

INFORMACIONES AGRONOMICAS

INVESTIGACION
INPOFOS K P
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA



No. 36

| JULIO 1999

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION Y EL RIEGO SOBRE EL DESARROLLO, NUTRICION Y RENDIMIENTO DE LA PALMA AFRICANA EN ECUADOR

Francisco Mite*, Manuel Carrillo**, José Espinosa***

Antecedentes

La Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq), es una planta del trópico húmedo cultivada en muchos sitios en América Latina. En Ecuador se cultiva desde mediados de la década de los años 60, como una alternativa para producir aceites vegetales. Actualmente existen aproximadamente 91.000 hectáreas, distribuidas principalmente en las áreas del subtrópico y amazonía que poseen vías e infraestructura adecuada para el transporte y comercialización del producto. En la zona de Quevedo, a partir de 1985, se inician las siembras de palma africana que tienden a desplazar los cultivos de ciclo corto como maíz, soya y arroz, usuales en la zona. De esta forma, se han logrado establecer alrededor de 17.000 hectáreas con este cultivo. Esta superficie constituye el 19% del área total de palma en el país.

La zona de Quevedo presenta un régimen de humedad marcadamente "ústico" en comparación con el régimen

"ústico" que se considera adecuado para el cultivo de palma aceitera. Las zonas de régimen ústico tienen mayor disponibilidad de agua, por su mayor precipitación anual. El área de Quevedo, con un potencial déficit de humedad, dispone, sin embargo, de suelos con alta capacidad para almacenar agua y más fértiles. Considerando estas circunstancias se espera que el cultivo tenga un mejor comportamiento en esta zona, en relación a otras zonas donde se cultiva palma en el Ecuador.

Conocer la influencia del riego sobre la producción y rentabilidad de la palma es, sin lugar a dudas, de gran importancia en zonas con humedad insuficiente. La palma que crece bajo las condiciones de Quevedo sufre un acentuado estrés hídrico, pues soporta ocho meses sin lluvia. Esta situación afecta el crecimiento, nutrición y producción del cultivo, y si no se maneja adecuadamente este factor, difícilmente se logran altos rendimientos.

Por otro lado, es necesario evaluar varias alternativas de fertilización que se inicien al trasplante a sitio definitivo en el campo y que se mantengan por varios años. Esta evaluación, además de permitir conocer la respuesta del cultivo al abonamiento, es una magnífica oportunidad para observar a largo

CONTENIDO

| | Pág |
|--|-----|
| • Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en Ecuador | 1 |
| • Manejo del boro de acuerdo a su movilidad en la planta | 6 |
| • Funciones del fósforo en las plantas | 9 |
| • Curvas de absorción de nutrientes: Importancia y uso en los programas de fertilización | 11 |
| • Reporte de investigación reciente | 14 |
| • Cursos y Simposios | 15 |
| • Publicaciones de INPOFOS | 16 |

Editor: Dr. José Espinosa

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

* Líder Nacional del Dpto. de Manejo de Suelos y Aguas del INIAP

** Asistente de Investigación de la Estación Experimental Tropical Pichilingue

*** Director INPOFOS para América Latina

plazo el desarrollo del trastorno nutricional conocido como “amarillamiento” que, entre otras causas, se atribuye a un desbalance nutricional.

Bajo estas condiciones se inició un estudio de campo para evaluar la interacción de la fertilización y el riego complementario en el rendimiento y otras características de la palma africana cultivada en la zona de Quevedo, Ecuador.

Objetivos

La presente investigación tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Caracterizar la respuesta de la palma a la fertilización y riego.
- 2.- Seleccionar la mejor estrategia para fertilizar el cultivo en la zona de Quevedo.
- 3.- Investigar de que manera influyen los factores bajo estudio (fertilización y riego) sobre el trastorno nutricional conocido como “amarillamiento de la palma.”
- 4.- Disponer de patrones para interpretar mejor los resultados de análisis foliar con fines de diagnóstico nutricional en palma.

