

EFFECTO DE LAS APLICACIONES FRACCIONADAS

del fertilizante compuesto sobre la producción y niveles
nutricionales de la palma de aceite en la plantación
Palmas del Casanare

EFFECT OF SPLIT APPLICATION

of Compound Fertilizer in Oil Palm Production
and Nutritional Levels, in Palmas del Casanare

AUTORES



Miguel Guzmán Fajardo

I. A. Director Agroindustrial Unidad
Palma Casa Luker S.A
mguzman@casaluker.com.co

Juliana Betancourt Osorio

I. A. Departamento Investigación y
Desarrollo Unidad Palma
Casa Luker S.A
jbetancour@casaluker.com.co

Palabras CLAVE

Palma de aceite, fertilización,
nutrición vegetal.

Oil palm, fertilization,
plant nutrition.

RESUMEN

Se realizó un ensayo para evaluar el efecto del fraccionamiento del fertilizante compuesto 13-6-23-4-3 sobre la producción, concentración de elementos a nivel foliar - suelos y la relación costo de aplicación/incremento relativo de la producción. Los tratamientos consistieron en el fraccionamiento de la misma dosis en 2, 3, 4 y 5 aplicaciones/año; se trataron 255 hectáreas correspondientes al material Papua siembra 1987. Se observó que la mayor ganancia relativa en la producción del año 2003 a 2005 se obtuvo cuando la dosis de fertilizante se aplicó entre 3 y 5, obteniéndose respuestas en los lotes con más baja producción; por viabilidad económica es suficiente un fraccionamiento de 3 aplicaciones de fertilizante compuesto/año. La concentración de N foliar respondió a la aplicación de 5 dosis del fertilizante/año; a nivel foliar un adecuado balance entre las bases se correlacionó significativamente con la respuesta al fraccionamiento de la dosis fertilizante. De acuerdo con la relación costo/beneficio, la aplicación de fertilizante compuesto en tres dosis es nutricionalmente y productivamente viable.

SUMMARY

A test was conducted to evaluate the effect of fractionation of compound fertilizer 13-6-23-4-3 on production, concentration of elements in leaves-soils, and the cost of application/relative production increase ratio. Treatments consisted of fractionating the same dose in 2, 3, 4 and 5 applications/year; 255 ha of Papua material planted in 1987 were treated. It was observed that the greatest relative gain in production from 2003 to 2005 was obtained when the fertilizer dose was applied between 3 and 5, getting responses in the lots with the lowest production. Because of financial feasibility, a fractionation of 3 applications of compound fertilizer/year suffices. The concentration of leaf N responded to the 5 doses of fertilizer/year application; in the leaves a proper balance between the bases was correlated significantly with the response to the fractionation of the fertilizer dose. According to the cost/benefit ration, the application of compound fertilizer in three doses is nutritionally and productively feasible.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura tecnificada, la fertilización constituye un factor vital de manejo encaminado a obtener una adecuada nutrición del cultivo como fundamento para alcanzar la máxima producción por unidad de superficie. Sin embargo, el alcance que se busca con la fertilización sobrepasa largamente la simple adquisición de altos rendimientos (Guerrero, 1991).

El análisis técnico de la utilización y aplicación de los fertilizantes no necesariamente implica un incremento en la cantidad de los mismos, sino su uso racional, lo cual se logra con un conocimiento claro de dosis, épocas, fuentes a aplicar, secuencia de aplicación, características fisicoquímicas de los suelos, niveles foliares de cada elemento y producciones de fruto, entre otros (Gómez, 2006).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La aplicación de fertilizantes en la palma de aceite ocupa casi el 30% de los costos de mantenimiento y es ciertamente un factor clave que determina el nivel de rendimiento. Sin embargo, varias prácticas agronómicas influyen sobre el potencial de respuesta de las palmas a la aplicación de los mismos, como material de siembra, selección en vivero, uso de técnicas de preparación de los suelos, aprovechamiento de materia orgánica, etc. De igual manera, el aprovechamiento de los fertilizantes se ve comprometido en condiciones de alta competencia de malezas, suelos mal drenados, y con otros impedimentos para el desarrollo radical.

