

# NUTRICIÓN CON MAGNESIO EN PALMA DE ACEITE

Consideraciones y conclusiones de diferentes proyectos de investigación en Latinoamérica

## MAGNESIUM NUTRITION IN OIL PALM

Considerations and Conclusions from Different Research Projects in Latin America

### AUTORES



**Marcus Ross**

Ph.D. K + S KALI.  
Coordinador para las Americas  
GmbH, Alemania

**Fernando Munévar**

Cenipalma, Colombia

**Floria Ramírez, MSc.**

Palma Tica, Costa Rica

### Palabras CLAVE

Palma de aceite, nutrición,  
magnesio.

Oil palm, oil palm nutrition,  
magnesium in oil palm.

### RESUMEN



La creciente demanda mundial de aceite vegetal y el desarrollo tecnológico para biocombustibles se consideran factores importantes para la expansión continuada de las áreas sembradas con palma aceitera, así como para la intensificación progresiva de las investigaciones para optimizar los sistemas de producción de la planta con el fin de obtener mayores rendimientos. No solo los países productores tradicionales, como Malasia e Indonesia, sino también los productores Latinoamericanos están alentando a los palmicultores a expandir las áreas sembradas y a incrementar la productividad. Como la productividad general es una función de diversos factores individuales, es necesario realizar muchas investigaciones para ponerlos a tono con las condiciones locales y los factores alternos. La nutrición mineral de la palma aceitera es uno de los factores decisivos, debido a que está directamente relacionada con el desempeño del crecimiento y la respuesta en rendimiento. Como la oleaginosa tiene unos requerimientos de magnesio distintivos, es necesario prestar especial atención a la forma como se usa y a la manera apropiada de aplicarlo en el cultivo. Por esta razón, en Costa Rica y en Colombia se iniciaron dos proyectos por país. Los de Costa Rica se instalaron en las regiones de Coto y Celajes del distrito Corredores, al sur de la costa Pacífica, que poseen diferentes tipos de suelos y problemas de magnesio. En Coto, los inceptisoles se caracterizan por altos niveles inherentes de magnesio y relaciones de cationes en suelo desequilibradas, y un análisis foliar de palma aceitera que rara vez llega al rango óptimo de entre 0,20 y 0,40% en la materia seca. Mientras que en el andisol de Celajes, naturalmente bajo en magnesio de suelo, pero con relaciones de cationes balanceadas, el contenido foliar de Mg generalmente se encuentra dentro de los rangos adecuados. Ambos proyectos de investigación incluyeron el aumento en las tasas de aplicación del magnesio con ensayos de diversas fuentes del mineral, la evaluación de distintos parámetros de rendimiento, y sus efectos y eficiencia en la restauración de los niveles de magnesio en el suelo y en las hojas. Se presentarán los

resultados de las investigaciones de un período de ensayo de cuatro años. Por su parte, los proyectos en Colombia se están desarrollando en zonas donde la deficiencia de magnesio es un problema frecuente y los suelos están desgastados: las llanuras tropicales de los Llanos Orientales y la húmeda costa Pacífica. La disposición de los ensayos fue similar a la empleada en Costa Rica, pero incluyó una aplicación de magnesio flexible basada en la exportación de nutrientes y el nivel de nutrientes foliar. Debido a que los proyectos de investigación se iniciaron a comienzos de 2003, se presentarán resultados preliminares.

## SUMMARY

World-wide increasing demand for vegetable oil and the steady developing technology for bio fuels are being considered important factors for continuous expansion of the oil palm area but as well for the ongoing intensification of research for improving the plant production systems for higher yields. Not only typical production countries such as Malaysia and Indonesia but also Latin American producers are stimulating growers to expand area and to increase productivity. As overall productivity is a function of many single factors a lot of research has to be done to tune these according to the local conditions and side factors. The mineral nutrition of oil palm is one of the decisive factors, being directly linked with growth performance and yield response. As oil palm is a typical crop with a distinct magnesium requirement, particular attention has to be paid when defining magnesium application and magnesium form adequate for this crop. For this reason two projects each were initiated in Costa Rica and in Colombia. In Costa Rica two projects were installed in the regions of Coto and Celajes of the Corredores district, South Pacific coast. The two locations are characterized by its different soil types and magnesium problematic. In Coto, its inceptisols are characterised by high inherent magnesium levels and unbalanced cation ratios in the soil, and oil palm foliar analysis that seldom reach the optimum range 0,20 – 0,40 % in the dry matter; while in the Celajes andisol, naturally low in soil magnesium but with balanced cation ratios, Mg foliar content is usually within the adequate range. These research projects included increasing application rates of magnesium where different magnesium sources were tested and evaluated for various yield parameters and its effect and efficiency on restoring soil and leaf magnesium levels. Research results from a four year trial period will be presented. In Colombia magnesium deficiency is a frequently encountered problem on the highly weathered soils in the tropical lowlands in the Llanos region and under intensive humid conditions at the pacific coast. Trial layout was similar to that used in Costa Rica but included flexible magnesium application based on nutrient export and leaf nutrient status.

