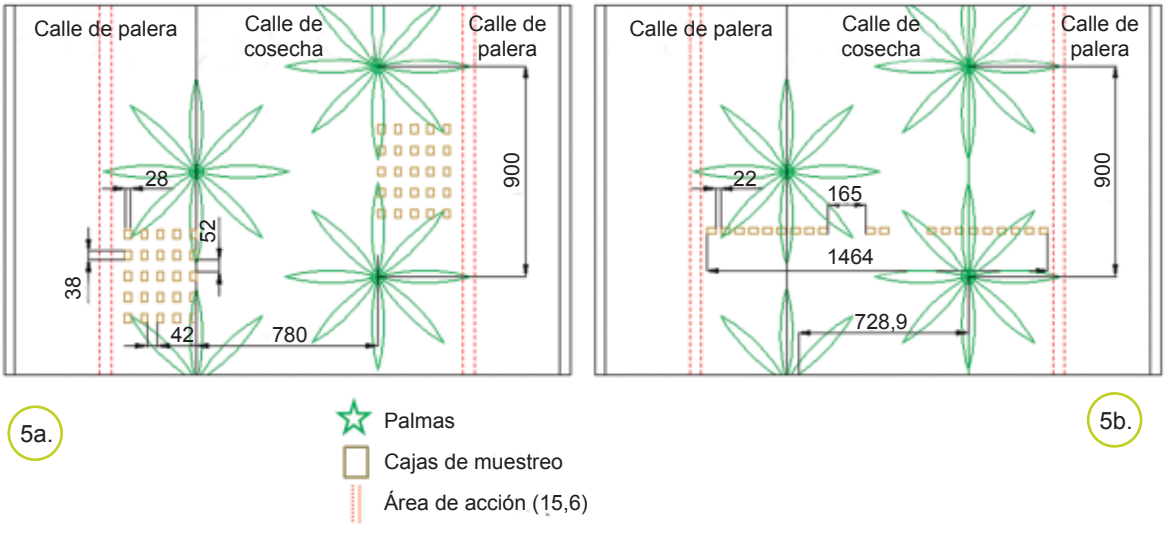


Figura 5. Distribución de las cajas de recolección de los fertilizantes para los diferentes sistemas de aplicación.

Resultados y discusión

Previamente a la distribución de los fertilizantes en el campo se debe decidir sobre la viabilidad de la aplicación, a partir de las condiciones climáticas y del contenido de humedad del suelo. Independientemente del sistema de aplicación seleccionado, el equipo cargado con fertilizantes se debe desplazar por las calles de cosecha en forma de U, es decir entrando por una calle de cosecha y saliendo por la siguiente calle de cosecha (Figura 6), este movimiento se repite hasta terminar con el fertilizante cargado en el equipo.

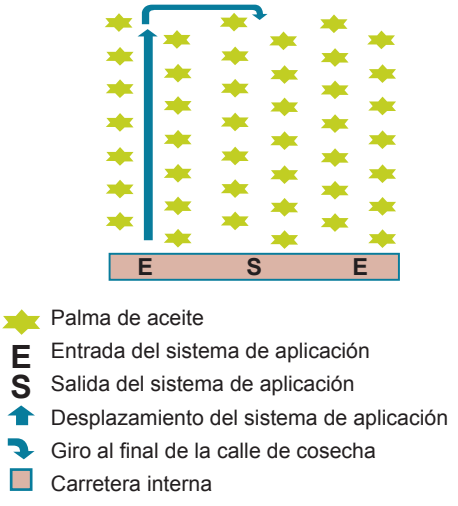


Figura 6. Movimiento del sistema de aplicación de fertilizantes.