En general, las cantidades de fertilizante que deben aplicarse por palma aumentan con la edad y con el incremento en la producción. Una buena nutrición es clave para garantizar la máxima producción potencial. Ng y Tamboo (1967), citado por Mutert, (1998).

En la actualidad, la eficiencia en la aplicación de fertilizantes es muy baja; se pierde una gran proporción de los nutrimentos que se aplican en la fertilización edáfica (70% de N, 90% de P, 40% de K), asunto que constituye un problema agronómico y económico de gravedad que no ha sido resuelto. Los esfuerzos de la investigación, la técnica y la práctica del abona-

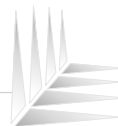
miento, deben seguir encaminados a la búsqueda y obtención de una mayor eficacia del mismo a fin de obtener producciones sostenibles. Para alcanzar este objetivo, se considera obligatorio tomar en cuenta factores adicionales distintos a la sola consideración de las pérdidas de nutrimentos en el suelo (lixiviación, volatilización, fijación, etc.), tales como condición físico- químicas de los suelos y manejo del agua (Guerrero, 1991).

De acuerdo con varias experiencias realizadas en cultivos semestrales como arroz y sorgo, el fraccionamiento en la dosis de los fertilizantes, especialmente los nitrogenados inciden de manera significativa en el rendimiento y disminuye el porcentaje de pérdida de este elemento por volatilización y lixiviación. Así mismo experimentos realizados por Angulo (1996), en caña de azúcar, demostraron que dos aplicaciones de la fuente de N incrementó la producción respecto a una sola aplicación.

En cultivos perennes como los cítricos, el abonado con alto fraccionamiento está especialmente indicado para terrenos arenosos y con escasa profundidad donde las pérdidas de nitrógeno por lixiviación son normalmente elevadas; a diferencia de la fertilización fosfatada y potásica, en la que predomina el mantenimiento de la fertilidad del suelo, la fertilización nitrogenada debe adaptarse en todos sus aspectos al desarrollo del cultivo. La movilidad del nitrógeno en el suelo debido a la escasa retención en el mismo, con el consiguiente riesgo de lixiviación, hacen que sea necesario realizar un fraccionamiento de dicho nutriente. El fraccionamiento favorece, el rendimiento del cultivo poniendo a su disposición el nutriente cuando más lo necesita con el consiguiente beneficio económico. Protege las aguas subterráneas contra el exceso de nitrógeno, pues permite revisar los objetivos de rendimiento en función de la evolución del cultivo y de las condiciones climatológicas, y en su caso ajustar la dosis total de dicho nutriente. (Cape, 1996).

Experimentos realizados por García (2001) en algodón mostraron que fraccionar las dosis de potasio y nitrógeno en postemergencia y antes de floración incrementó la producción del mismo de 200 a 400 Kg/ha de algodón semilla.

En el caso de la palma de aceite, en trabajos realizados por Chinchilla (1997), no encontró diferencias



significativas en los niveles de otros elementos como K y P que se pudieran atribuir al uso del N en varias aplicaciones. Tampoco se observó un efecto sobre las fluctuaciones del N foliar de acuerdo con la cantidad de veces que se aplicó este elemento y mas bien las variaciones coincidieron con los factores climáticos y la humedad del suelo, reportándose los valores más altos para las épocas de invierno. Otras referencias y trabajos llevados a cabo en plantaciones de la Zona Oriental reportaron que especialmente que el N y K tienen incrementos rápidos y de muy poca duración respecto a la aplicación de fertilizante, y que las concentraciones de estos elementos tienen alta relación con la precipitación.

Debido a la importancia de maximizar la aplicación de fertilizantes a fin de obtener producciones sostenibles, es prioritario establecer técnicas de manejo en la aplicación de los mismos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto sobre la producción y niveles nutricionales de la palma de aceite al fraccionamiento del fertilizante compuesto.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento y respuesta de la producción al fraccionamiento del fertilizante compuesto.
- Evaluar el efecto sobre las concentraciones foliares de N, P, K Ca, Mg, de la aplicación fraccionada del fertilizante compuesto.
- Determinar el efecto en la concentración edáfica de pH, P, K Ca, Mg a la aplicación fraccionada del fertilizante compuesto.
- Determinar la relación costo/beneficio del fraccionamiento del fertilizante compuesto.