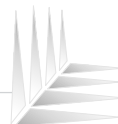


## INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de aceite para la alimentación humana y para usos industriales, en muchos países latinoamericanos el área del cultivo de palma aceitera se ha extendido en los últimos años, en particular en Colombia, Ecuador, Venezuela y Costa Rica, donde se presentan en la zona húmeda tropical condiciones favorables para su producción exitosa. En Colombia, por ejemplo, se prevé que el área sembrada con la oleaginosa se doble dentro de dos años, hasta alcanzar un área productiva de 300.000 ha en 2007.

Las condiciones específicas de los suelos de cada país en Latinoamérica hicieron que el manejo de los cultivos fuera muy diferente en cada uno de ellos. Una diversidad tan grande es un desafío no solo para los investigadores sino también para la industria de fertilizantes, porque es casi imposible generar recomendaciones generalizadas que se puedan transferir de región a región.

Para el sector agrícola es muy importante por ello mantener un proceso continuo de mejoramiento y optimización de las prácticas empleadas. Eso es particularmente válido para la fertilización, que no solo



causa un efecto directo en las propiedades de los suelos, sino que también representa la porción más alta de los costos de producción. Debido a la alta demanda de palma aceitera por magnesio, surgió la necesidad de evaluar estrategias de fertilización con magnesio y comparar la eficacia de sus diferentes fuentes disponibles en el mercado. Bajo la dirección de Palma Tica se llevaron a cabo proyectos en Costa Rica en los años 2001-2005 y en Colombia se iniciaron en 2003, bajo la dirección de Cenipalma.

## COSTA RICA

La Zona Sur de Costa Rica posee cerca de 15.000 hectáreas sembradas de palma de aceite. En general, los suelos de esta zona son fértiles, caracterizados por una alta capacidad de intercambio catiónico y riqueza de bases, en la que domina el calcio. Sin embargo, pueden presentar limitaciones producto de desequilibrios en la relación de bases Ca, Mg y K (López y Solís, 1991).

En plantaciones bananeras de la Zona Sur, donde los contenidos de Mg en el suelo son superiores al nivel crítico, los contenidos foliares del elemento son reducidos debido a una disponibilidad de Mg limitada por relaciones Mg/K bajas, producto de altas cantidades de K en el suelo (López y Solís, 1991). En palma aceitera, los desequilibrios en las relaciones catiónicas se expresan, al igual que en banano, como una disminución en las concentraciones foliares de Mg (Dubos *et al.*, 1999) (Figura 1).

Altas concentraciones de Ca<sup>++</sup> y K<sup>+</sup> en el suelo limitan la absorción de Mg por las raíces de las plantas (Marschner, 1998). La absorción de Mg no depende solo de la fertilidad del suelo y los fertilizantes que se apliquen; también de la absorción de otros nutrimentos y sus interacciones, ya sean estas antagonistas o sinérgicas. Aunque la principal interacción antagonista que se reporta es con el K, también se menciona en menor grado con el Ca. Las cantidades altas de Ca o K que producen antagonismos con el Mg pueden provenir de la condición natural de fertilidad del suelo y/o de las apli-

caciones intensivas de fertilizante, por ejemplo, la aplicación de potasio como KCl o K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que se recomienda debido a la respuesta positiva del cultivo al elemento (Dubos *et al.*, 1999).

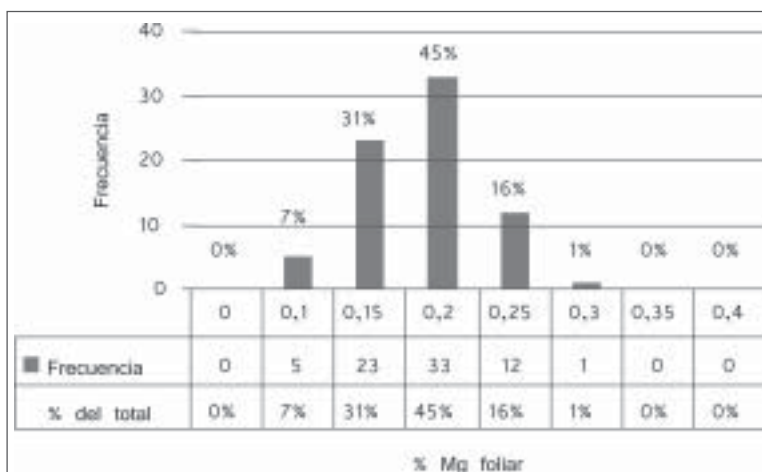
## Materiales y métodos

Para determinar la respuesta agronómica del cultivo de palma aceitera a la aplicación de dos fuentes de magnesio, en suelos ricos en bases y con desequilibrios catiónicos, se inició un proyecto de investigación a comienzos de 2001 en un Inceptisol de la región de Coto, en Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones. La unidad experimental consta de una parcela de 25 plantas, con una parcela útil de 9 plantas. Lo que representa un área total de 4,2 hectáreas. Los fertilizantes utilizados como fuente de magnesio fueron la ESTA Kieserita y el KMAG; el potasio se nivelará con variación en la fertilización básica (Tabla 1). Las fuentes para la fertilización base son: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KCl, DAP y Boronat. La fertilización se frac-