Rendimiento de la aplicación (ha/día)

La aplicación de los fertilizantes se hace en función de las siguientes condiciones del cultivo: distancia de siembra, densidad de siembra, número de palmas por línea. Se deben considerar las características operativas de los diferentes sistemas: velocidad de operación, tiempo de giros, tiempo neto de operación y eficiencia de cada sistema para aplicar una dosis de fertilizante. Para aplicar una dosis de 1,4 kg/palma, el mayor rendimiento (95 ha/día) se obtuvo para la siembra en triángulo de 9 x 9 m, con 25 palmas por línea de siembra. Este rendimiento de 95 ha/día es 32% menor al reportado por Fairhurst *et al.,* 2012, quienes obtuvieron 140 ha/día cuando aplicaron una dosis de 1,5 kg/palma. Sin embargo, los autores no mencionan las características del equipo utilizado ni las del lote. En las Tablas 1 y 2 se observan las características del cultivo y operativas obtenidas mediante la determinación de tiempos y movimientos para cada sistema de aplicación evaluado.

Tabla 1. Características asociadas al cultivo.

	Elaeis guineensis	**Híbrido interespecífico *OxG* alto oleico**	
Distancia de siembra	9m x 9m al tres bolillo	9,5m x 9,5m al tres bolillo	10m x 10m al tres bolillo
Densidad de siembra	143 palmas/ha	128 palmas/ha	116 palmas/ha
Número de palmas por línea	Depende del diseño y disposición de los lotes		

Tabla 2. Características operativas de los sistemas evaluados.

	Bultos de 50kg - búfalos y carretas con capacidad de 300 kg		**Bultos de 50kg - esparcidora de alce con capacidad de 600 kg**		***Big bag* de 1000kg - esparcidora de tiro con capacidad de 2.000 kg**	
	Promedio	**Desviación estándar**	**Promedio**	**Desviación estándar**	**Promedio**	**Desviación estándar**
Velocidad de operación (m/s)	0,5	0,02	2,4	0,03	3,3	0,15
Tiempo en giros (s)	21	4,2	16	0,9	7	0,7
Tiempo de operación neto (h)	5,7		6,1		7,1	
Eficiencia de aplicación (%)	60	0,1	70	0,04	80	0,03
Número de observaciones	40		44		50	

Se puede observar que la mayor velocidad de operación fue obtenida con los sistemas de aplicación mecánica y oscilan entre 2,4 y 3,3 m/s, que son entre 5 y 8 veces mayores que con los búfalos (0,5 m/s) y guardan una relación inversa con el tiempo de giros en los extremos del lote que se reducen de 21 segundos, en el caso de los búfalos; a 16 segundos, con la esparci-

dora de alce hidráulico; y a 7 segundos, en el caso de la esparcidora (Tabla 2).

El rendimiento potencial de la aplicación involucra las diferentes características asociadas al cultivo y operativas de cada sistema. Los sistemas de aplicación se afectan por lotes con geometría irregular, por la presencia de líneas con pocas palmas (<10), presencia de lotes con acceso restringido (una sola entrada y salida) afectándose los desplazamientos, ocurrencia de tiempos muertos frecuentes para cargar y descargar. En la Tabla 3 se observa que el sistema *big bag* de 1.000kg y esparcidora de tiro con capacidad de 2.000kg mostró mayor eficiencia de aplicación con 95 ha/día cuando se tuvieron 25 palmas por línea; lo cual se puede explicar por el mayor tiempo de permanencia de los equipos en la calle aplicando fertilizante. Algo similar ocurre con los tiempos de cargue y descargue que al usar las *big bag* se disminuyen aumentando el tiempo neto de operación. La presencia de líneas con pocas palmas y/o lotes de forma irregular inciden directamente en el rendimiento potencial del equipo y afectan la eficiencia de la aplicación. Al pasar de cinco a 15 o 25 palmas por línea se observa que el tiempo de aplicación con búfalos se incrementa entre 12 y 14%; para el sistema de esparcidora de alce, entre 31 y 37%; y para el sistema esparcidora de tiro, entre 23 y 27%. Al disminuir la densidad de palma por hectárea se nota un incremento en el rendimiento de los equipos.

Tabla 3. Rendimiento neto (ha/día) en función de la densidad de siembra y del número de palma por línea.