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

Marco geográfico

El experimento se llevó a cabo en la Plantación Palmas del Casanare, ubicada en el municipio de Villanueva, Casanare, a los 04°33'20 N y 72°52'57" E; 260 msnm

y temperatura promedio de 27°C, precipitación 2400 mm/año, suelos de orden Inceptisoles, drenaje natural deficiente, texturas franco arcillosa.

Materiales de campo

Fertilizante compuesto 13-4-23-4-3, equipo fertilizador (zorrillo, búfalos, medidas dosificadoras, personal de campo), supervisores de campo, evaluadores de calidad de aplicación del fertilizante, formatos control de calidad, formato de lectura de cosecha, barrenos, bolsas, plásticas, baldes, cinta, esferos, lápices.

Materiales de laboratorio

Análisis de suelos y foliares.

Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en 235 hectáreas correspondientes al material Papua siembra 1987. Se utilizó el DCA (Diseño Completamente al Azar) de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se inició en enero de 2002.

Tratamientos

Los tratamientos consisten en el fraccionamiento de las dosis de fertilizante compuesto 13-4-23-4-3 utilizada de 2 a 5 aplicaciones/palma/año.

Número de aplicaciones

Fuentes	Testigo	Tto 1	Tto 2	Tto 3
13-4-23-4-3	2	3	4	5

La dosis de fertilizante compuesto utilizada fue de 3300 g en el año 2003, y 3.500 g en los años 2004 y 2005.

Adicional a la fertilización con fertilizante compuesto se realizaron aplicaciones de KCl, Sulphomag, Borato 48, Nitromag, Granufos 40 Sulfato de Ca, Sulfato de Zn y Cu, a todas las parcelas. La aplicación total de fertilizante fue de 7,8 Kg/palma en 2003; 8,2kg/palma en 2004 y 9 kg/palma en 2005. Las aplicaciones se realizaron durante el primer semestre de cada año de estudio.

Variables de medición

- Producción t/ha
- Análisis de suelos (pH, P, K, Ca, Mg, Al; saturación de K, Ca, Mg y saturación de bases)

- Análisis foliares (N, P K ,Ca Y Mg).

Diseño estadístico

Se realizó una prueba de análisis de varianza (Anava) para todas las variables estudiadas, seguida de una prueba de comparación de variables con diferencias significativas entre tratamientos (Prueba Duncan).

RESULTADOS

Producción

Los lotes estudiados partieron de producciones que oscilaron entre 19 y 23,7 t/ha; las mayores fueron las de los lotes testigo durante toda la fase experimental, con producciones entre 23,7 a 28,3 t/ha (Tabla 1). El comportamiento de la producción presentó una distribución normal; y la mayoría de valores se encontraron en las frecuencias de 21 a 26,7 t/ha (Figura 1).

Al comparar las producciones en cada uno de los tratamientos respecto al año anterior y al año de partida, se observó que independiente del número de aplicaciones, las producciones aumentaron significativamente en el año pico pero el descenso de

Tabla 1. Valores máximo, mínimo; promedios y coeficientes de variación de lotes con fraccionamiento del fertilizante compuesto

Producción t/h		a		
TTO	#	2003	2004	2005
Tgo	2	23,77	28,30	24,33
T1	3	19,01	25,88	24,05
T2	4	21,81	27,98	23,43
T3	5	22,00	29,38	26,76
Máximo		23,77	29,38	26,76
Mínimo		19,01	25,88	23,43
Promedio		21,65	27,89	24,64
CV%		9%	5%	6%

producción en el año 2005 fue menor que en los lotes testigo (2 aplicaciones/año) (Figura 2).

La mayor ganancia relativa de la producción desde el año 2003 al 2005 se presentó en los lotes con más de 2 aplicaciones de fertilizante compuesto/año; ésta osciló entre 1,62 a 5,04 t/ha respecto a los lotes testigo, los cuales solo incrementaron su producción en 0,56 t/ha (Tabla 2.)