**Tabla 1.** Tratamientos del ensayo en Costa Rica

Tratamientos	Fuente Mg	Dosis de Mg (kg/ha)
MS20	ESTA Kieserita	20
MK20	KMAG	
MS100	Kieserita	100
MK100	KMAG	

Fertilización base (kg/ha): N, 1.220; P, 25; K, 170; B, 3,25



**Figura 1.** Distribución de frecuencias de contenido foliar de magnesio para el año 2000 (a) y contenido foliar promedio histórico (b) de la hoja 17, para Coto; Costa Rica.

ción en cuatro aplicaciones, excepto el P que se fracciona en dos (abril y noviembre). Se monitorearon las siguientes variables durante la fase del proyecto:

- número y peso de racimos durante los ciclos de cosecha comerciales.
- contenido de aceites en los racimos durante el pico y valle de rendimiento (2 veces al año).
- crecimiento vegetativo inicial y una vez al año: número de hojas, PxS, longitud del raquis, área foliar, etc.
- medición inicial y final de altura de tronco.
- análisis foliares de la hoja 17 inicial (2001) y dos por año, durante el pico y valle de rendimiento en cada parcela.
- análisis de suelo inicial y una vez al año en cada parcela.

## Resultados y discusión

A partir del primer año de aplicar Mg, se observa una mayor concentración del elemento en las parcelas donde se aplica la mayor dosis. El porcentaje de saturación de Mg/ha/año. Las parcelas a las que se les aplican 100 kg de Mg/ha/año. En las parcelas a las que se les aplican 20 kg también han presentado un incremento, pero de menor magnitud (Tabla 2).

El efecto de los tratamientos sobre la concentración foliar de Mg en la hoja 17 ha sido escaso e inconsistente (Tabla 3). En el segundo muestreo del

año 2002 existe un efecto de fuente (K-Mag > ESTA Kieserita,  $P=0,03$ ); y en el II muestreo foliar del 2004 hubo un efecto de dosis ( $20 < 100$ ,  $P=0,020$ ). Además, no se ha logrado aumentar la concentración foliar de Mg.

El rendimiento promedio para el primer año fue de 146,85 kg de RFF/palma (20,99 t RFF/ha), compuesto por 8,46 racimos/palma y un peso promedio de 17,5 kg/racimo. En ese primer período (May/01-Abr/02) no se encontró efecto de la dosis, la fuente o la interacción de estos factores sobre la producción.

En el segundo período (May/02-Abr/03) se observa un efecto de la fuente ( $P=0,028$ ); la aplicación de ESTA Kieserita se asocia a un mayor rendimiento que la aplicación de K-Mag, 25,48 y 23,05 t RFF/ha, respectivamente. Además, existe una interacción entre la fuente y la dosis: cuando se aplicaron 100 kg de Mg, se obtuvo un rendimiento superior con ESTA Kieserita (26,6 t RFF/ha), mientras que con K-Mag el valor obtenido fue aun menor que el obtenido con 20 kg de Mg/ha/año (21,8 t RFF/ha) (Figura 2).

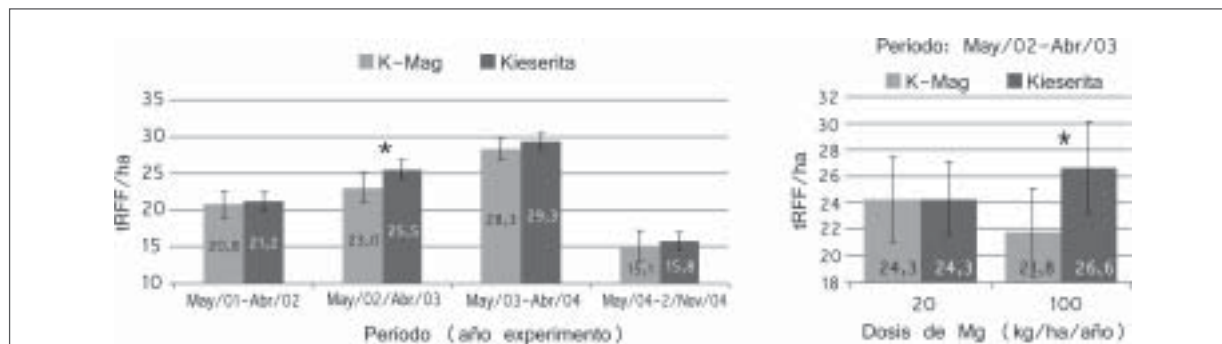
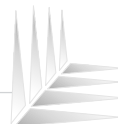
El comportamiento del rendimiento en peso (t RFF/ha) en el segundo período es producto del 14% más de racimos cosechados de las palmas a las que se les aplicó