Distancia entre siembra	Sistema de aplicación	Líneas de 5 palmas	Líneas de 15 palmas	líneas de 25 palmas
9 x 9 m	Búfalos	7,8	8,9	9,1
	Esparcidora de alce	30,9	44,6	49,0
	Esparcidora de tiro	69,3	89,5	95,1
9,5 x 9,5 m	Búfalos	8,3	9,4	9,7
	Esparcidora de alce	33,6	47,8	52,2
	Esparcidora de tiro	74,7	95,5	101,1
10 x 10 m	Búfalos	8,8	9,9	10,2
	Esparcidora de alce	36,0	50,6	55,1
	Esparcidora de tiro	79,6	100,8	106,5

Distribución del fertilizante en el campo

En los tres sistemas de aplicación evaluados se definió primero la dosis a aplicar a partir de los análisis de suelos, muestras foliares y la cantidad de nutrimentos extraídos con la cosecha. Una vez establecida la dosis, se calibraron los equipos. En el caso del sistema bultos de 50kg + carreta de búfalos con capacidad de 300 kg; antes de entrar al lote a aplicar el fertilizante, se taró un recipiente de manera volumétrica para aplicar el fertilizante requerido. El operario se desplazó por las calles de cosecha realizando la aplicación al boleo en las interlíneas, es decir, entre palmas de una misma línea.

En los sistemas bultos de 50kg + esparcidora de alce con capacidad de 600kg y *big bags*

de 1.000kg + esparcidora de tiro con capacidad de 2.000kg fue necesario realizar una calibración previa del equipo en el campo; se midió la velocidad de operación para tener en cuenta la condición del terreno, tipo de suelo y abertura de la compuerta que regula la tasa de aplicación de fertilizante por palma. Con estos equipos, la aplicación se realizó desde la calle de cosecha y el ancho operativo de cada equipo ayudó a cubrir parte de las calles de palera o no tráfico. En las Figuras 7, 8 y 9 se observan las distribuciones obtenidas de los fertilizantes en función de los sistemas de aplicación. Los colores rojo, naranja, verde y amarillo representan una mayor cantidad de producto aplicado; y los colores azul y morado muestran los sitios de menor cantidad de fertilizante aplicado. También se aprecia que los tres sistemas de aplicación presentan distribuciones espaciales completamente diferentes y esto incide en la eficiencia del fertilizante aplicado.

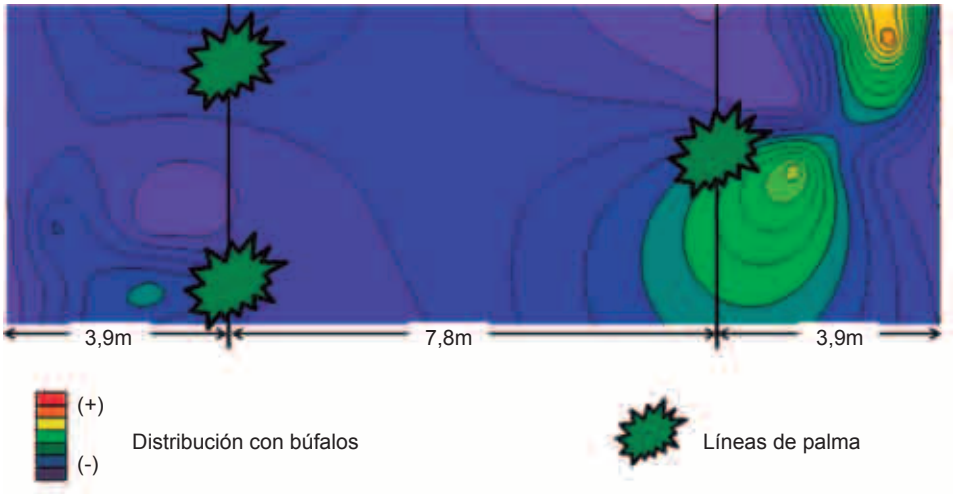


Figura 7. Distribución del fertilizante en campo con el sistema búfalos.