Las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas, por lo que existe un efecto de los tratamientos sobre la producción; al realizar las pruebas de comparación de medias (DSM), se obser-

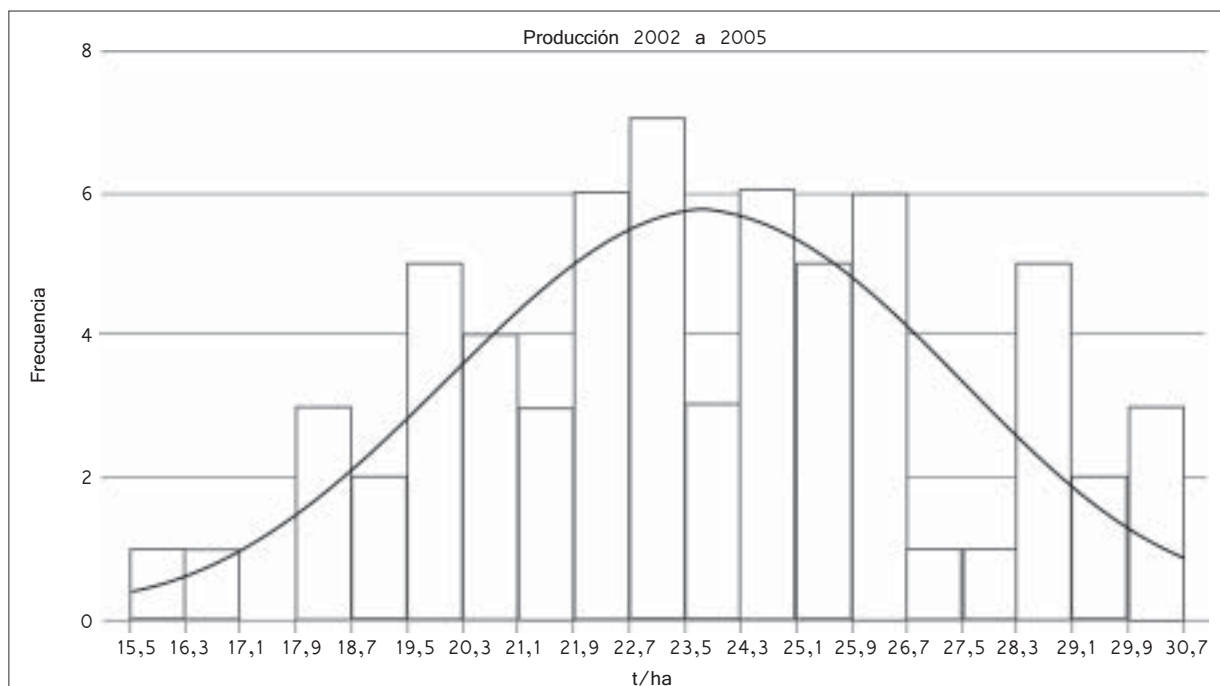


Figura 1. Distribución de la producción total 2003 - 2005.

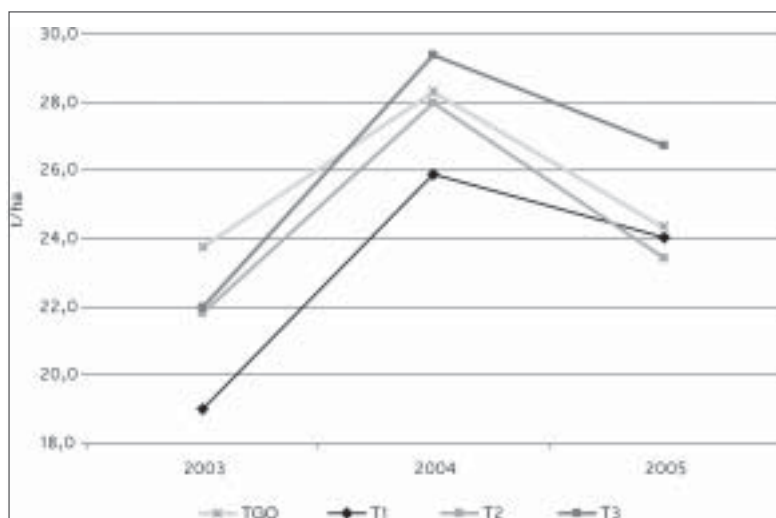
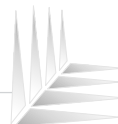


Figura 2. Producción (t/ha) años 2002 a 2005, como respuesta al fraccionamiento de la dosis del fertilizante compuesto.

vó que las aplicaciones entre 3 y 5 veces al año no son diferentes pero sí mejores que las producciones de lotes con de 2 y 4 aplicaciones/año. Debido a los costos en aplicación y a las respuesta en producción se observó una respuesta favorable al fraccionamiento del fertilizante compuesto en 3 aplicaciones/año (tablas 3 y 4).