**Tabla 2.** Contenidos de Mg y saturación de Mg (%) en los tratamientos dosis (20 y 100 kg/ha/año) y dos fuentes (ESTA Kieserita y K-Mag) de Mg

Mg (cmol+/l)		Palera-Plato	Entrelinea*	Palera	Palera	Entrelinea	Palera
Dosis	Fuente	Abr-01	Mar-02	Mar-02	Abr-03	Abr-04	Set-04
20	Kieserita	4,26	4,73	4,87	4,13	4,15	4,16
	K-Mag	4,10	4,21	4,88	4,13	4,35	4,34
100	Kieserita	4,26	4,42	7,05	6,34	4,30	8,41
	K-Mag	4,19	4,65	7,19	7,34	4,55	9,81
% Saturación de magnesio		Palera-Plato	Entrelinea*	Palera	Palera	Entrelinea	Palera
Dosis	Fuente	Abr-01	Mar-02	Mar-02	Abr-03	Abr-04	Set-04
20	Kieserita	9,1%	9,6%	9,3%	10,5%	11,2%	11,6%
	K-Mag	9,1%	9,3%	9,7%	11,0%	11,5%	12,8%
100	Kieserita	9,3%	9,7%	13,5%	17,0%	11,7%	24,8%
	K-Mag	9,1%	10,3%	13,7%	19,4%	11,8%	27,0%

**Tabla 3.** Concentración foliar promedio de Mg (%) en la hoja 17 para dos dosis (20 y 100 kg/ha/año) y fuentes (ESTA Kieserita y K-Mag) de Mg

Dosis (kg/ha/año)	Fuente	2001	I-2002	II-2002	I-2003	II-2003	I-2004	II-2004
20	K-Mag	0,156	0,160	0,150	0,154	0,158	0,145	0,140
	Kieserita	0,158	0,155	0,145	0,159	0,161	0,146	0,147
100	K-Mag	0,162	0,166	0,163	0,167	0,159	0,157	0,163
	Kieserita	0,147	0,155	0,146	0,162	0,159	0,150	0,152



Fuente-Dosis del período May/02-Abr/03. Intervalo de confianza,  $\alpha = 0.05$ .

**Figura 2.** Rendimiento promedio por fuente de Mg para cada período (año experimento) e interacción \* *Diferencias estadísticas.*

ESTA Kieserita (8,96 racimos/palma) sobre las que se les aplicó K-Mag (7,86 racimos/palma) ( $P = 0,027$ ). La interacción de los tratamientos sobre el número de racimos, aunque no es significativa ( $P = 0,089$ ), sigue el mismo patrón del peso. No hubo diferencias en peso promedio de racimos entre tratamientos.

Para el tercer período (May/03-Abr/04), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las variables de rendimiento. En cuanto al avance del cuarto período (May/04-2/Nov/04), tampoco se observan diferencias importantes.

El análisis de la producción anual y acumulada no presenta diferencias entre dosis o interacciones para ninguna de las tres variables de rendimiento: número de racimos, t RFF/ha y peso promedio de racimos (kg/racimo). Sin embargo, existe un efecto de la fuente. A pesar de que solo en el año 2003 se presentaron diferencias en t RFF/ha entre fuentes ( $P = 0,05$ ), el comportamiento de la producción acu-

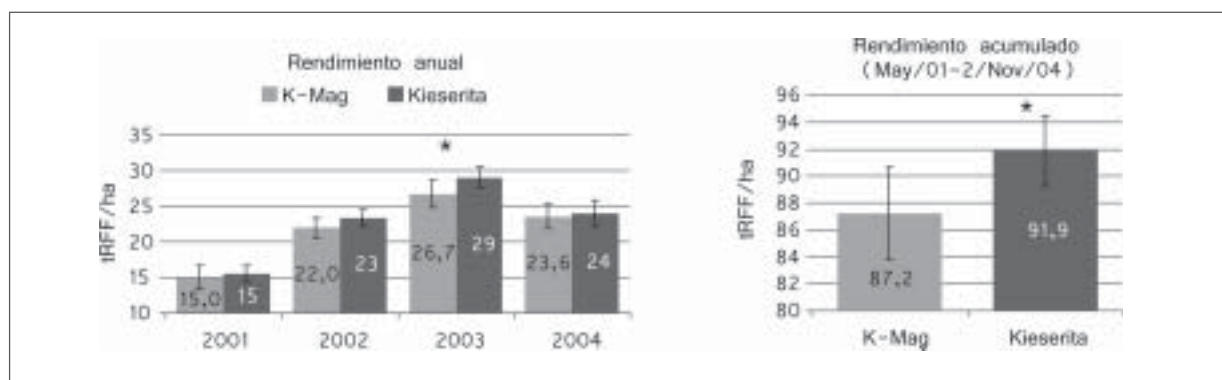
mulada (May/01-2/Nov/04), muestra que con ESTA Kieserita se ha alcanzado un rendimiento mayor en t RFF/ha ( $P = 0.047$ ) (Figura 3).