Materiales y Métodos

La presente investigación se inició en enero de 1992, en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La Estación está situada en el km 5 de la vía Quevedo-El Empalme (Provincia de Los Ríos)

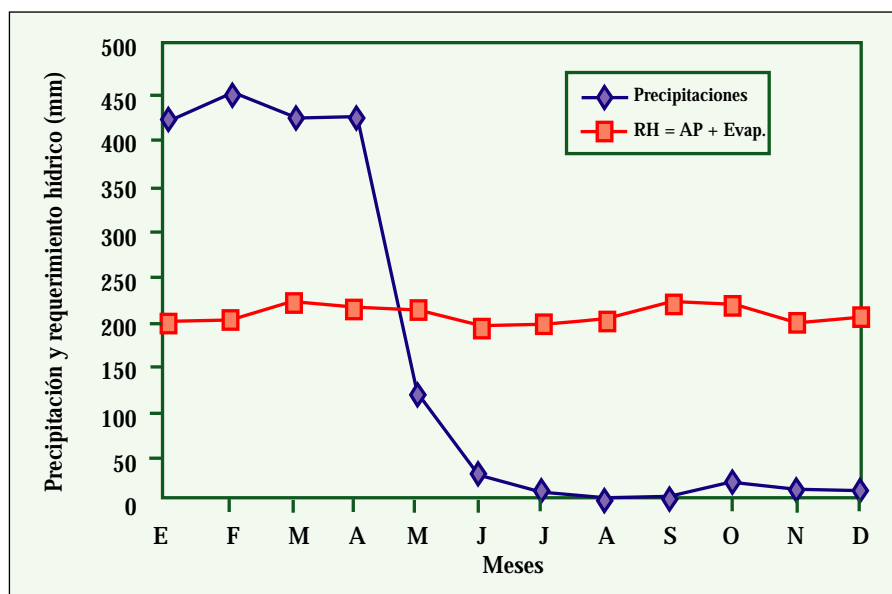


Figura 1. Distribución de la precipitación, requerimiento de agua (almacenamiento posible + evaporación) y balance hídrico estimado para el cultivo de palma en la zona de Quevedo, durante los años 1992-

a una altitud de 120 msnm. Sus coordenadas geográficas son 79 21' longitud Oeste y 1 06' latitud Sur.

Características climáticas y de suelos

La mayor parte de la zona pertenece a la formación ecológica bosque húmedo-tropical. Los valores medios de los factores agroclimáticos¹ son los siguientes: precipitación 2021 mm año⁻¹, humedad relativa 84.4%, temperatura 24.3 C, y heliofanía 914 horas luz año⁻¹. La evaporación es de 2.81 mm día⁻¹.

En la Figura 1 se presenta la distribución de la precipitación, el requerimiento (almacenamiento posible del agua + evaporación) de agua y el balance hídrico estimado para el cultivo de palma, utilizando

los datos climáticos de 1992-1996. Se aprecia que de enero hasta abril existe un exceso de agua, en tanto que desde mayo hasta diciembre el déficit hídrico es evidente.

La topografía en el sitio experimental es casi plana. El suelo se ha desarrollado a partir de cenizas volcánicas recientes, y su profundidad varía de 0.50 a 1.0 m de acuerdo a su topografía. La textura es franco-limosa y el índice de agua disponible varía entre 1.5 y 2.0 mm cm⁻¹. Los suelos tienen un buen nivel de fertilidad tal como se aprecia en la Tabla 1, donde se presentan las características químicas del lote experimental. Según la taxonomía de suelos de USDA, los suelos volcánicos del área de Quevedo se clasifican como Eutrandepts².

Tabla 1. Caracterización química del suelo al inicio del experimento en 1992.

| Prof. cm | pH | NH ₄ ppm | P ppm | Ca | Mg | K | Total bases | Ca | Mg | K |
|----------|------|---------------------|-------|------|--------------------------------|-----|-------------|--------------|------|-----|
| | | | | | | | | % saturación | | |
| | | | | | meq. 100 g suelo ⁻¹ | | | | | |
| 0-10 | 6.35 | 28 | 24 | 10.9 | 1.3 | 0.5 | 12.7 | 85.8 | 10.2 | 3.9 |
| 10-25 | 6.75 | 10 | 7 | 7.7 | 1.0 | 0.4 | 9.1 | 84.6 | 10.9 | 4.4 |

1.- Datos promedios de 30 años (Fuente: Estación Meteorológica, Pichilingue del INAMHD)

2.- Mapa General de Suelos del Ecuador, 1984.

Material experimental

El lote experimental constituye parte de una plantación comercial de 100 hectáreas de palma africana sembrada en enero de 1991 y que al inicio del estudio tenía un año de edad. El material de siembra corresponde al híbrido "TENERA-INIAP" sembrado en tres bolillo a 9.0 m entre sitios y 7.8 m entre hileras, lo que da una población estimada de 143 plantas/ha.