Los tratamientos con mejor respuesta partieron con las producciones más bajas -19 y 21 t/ha, (T1 y T3)- incrementando la producción en 5,04 y 4,51 t/ha respectivamente. Es posible que exista una mayor respuesta al fraccionamiento de la dosis de fertilizante en lotes con niveles productivos bajos.

los demás ni con el testigo. Según el análisis de varianza, el K y Mg no respondieron a ninguno de los tratamientos, pero se observó una tendencia a presentarse mejores concentraciones en los lotes testigo (tablas 5, y 6).

Aunque los valores promedio de las concentraciones de N, P y K se mantuvieron durante todo el experimento por debajo de los niveles óptimos, en el campo no se observaron síntomas de deficiencia ni depresiones en la concentración de K foliar al incremento de la producción; tampoco para los demás elementos la interacción producción - concentración foliar fue significativa.

Niveles nutricionales

Análisis foliares

De los elementos estudiados (N, P, K, Ca y Mg), se observó respuesta positiva en la concentración de N al fraccionamiento del fertilizante compuesto en los lotes con 5 aplicaciones/año (T3); comparado con los demás tratamientos y el testigo (Figura 3).

En el caso del P y el Ca, las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($p < 0,05$), siendo mejores las concentraciones en los testigos; pero al analizar la comparación entre medias (prueba Duncan); no se observaron diferencias del mejor tratamiento con

Tabla 2. Ganancia relativa en producción (t/ha). Fraccionamiento fertilizante compuesto

TTO	# Aplicaciones	Variación t/ha				Variación %		
		2003-2002	2004-2003	2005-2004	2005-2003	2004-2003	2005-2004	2005-2003
Tgo	2	1,48	6,86	-1,83	5,04	36%	-7%	26%
T1	3	0,5	6,17	-4,55	1,62	28%	-16%	7%
T2	4	1,54	7,38	-2,63	4,75	34%	-9%	22%
T3	5	-0,69	4,53	-3,98	0,56	19%	-14%	2%

Tabla 3. Análisis de varianza para producciones netas y ganancia relativa en producción 2003 a 2005

Variable	CMT	CME	F	S
Prod 2004-2003	6.141	2,24	0,09	
Prod 2005-2004	6.170	6,14	0,42	
Prod 2005-2003	20.130	5,68	0,05	*

Tabla 4. Prueba de comparación de medias (Duncan). Diferencia significativa mínima

TTO	No. aplicaciones	Prom.	DSM
Tgo	2	0,56	C
T1	3	5,04	A
T2	4	1,62	BC
T3	5	4,75	AB

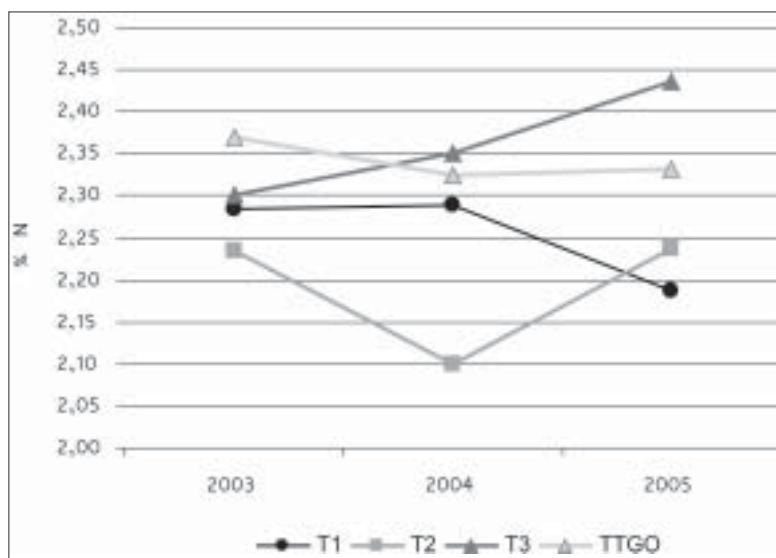


Figura 3. Concentraciones de N% foliar 2003– 2005. Fraccionamiento fertilizante compuesto.