Cuando se analiza el rendimiento de acuerdo con las t RFF acumuladas en los últimos 12 meses (figuras 4 y 5), se encuentra que en el período entre marzo y junio del 2003:

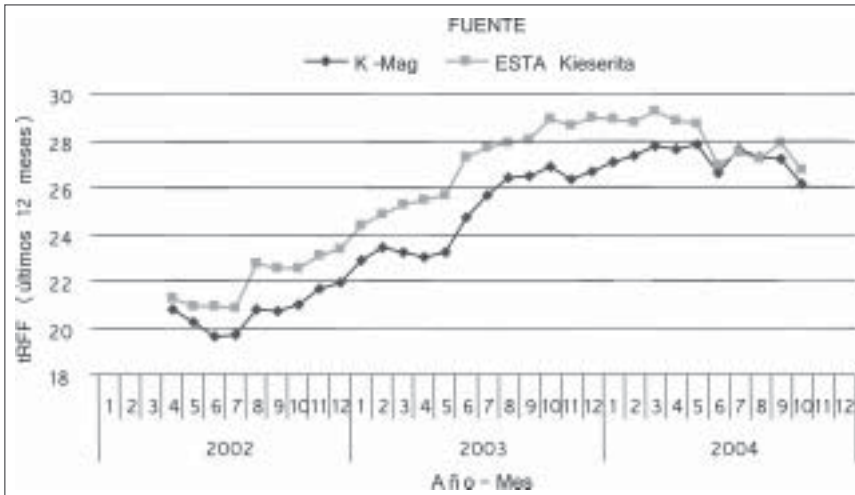
- hubo una diferencia significativa entre fuentes (ESTA Kieserita > K-Mag); en el resto de los meses se mantiene la tendencia.
- se presentó una interacción dosis-fuente en la que para la dosis de 100 kg de Mg/ha/año, con ESTA Kieserita se alcanzaron mayores producciones que con K-Mag. La tendencia se mantuvo hasta mayo de 2004.

## COLOMBIA

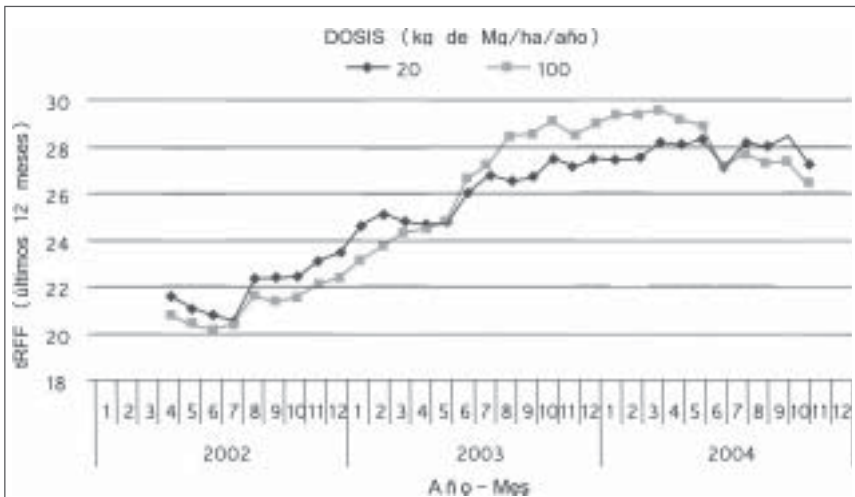
En Colombia la palma de aceite se siembra en un rango amplio de condiciones ambientales y suelos



**Figura 3.** Rendimiento (t RFF/ha) anual y acumulado por fuente de Mg aplicada en palma aceitera, Pacífico Sur, Costa Rica. Intervalos de confianza para  $\alpha = 0.05$ . \* *Diferencias significativas.*



**Figura 4.** Rendimiento acumulado (t RFF/ha) por fuente de magnesio, en un Inceptisol Pacífico Sur, Costa Rica.

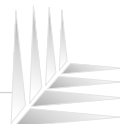


**Figura 5.** Rendimiento acumulado (t RFF/ha) por dosis de Mg (kg/ha/año), en un Inceptisol, Pacífico Sur, Costa Rica.

con características diferentes. En la actualidad, su cultivo se concentra en cuatro zonas: la Oriental (Llanos Orientales), la Occidental (Pacífica), la Central y la Norte. Los suelos que se encuentran en estas regiones son, en su mayoría, muy intemperizados con típicas características feralíticas. La meteorización química intensiva resultó en muchos de estos suelos en su pedogenesis la pérdida de bases como el calcio, el potasio y el magnesio. Simultáneamente se presentan muchas veces altos contenidos de hierro y aluminio que forman factores limitantes para la producción agrícola. Para el caso particular de palma aceitera, ésta es exigente en los nutrientes potasio y magnesio. Con frecuencia creciente, en plantaciones adultas y jóvenes se presentan síntomas de deficiencia de magnesio (Figura 6), razón por la cual se decidió profundizar las investigaciones sobre este elemento, de manera que se pueda ofrecer al productor soluciones y recomendaciones prácticas.