Fertilización y riego

Desde 1992 hasta 1998 se han aplicado a las plantas las dosis de nutrientes que se presentan en la Tabla 2. Las fuentes utilizadas fueron: Urea 46% N; Superfosfato triple 46% P₂O₅; Muriato de potasio 60% K₂O; Sulfato de magnesio 25% MgO, 22% S; Carbonato de Calcio 98% CO₃Ca, para entregar nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca), respectivamente. La aplicación de nutrientes se realizó en "corona" en cada planta. La urea, muriato de potasio y sulfato de magnesio se fraccionaron anualmente en dos partes iguales. La primera aplicación se realizó durante la primera quincena de enero, en bandas anchas alrededor del estipe, mientras que la segunda fracción se aplicó en la primera quincena de abril, completándose así las dosis recomendadas. Por otro lado, todo el superfosfato triple y el carbonato de calcio se aplicó durante el mes de febrero de cada año.

En los tratamientos con irrigación se aplicaron tres riegos anuales durante la época seca, con excepción del año 1994 en el que se aplicó solo dos riegos. En cada ocasión se aplicó una lámina de 60 mm. Para el efecto se utilizó un equipo de riego con aspersores del tipo Rain Bird 70EW, que permitió asegurar un mejor control en la aplicación de la lámina de agua dentro de cada parcela.

Tabla 2. Cantidad de nutrientes utilizada durante los primeros seis años del experimento.

| Años | Gramos planta ⁻¹ año ⁻¹ | | | | | |
|------|---|-------------------------------|------------------|-----|-----|--------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | S | CO ₃ Ca |
| 1992 | 400 | 160 | 146 | 77 | 69 | 1950 |
| 1993 | 400 | 160 | 146 | 77 | 69 | 1950 |
| 1994 | 490 | 175 | 175 | 98 | 85 | 2467 |
| 1995 | 980 | 500 | 1400 | 250 | 223 | 6853 |
| 1996 | 1000 | 500 | 1400 | 350 | 307 | 6853 |
| 1997 | 1600 | 500 | 2000 | 350 | 307 | 6853 |

Diseño experimental y métodos de evaluación

Para la distribución de los tratamientos en el campo se utilizó el diseño de Parcelas Divididas, aplicándose el factor riego (con y sin) a las parcelas principales y el factor fertilizante a las subparcelas (cinco tratamientos de fertilización). En total se estudiaron 10 tratamientos replicados 3 veces.

La distancia de siembra es de 9 m entre sitios y 7.8 m entre hileras. El total de plantas útiles por parcela es de diez y se usa una hilera de bordes por cada lado de la subparcela y parcelas adyacentes. El área total del experimento es de 5.7 hectáreas. Se tomaron datos de rendimiento quincenalmente y se colectó la hoja 17 para cuantificar su composición nutricional dos veces al año.

Resultados y discusión

El número de racimos por planta no fue influenciado consistentemente por la aplicación de nutrientes cuando los tratamientos no se regaron, salvo en el primer año. En cambio, en las parcelas con riego fue notorio el efecto positivo del riego sobre esta variable, tal como se aprecia en la Figura 2.

Cuando se cuantificó el peso de racimos (Figura 3) se encontró que los tratamientos de nutrientes tuvieron un efecto positivo en las parcelas con y sin riego. En las parcelas sin riego el incremento se dio hasta el tratamiento NPKMgS y en las parcelas regadas se lograron racimos con mayor peso en las parcelas que se fertilizaron