Tabla 5. Análisis de varianza concentraciones de elementos a nivel foliar

Variable	CMT	CME	F	S
N%	0,019033	0,002298	0,003	**
P%	0,000048	0,000017	0,086	
K%	0,001962	0,000862	0,132	
Ca%	0,000640	0,000404	0,245	
Mg%	0,001139	0,000371	0,069	
N/P	0,260110	0,228621	0,373	
N/K	0,004782	0,012670	0,771	
(Ca+Mg)/K	0,008774	0,002381	0,043	*
Mg/K	0,002761	0,000469	0,010	**
Ca/Mg	0,076094	0,015232	0,018	*

Tabla 6. Prueba de comparación entre medias DSM de los niveles foliares

N% Foliar			
TTO	No. Aplicaciones	Prom.	DSM
Tgo	2	2,34	AB
T1	3	2,25	BC
T2	4	2,22	C
T3	5	2,36	A
(Ca+Mg)/K Foliar			
Tgo	2	1,09	AB
T1	3	1,06	AB
T2	4	1,13	A
T3	5	1,02	B
Mg/K Foliar			
Tgo	2	0,334	AB
T1	3	0,302	BC
T2	4	0,354	A
T3	5	0,300	C
Ca/Mg Foliar			
Tgo	2	2,27	BC
T1	3	2,50	A
T2	4	2,19	C
T3	5	2,40	AB

La ganancia relativa en producción se relacionó de manera significativa con el adecuado balance de las bases (Ca+Mg/K), observándose las mejores respuestas en lotes con relación (Ca+Mg)/K cercana a 1 correspondientes a los tratamientos 1 y 3; en lotes testigo con menor respuesta en producción la relación alcanzó valores cercanos a 1,1 manifestando la deficiencia de K respecto al Ca y Mg. Igualmente se observaron repuestas en producción a concentraciones de Magnesio de 0,28% y relación Mg/K cercanas a 0,3 también presentadas en los tratamientos 1 y 3 (3 y 5 aplicaciones de fertilizante/año).

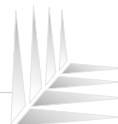
Aunque la dosis de fertilizante utilizada fue la misma en todos los tratamientos, la respuesta en el fraccionamiento de la dosis en la producción se presentó en los lotes con una adecuada concentración de Mg y la óptima relación entre las bases.

Análisis de suelos

Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables pH, Ca, Mg, Al, %Sat Ca y % Sat de Al (Tabla 7) Las diferencias se observaron en los lotes con 4 aplicaciones de fertilizante compuesto/año, respecto a los demás tratamientos, siendo en estos mayor el pH, concentraciones de Mg y Ca con menor % Sat Al. Estas características se presentaron desde el inicio del experimento y se mantuvieron durante su ejecución (Tabla 8).

Tabla 7. Análisis de varianza de las propiedades químicas del suelo

Variable	CMT	CME	F	S
pH	0,22	0,0473	0,021	*
P	2979,70	1249,7315	0,120	
K	0,01	0,0035	0,235	
Ca	0,63	0,0552	0,001	*
Mg	0,14	0,0098	0,000	**
Al	0,28	0,0523	0,014	**
SAT K	2,07	1,5040	0,296	
SAT Ca	142,95	15,2181	0,002	**
SAT Mg	26,38	2,3719	0,001	**
SAT Al	266,50	27,1298	0,001	**
SAT BASES	266,37	26,8072	0,001	**