**Figura 6.** Síntomas de deficiencia de magnesio.



## Materiales y métodos

Desde marzo de 2003, se está llevando a cabo un proyecto de investigación en la plantación de Guaicaramo, municipio de Barranca de Upía, ubicado en los Llanos Orientales de Colombia. La precipitación es de 2.589 mm/año, con una máxima mensual de 538 mm/mes y una mínima de 0 mm/mes.

El ensayo está conformado por tres repeticiones y 10 tratamientos, que se distribuyeron bajo un diseño de bloques completos al azar. Las parcelas constan de cuatro líneas de palma, con seis plantas en cada línea de borde, de tal forma que el ensayo requirió un área total de 5,2 hectáreas. Las variables de respuesta se están evaluando en las ocho palmas centrales de cada unidad experimental. El efecto de los tratamientos se estaba midiendo por el rendimiento de racimos de fruta fresca; el número y peso de los racimos, la concentración foliar de nutrientes y los síntomas de deficiencias nutricionales de magnesio.

En el ensayo se están evaluando dosis y fuentes diferentes. Como fuente de magnesio se están aplicando la ESTA Kieserita, el óxido de magnesio y un sulfato de magnesio agrícola (Tabla 4), todas las cuales difieren considerablemente en su composición química, presentación física, solubilidad y disponibilidad. Se trabaja con dosis flexibles de magnesio; la dosis básica se calculó de acuerdo con la nivelación foliar más los requerimientos de nutrientes por la cosecha proyectada, sin incluir la nivelación en el suelo.

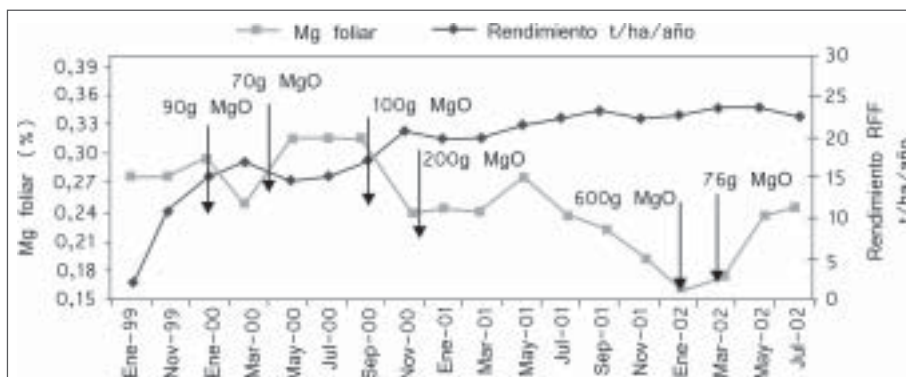
**Tabla 4.** Tratamientos en el proyecto de investigación sobre dosis y fuentes de Mg, Guaicaramo, Colombia

Tratamiento	Dosis de Mg	Fuente
1	Básica X	Óxido de Mg (88% MgO)
2	2X	Óxido de Mg (88% MgO)
3	3X	Óxido de Mg (88% MgO)
4	Básica X	Kieserita (25% MgO)
5	2X	Kieserita (25% MgO)
6	3X	Kieserita (25% MgO)
7	Básica X	MgSO <sub>4</sub> agrícola (18% MgO)
8	2X	MgSO <sub>4</sub> agrícola (18% MgO)
9	3X	MgSO <sub>4</sub> agrícola (18% MgO)
10	Testigo	

El análisis inicial de suelo mostró valores bajos de Mg: para el primer y segundo horizonte, de 0,16 meq/100 g (Tabla 5). Esto se refleja igualmente en la saturación de Mg que está alrededor del 5%. Para el caso de los valores de Mg en el follaje, también se encontraron niveles bajos y decrecientes durante dos años antes de iniciar el experimento (Figura 7).