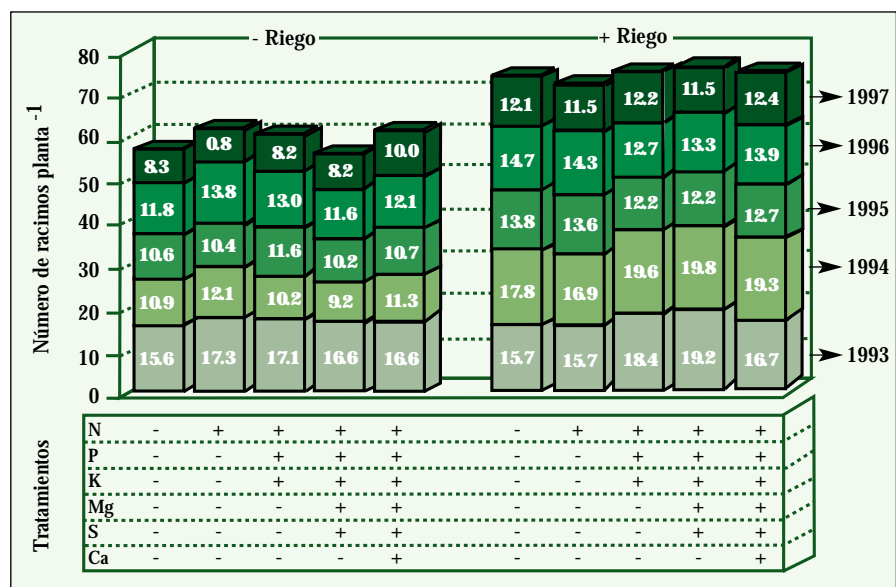


Figura 2. Efecto del riego y la aplicación de nutrientes en el promedio de número de racimos por planta de palma aceitera, en los primeros cuatro años de rendimiento en la zona de Quevedo.

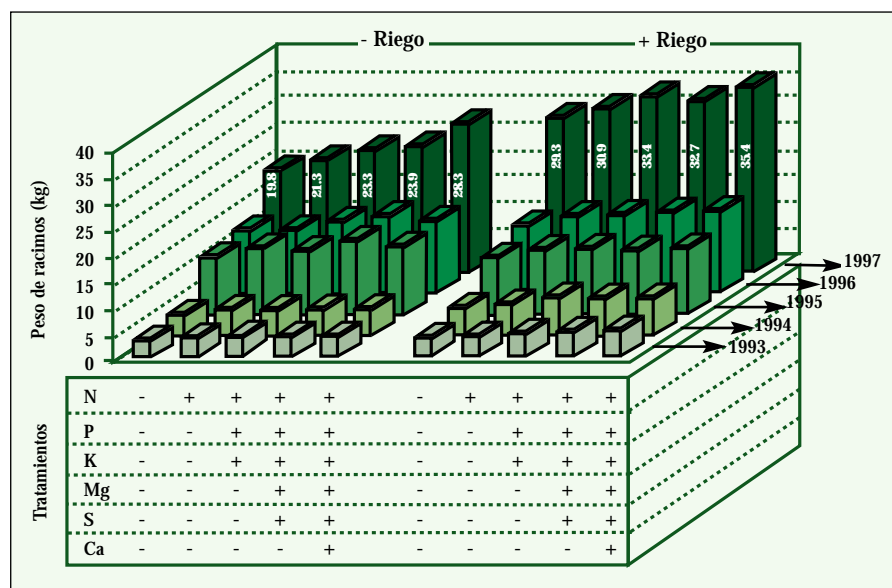


Figura 3. Efecto del riego y la aplicación de nutrientes en el peso promedio de racimos (kg) de palma aceitera, en los primeros cuatro años de rendimiento en la zona de Quevedo.

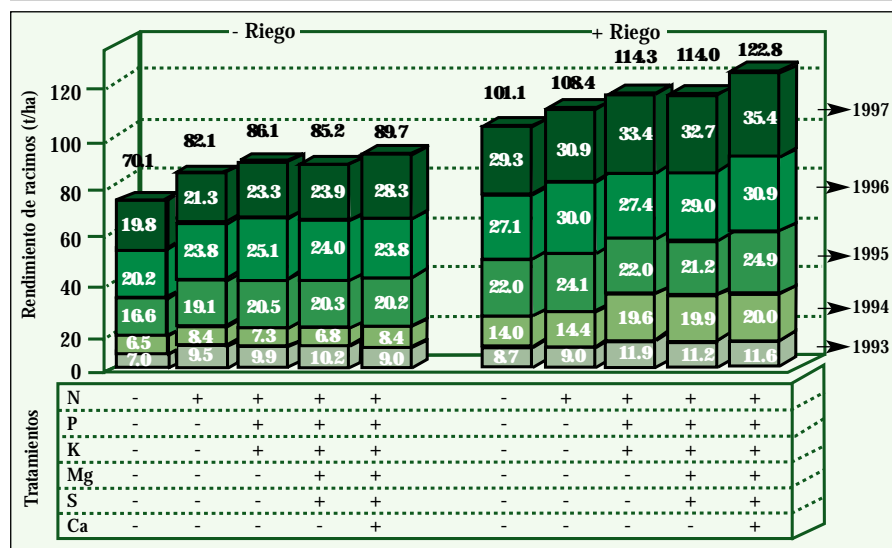


Figura 4. Efecto de la interacción del riego y la fertilización en el rendimiento de palma africana en los primeros cinco años de producción.