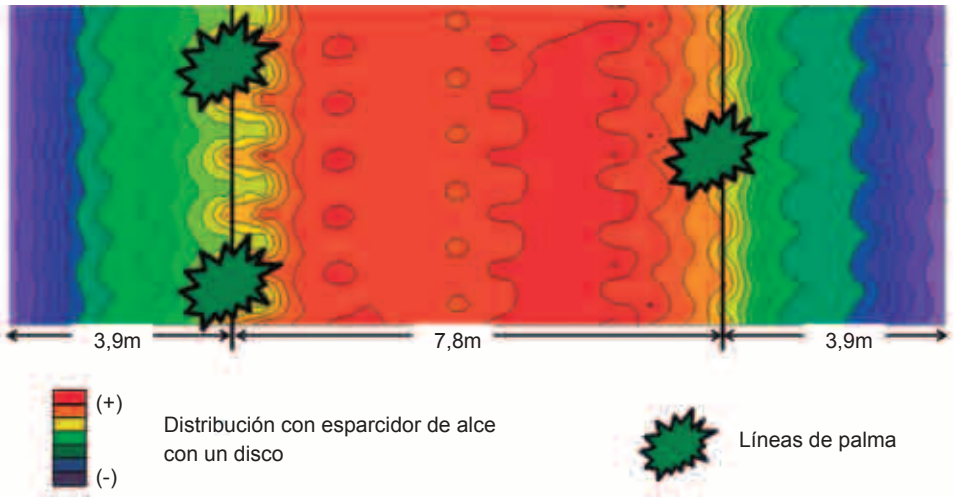


Figura 8. Distribución del fertilizante en campo con esparcidora de alce con un plato.

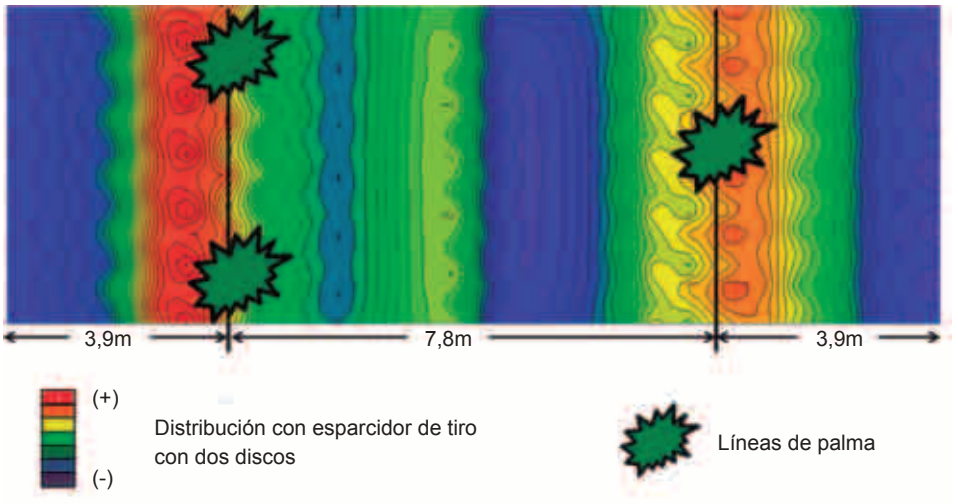


Figura 9. Distribución del fertilizante en campo con esparcidora de tiro con dos platos.

Conclusiones

En la medida en que se tengan lotes con geometría regular y con calles aptas para el tráfico de los equipos, con entradas en todas las calles de cosecha, sin canales que dificulten el movimiento continuo de la maquinaria; así como equipos en buenas condiciones mecánicas, se tendrán altos rendimientos operativos y con altas eficiencias de aplicación.