## Resultados y discusión

Veintiún meses después del inicio del ensayo se observa un efecto importante de la aplicación de Mg,



**Figura 7.** Distribución foliar de Mg, rendimiento y cantidades aplicadas antes del experimento.

**Tabla 5.** Resultado del análisis de suelo inicial, mayo 2003, profundidad 012 cm B11P6

Promedio de todas parcelas									
An %	Ar %	L %	pH Unidades	A. Inter. meq/100g	C.I.C. meq/100g	C. Org. %	M. Org. %		
49,34	25,06	4,57	1,42	7,16	1,00	1,73			
K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	Al meq/100g	P ppm	S ppm S	B ppm B	Fe ppm Fe	
0,21	1,67	0,16	0,09	1,12	6,66	37,99	0,40	51,06	
Cu ppm Cu	Mn ppm Mn	Zn ppm Zn	C.I.C.E. meq/100g	Sat. K %	Sat. Ca %	Sat. Mg %	Sat. Na %	Sat. Al %	
0,67	2,45	0,86	3,24	6,70	50,44	4,89	2,50	35,48	

hallando por todas las fuentes de magnesio (Figura 8). Obviamente aumento la fuente óxido de Mg el contenido de Mg en suelo más que las demás fuentes ESTA Kieserita y sulfato de Mg agrícola. No obstante el incremento tan drástico del contenido en suelo en el tratamiento de óxido de magnesio, no se pudo explicar solamente por la aplicación de magnesio que permite suponer que ocurrieron errores en la toma de muestras de suelo o en la metodología analítica.

La evaluación de los contenidos foliares muestra en general un efecto notorio en el incremento del Mg foliar de la fuente ESTA Kieserita, en contraste con el testigo encontrando una respuesta similar a la obtenida en el suelo (Figura 9). Esto no se encontró para las fuentes de Mg agrícola y óxido de magnesio, lo que se explica porque la fuente ESTA Kieserita es la de mayor disponibilidad y, por tanto, de mayor asimilación por el cultivo. En general, las concentraciones de Mg foliar están bajas.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para la variable número de racimos (Figura 10). En todas las dosis y fuentes aplicadas se cosecharon más racimos que con el testigo. Los tratamientos que reportaron el mayor número de racimos fueron las dosis 1X para la ESTA Kieserita y el óxido de magnesio.

Para la variable rendimiento, resultado de multiplicar el peso promedio de los racimos por el número de racimos cosechados en el año, se encontraron diferencias significativa entre los tratamientos

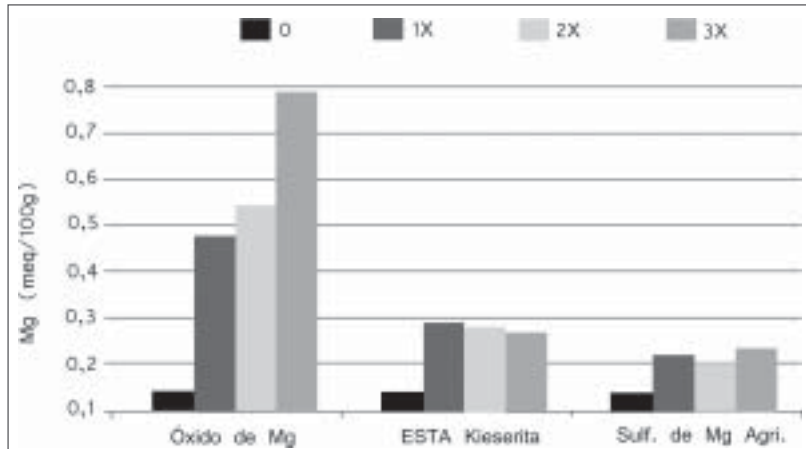


Figura 8. Contenido de Mg en el suelo (21 meses de evaluación).

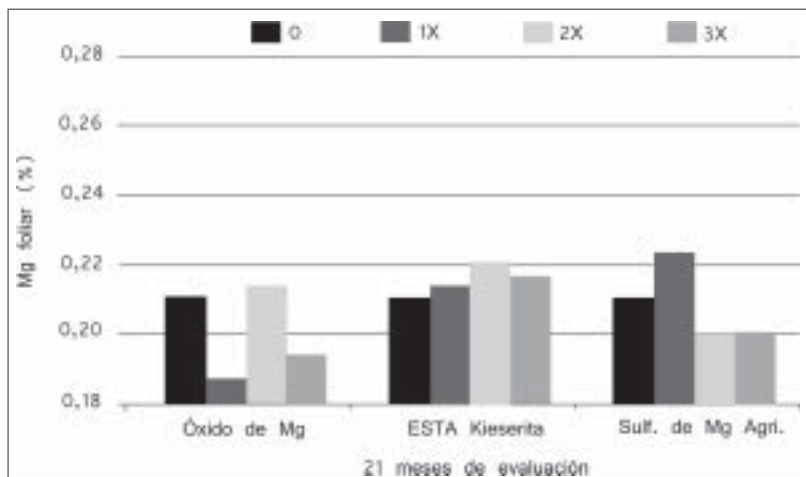


Figura 9. Concentración foliar de Mg para tres fuentes y tres niveles de Mg.