Tabla 3. Concentraciones nutricionales de la hoja 17 en muestras de palma colectadas en enero de 1997.

| | ----- Porcentaje ----- | | | | | Relación |
|----------------|------------------------|------|------|------|------|----------|
| Treatamientos | N | P | K | Mg | Ca | K/Mg |
| Testigo | 1.6 | 0.16 | 0.99 | 0.15 | 0.80 | 6.6 |
| NPK | 2.0 | 0.19 | 1.10 | 0.18 | 0.91 | 6.1 |
| NPKMgSCa | 2.1 | 0.20 | 1.15 | 0.20 | 1.00 | 5.7 |
| Nivel adecuado | 2.7 | 0.19 | 1.10 | 0.29 | 0.60 | 3.8 |

con NPKMgSCa.

En la Figura 4 se observa la influencia de la interacción entre la aplicación del riego y la aplicación de nutrientes sobre los rendimientos de las plantas de

palma en los primeros cinco años de cosecha (1993 a 1997). En todos los tratamientos, a medida que las plantas tuvieron mayor edad el rendimiento fue cada vez superior, destacándose los incrementos en

las parcelas regadas. La única excepción ocurrió en el año 1994 para las parcelas sin riego. En estas parcelas el rendimiento fue inferior al del año anterior. Este hecho se explica si se considera que desde 1992 la precipitación en la zona fue reduciéndose paulatinamente hasta 1994 y a que durante este año se recibieron 100 horas menos de brillo solar en comparación con las cantidades que se reciben normalmente (Figura 5). Estas condiciones afectaron la producción de fotosintatos, con la consecuente repercusión en los rendimientos generales del cultivo.

Los efectos de la fertilización provocaron diferencias altamente significativas. Así, en el testigo se obtuvieron 70.1 ton ha⁻¹, siendo el rendimiento más bajo. A medida que se adicionó un nuevo elemento en la fertilización, los rendimientos se incrementaron, llegándose a obtener un máximo de 89.7 ton ha⁻¹ en el tratamiento de fertilización completa (NPKMgSCa). Para el caso del riego, los tratamientos que recibieron agua en la época seca alcanzaron un rendimiento promedio de 122.8 ton ha⁻¹, los cuales superaron en 33.1 ton ha⁻¹ a aquellos tratamientos que no fueron regados.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los análisis foliares de las muestras colectadas a principios de 1997. Si se comparan con los niveles considerados adecuados, se observa que los niveles de P, K y Ca son normales en las plantas de las parcelas fertilizadas y mayores que aquellas donde no se aplicó fertilizantes. En el caso del N, aparentemente la cantidad de N utilizada en 1996 no fue suficiente para satisfacer la demanda de las plantas, razón por la cual se incrementó la dosis de este elemento en 1997. Con el Mg, si bien existe la clara tendencia al incremento de los valores foliares conforme se fertiliza con este nutriente, estos valores no superan