Con el sistema que usa bultos de 50kg y búfalos con carretas de 300kg se logra una distribución puntual de los fertilizantes, que se concentran en el sitio hacia donde el obrero dirige la aplicación. La aplicación se concentra en las interlíneas y finalmente el rendimiento es de 9 ha/día y la eficiencia de la aplicación es baja (60%).

La distribución de los fertilizantes resulta mejor con el sistema que usa bultos de 50kg y esparcidora de alce con capacidad de 600 kg. Sin embargo, también existe una aplicación concentrada del fertilizante en la parte central de la calle de cosecha, que va disminuyendo hacia las calles de no tráfico. En la calle de tráfico las condiciones físicas del suelo no son las más favorables para la aplicación de los fertilizantes. El rendimiento con las esparcidoras es 81% mayor al obtenido con los búfalos (49 ha/día) y la eficiencia de aplicación oscila entre 70 y 80%.

El sistema con *big bag* de 1.000kg y esparcidora de tiro con capacidad de 2.000kg resulta en una mejor distribución espacial del fertilizante, se observa mayor colocación entre y a lo largo de las líneas de palma que va disminuyendo de manera gradual hacia las calles de cosecha. En este caso el fertilizante es colocado en el lugar apropiado y, de hecho, lo convierte en el mejor sistema para su aplicación. El rendimiento con las esparcidoras mecánicas supera entre 5 y 10 veces al sistema de aplicación con búfalos que sólo alcanza entre 8 y 10 ha/día. En años húmedos con presencia del Fenómeno de la Niña se debe incrementar el uso de las esparcidoras mecánicas de dos discos para lograr las metas de fertilización dentro de un periodo de tiempo más corto.

Agradecimientos

Los autores manifiestan sus agradecimientos a las plantaciones Unipalma de los Llanos y Guaicaramo S.A por el apoyo permanente durante las evaluaciones, especialmente a los Ingenieros Blanca Lilia Romero y Libardo Santacruz; de igual forma, a Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero por el apoyo económico de la propuesta.

Bibliografía

Alfonso, O., Botero, R., & Romero, H. 2009. Diagnóstico de la mecanización del cultivo de palma de aceite en Colombia. Revista Palmas, 30(4), 9-19.

Amézquita, M.; Santacruz, L.; Zambrano, J. Manejo comercial de híbridos (*Elaeis Oleifera* x *Elaeis guineensis*) en la Zona Oriental. Sistematización de trabajos presentados en la Reunión Técnica Nacional sobre Palma de Aceite 2001-2008. Cenipalma 2009.

Cerqueira, P.; Otto, R.; Vitti, G.; Quintino, T.; Altran, W.; Ikeda, R. 2010. Optimización de la aplicación de enmiendas y fertilizantes. Informaciones agronómicas. IPNI. Número 78. P 1-15.

Chin, L. 2000. Mechanical Fertiliser Spreaders for Oil Palm Conditions - *Types and costs with emphasis on the TURBO-SPIN air-assisted fertiliser spreader.* Emdek, Malaysia. P 1-16.

Fairhurst, T.; Hardter, R. 2012. Palma de aceite: manejo para rendimientos altos y sostenibles. IPNI-IPI. Pág. 26.

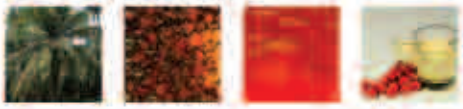
Fedepalma. Actualización de los costos de producción del aceite de palma. Documento interno 2010.

Fedepalma. 2006. La agroindustria de la palma de aceite en Colombia. P 1-33.

Costa, C. 2007. La adaptación al cambio climático en Colombia. Revista de ingeniería. Número 26. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. P 74-80.

Santacruz, L.; Zambrano, J. Manejo comercial de híbridos (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) en dos plantaciones de la Zona Oriental. Sistematización de trabajos presentados en la Reunión Técnica Nacional sobre Palma de Aceite 2001-2008. Cenipalma 2009.