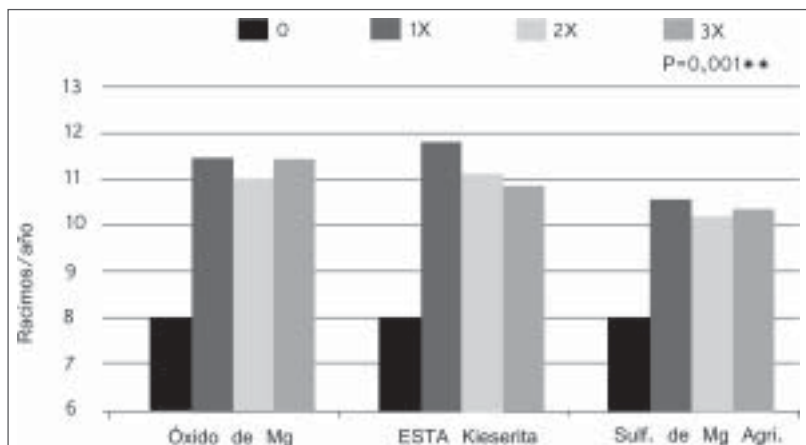


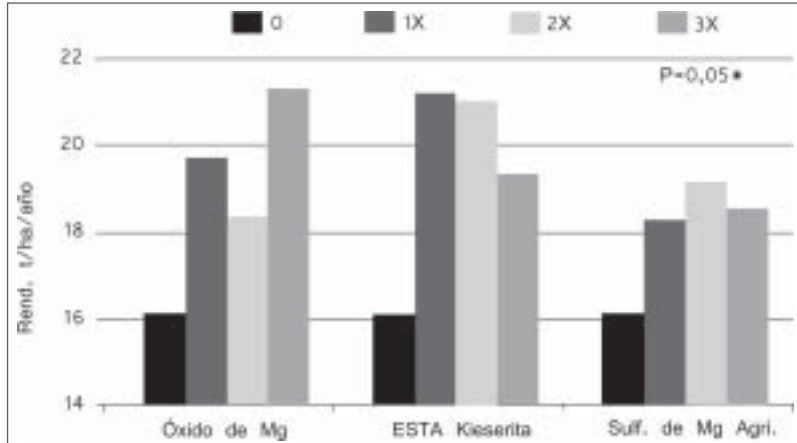
Figura 10. Número de racimos para tres fuentes y tres niveles de aplicación de Mg.





(Figura 11). Las diferencias oscilaron desde 2,2 hasta 5,2 toneladas, en comparación con el testigo. Los

tratamientos que produjeron un mayor rendimiento fueron la dosis 1X de ESTA Kieserita y la dosis 3X de óxido de magnesio.



**Figura 11.** Rendimiento acumulado de RFF para tres fuentes y tres niveles de aplicación de Mg.

A base de los rendimientos obtenidos se preparó un análisis costo beneficio, tomando en cuenta los gastos para los fertilizantes diferentes y los costos adicionales para la aplicación y cosecha (Tabla 6). El mayor beneficio neto con un valor absoluto de 699.740 pesos colombianos se obtuvo cuando se aplicaba la dosis 1X de ESTA Kieserita, seguido por una aplicación de 3X de óxido de magnesio. Esta investigación continúa para determinar los efectos de los tratamientos a más largo plazo.

**Tabla 6.** Impacto en costos por hectárea/año de la aplicación de magnesio

Tratamiento	Ton. adic.	Costo del fertilizante (\$1000)	Costo aplicación fert. (\$1000)	Costo adicional cosecha (\$1000)	X Costos (\$1000)	Beneficio adicional (\$1000)	Beneficio neto (\$1000)
Oc. Mg 1X	3,5	137	2	71	210	725,9	515,9
Oc. Mg 2X	2,2	275	5	44	324	456,28	132,28
Oc. Mg 3X	5,2	412	7	103	522	1.078,48	556,48
Kies 1X	5,1	250	6	102	358	1.057,74	699,74
Kies 2X	4,9	500	11	98	609	1.016,26	407,26
Kies 3X	3,2	750	17	64	831	663,68	-167,32
s. Mg. Agr 1X	2,1	296	8	43	647	435,54	88,54
s. Mg. Agr 2X	3,0	592	15	60	667	622,2	-44,8
s. Mg. Agr 3X	2,4	889	23	48	960	497,76	-462,24

## BIBLIOGRAFÍA

López, A.; Solis, P. 1991. Contenidos e interacciones de los nutrientes en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA (CR):15 (36): 25-32.

Dubos, B.; Caliman, J.P.; Corrado, F.; Quencez, P.; Suyanto, S.; Tailiez, B. 1999. Importance of magnesium nutrition in oil

palm-results of several years' experiments. In: Proceedings of the 1999 PORIM International Palm Oil Congress (Agriculture). Malaysia. p 25-39.

Marschner, H. 1998. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press. p.39.