**Tabla 8.** Prueba de comparación entre medias (DSM) para las propiedades químicas del suelo

TTO	# Aplicaciones	PROM	DSM	TTO	# Aplicaciones	PROM	DSM
pH				Ca			
Tgo	2	4,76	AB	Tgo	2	0,81	CD
T1	3	4,72	BC	T1	3	1,23	B
T2	4	5,07	A	T2	4	1,62	A
T3	5	4,49	C	T3	5	0,78	D
Mg				Al			
Tgo	2	0,43	D	Tgo	2	1,51	CD
T1	3	0,64	B	T1	3	1,66	B
T2	4	0,83	A	T2	4	1,50	D
T3	5	0,45	CD	T3	5	2,07	A
Sat Ca				Sat Mg			
Tgo	2	25,51	BC	Tgo	2	13,61	BC
T1	3	29,94	AB	T1	3	15,52	AB
T2	4	34,63	A	T2	4	17,75	A
T3	5	20,68	C	T3	5	11,76	C
Sat Al				Sat Bases			
Tgo	2	47,31	AB	Tgo	2	50,2032101	BC
T1	3	40,90	BC	T1	3	56,4918489	AB
T2	4	35,66	C	T2	4	61,9201211	A
T3	5	54,55	A	T3	5	42,9884731	C

No se observó ninguna relación entre la concentración promedio de elementos en el suelo con la ganancia relativa en producción de los lotes con 4 aplicaciones de fertilizante/año. Pero el incremento progresivo en la concentración de Ca, Suma de bases acompañada de la disminución del %Sat de Al mostradas en los tratamientos 1 y 3, sí mostraron relación con el incremento productivo y el balance de bases a nivel foliar.

El aumento progresivo de las bases en el suelo observadas en los lotes con 3 y 5 aplicaciones de fertilizante/año sí mostraron respuesta con el balance de bases a nivel foliar y la posterior respuesta del cultivo al fraccionamiento del fertilizante.

Relación costo/beneficio

Tomando en cuenta que el costo de cada aplicación de fertilizante/palma tiene un costo promedio de \$28, se realizó una comparación entre el costo total de las aplicaciones en los años 2003 a 2005; luego se comparo con la ganancia relativa de producción y, por

último, se calculó el costo en número de aplicaciones para incrementar 1 t/ha en tres años.

De acuerdo con los resultados obtenidos, para incrementar 1 toneladas de RFF/ha se requiere entre \$9,93/palma (T1) y \$301/palma (testigo), siendo viablemente económico el fraccionamiento de la dosis fertilizante 3 veces/año.

CONCLUSIONES

- El fraccionamiento de la dosis fertilizante es una práctica viablemente económica para lograr incrementos a corto plazo en sectores con producciones deprimidas.
- La respuesta a la aplicación de fertilizantes se maximiza cuando la reserva nutricional del suelo es mejorada y el balance de bases a nivel foliar es adecuado, siendo suficientes 3 aplicaciones de fertilizante compuesto al año.
- En casos de encontrarse lotes con deficiencias de N% a nivel foliar, es recomendable realizar 5 aplicaciones del fertilizante compuesto/año.



BIBLIOGRAFÍA

- Chinchilla, C. 1997. *Fertilización nitrogenada y variación estacional de K, Ca, y Mg foliares en palma aceitera en Costa Rica*. XII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. Fedepalma, Colombia, Cartagena. p 80-90
- Consejería de Agricultura y Pesca España. 1999. *Código de las buenas prácticas Agrarias Cape-*. Recomendaciones en cuanto a la fertilización nitrogenada y la erosión. Sevilla. España.
- García, J. 2001. Evaluación y ajustes en la aplicación de fertilizantes al cultivo del algodón en suelos del valle del Sinú y Sabanas de Sucre. Centro de Investigación Corpoica Turipán. *Boletín Informativo*. p 30-50.
- Guerrero, R. 1991. Fertilización en cultivos de clima cálido. En: *Guía de fertilización Monómeros Colombo-Venezolanos*. Barranquilla. Colombia. p.125-180.
- Munévar, F. 2001. Fertilización de la palma de aceite para obtener altos rendimientos. En: *Manejo productivo de suelos para cultivos de alto rendimiento*. p.201 - 213.
- Munévar, F; Franco, PN. 2002. Guía general para el muestreo foliar y de suelos en cultivos de palma de aceite. *Cenipalma. Boletín Técnico* no.12.
- Mutert, EW. 1998. El potasio en la palma aceitera. *Informaciones Agronómicas No.30*, enero 1998. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, Ecuador.
- Owen, E. 1992. Fertilización de la palma de aceite. En: *Palmas* (Colombia). 13(2):39-63.