"FEDEPALMA expresamente advierte a todos los usuarios, miembros, consultantes, y demás terceros interesados, que los informes que adelanta o resultados que socializa, exposiciones, presentaciones, conferencias, documentos; así como en general la información que difunde como consecuencia de los estudios, inferencias y demás análisis realizados al interior de la misma o contratados por ella, -sin perder su rigor y profundidad profesional-, sólo tienen carácter informativo, de consulta, de difusión y de referencia estadística, académica o consultiva; puesto que en ningún caso constituyen axiomas para su estricta observancia, ya que en el mejor de los casos podrían interpretarse como simples consejos o recopilaciones de experiencias analizadas, para que sean estudiadas, utilizadas, o aplicadas por quienes acceden a ellas de acuerdo con su propio criterio, bajo su exclusiva responsabilidad, según su leal saber y entender; ya que cada situación resulta única y particular, y requiere de tratamientos o soluciones específicas que escapan de la competencia de FEDEPALMA. Por tanto, se trata de socializaciones según el estado actual de la técnica y de los avances científicos idóneamente realizados, que han sido valorados por esta última hasta ese momento; sin tener en cuenta escenarios concretos detallados, ni casos particulares".



AGRO BROKERS C.I

Respaldo internacional para el campo

www.agrobrokers.com.co

GARANTÍA ES QUE EL TRABAJO DE LOS MEJORES
respalde la calidad y protección de su cultivo de palma

Por eso **Agrobrokers y Disan**
ahora unen su línea de fertilizantes,
para entregar el doble de bienestar.

COMPLEJOS QUÍMICOS Y COMPUESTOS MEZCLADOS

- DISAN INICIO
- DISAN LLENADO

- NPK 27-6-6-2(S)
- TRIPLE 16
- NPK 15-4-23-4
- NPK 13-5-27-6
- TRIPLE 18

ESPECIALIDADES AGROBROKERS

- Patentkali®
- Korn-Kali®
- Korn-Kali® + B
- KAFON
- SOLUFOS 44

SEMILLAS DE COBERTURA

- KUDZÚ (Pueraria Phaseoloides)
- MUCUNA (Mucuna Bracteata)
- CENTROSEMA (Centrosema Macrocarpum)
- DESMODIUM (Ovalifolium/Maquenque)
- CANAVALIA (Ensiformis)
- MANÍ FORRAJERO (Arachis Pintoi)
- CROTALARIA (Juncea/Spectabilis)
- INOCULANTE PARA LEGUMINOSAS

ENMIENDAS Y CORRECTORES DE SUELO

- ROCA FOSFÓRICA
  28% - 26% Malla 100/200
- CAL DOLOMITA MgCO3 34-37 Malla 100/200
- DOLOMITA CALCINADA
- SULFATO DE CALCIO
  Yeso agrícola
- ALTIPALM
  9% P2O5 - 38% CaO - 12% MgO - 5% s - 4% SiO2
- ALTIPALM PLUS
  8% P205 - 35% CaO -10% MgO - 4% S - 10% SiO2
- CALFOMAG - S
  3% P2O5 - 26% CaO - 12 % MgO -5% S - 12% SiO2
- ZUCALMAG - P
  7% P2O5 -18% CaO - 10% MgO - 8% S - 30% SIO2
- ESTRUCTURAL
  10% P_2O_5 - 30% CaO - 10% MgO

FERTILIZANTES

- UREA
- UREA DE LENTA LIBERACIÓN
- SULFATO DE AMONIO SAM
- FOSFATO DIAMÓNICO DAP
- FOSFATO MONOAMÓNICO MAP
- CLORURO DE POTASIO GRANULAR
- SULFATO DE POTASIO
- ESTA Kieserita®
- BÓRAX 48%
- ÁCIDO BÓRICO
- SULFATO DE ZINC
- AZUFRE

DISAN agro
NUTRICIÓN EFICIENTE

Av. El Dorado N.° 68C-61 Oficina 432-1 Torre Central Davivienda
PBX: 744 0319 - **FAX:** 744 0369 **Mail:** servicio.cliente@agrobrokers.com.co