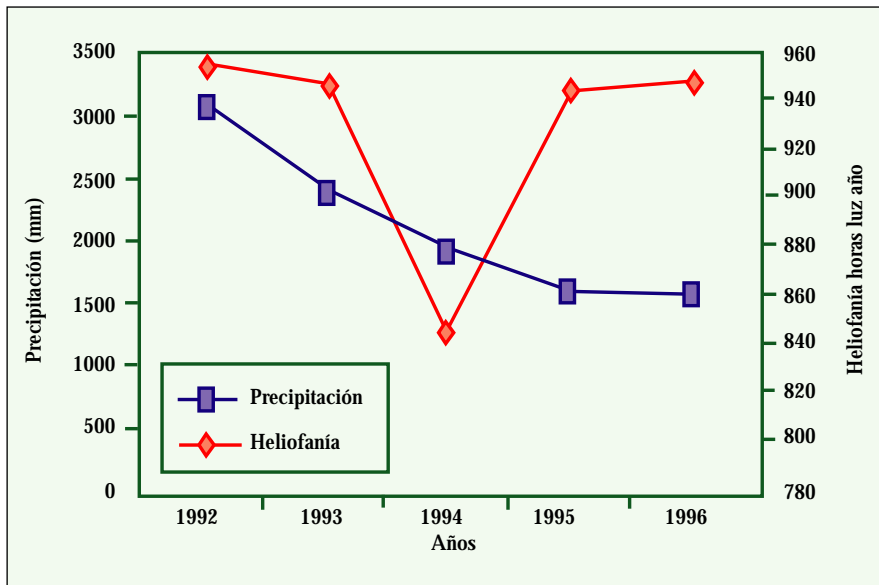


Figura 5. Distribución de la precipitación y la heliofanía en el área experimental en el período 1992-1996.

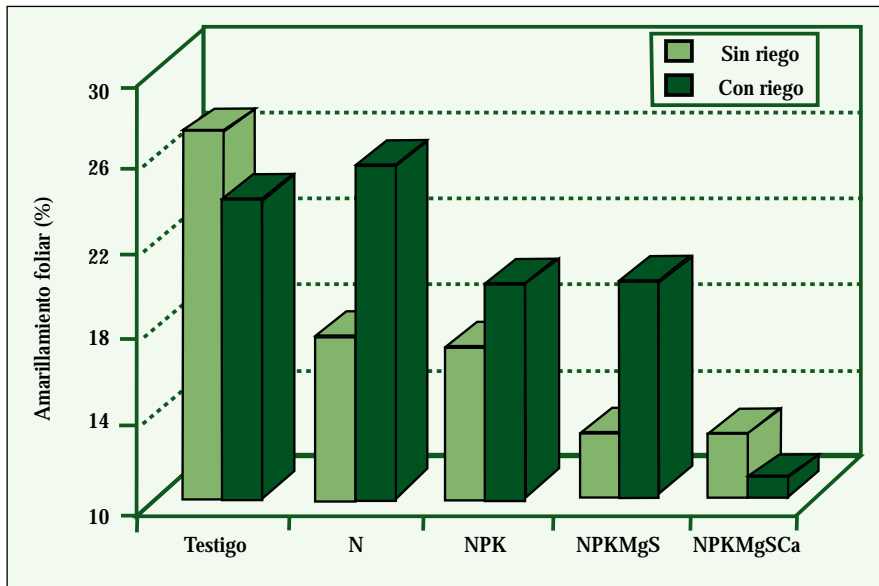


Figura 6. Efecto de la fertilización y el riego en el amarillamiento de la palma, síntoma común en las plantaciones de palma de Ecuador, que se atribuye a un desbalance nutricional.

el nivel considerado como adecuado, pero esta condición no tuvo repercusión significativa en los rendimientos. Incluso desde el primer análisis, efectuado en 1992, los resultados no pasaron de 0.22%. Los datos acumulados hasta el momento sugieren que una concentración foliar de Mg 0.29%, considerada como el patrón ideal de comparación, no funciona bien en las condiciones particulares donde se encuentra el experimento. Se considera que un contenido foliar de Mg > 0.20 sería un adecuado contenido de este nutriente en las hojas para asegurar una adecuada nutrición y un buen rendimiento.

En la Figura 6 se presentan los valores de porcentaje de amarillamiento foliar. La aplicación balanceada de nutrientes permitió bajar los índices de amarillamiento. Mientras más completa fue la fertilización menos amarillamiento se presentó. En definitiva se observa un claro efecto positivo de la fertilización balanceada en la reducción de la presencia del amarillamiento foliar. El tratamiento testigo sin riego presentó un 29% de amarillamiento en las hojas, y a medida que se van agregando los nutrientes, el porcentaje del ama-

rillamiento disminuye hasta alcanzar un valor de 13% en el tratamiento con fertilización completa (NPKMgSCa) y riego. Se pudo observar también que consistentemente las plantas fertilizadas que recibieron riego tuvieron más hojas con amarillamiento, con excepción del tratamiento completo. Esto pudo deberse a que hubo mayor número de hojas en los tratamientos con riego, pero en todo caso se observó que las plantas mejor nutridas tenían menos amarillamiento.

Conclusiones

- u El rendimiento de la palma se ve favorecido por la fertilización química.
- u A medida que la planta crece es más evidente los efectos positivos de los fertilizantes aplicados. El cultivo respondió mejor a la fertilización en la cual se suministra NPKMgSCa.
- u La adición de riego durante la época seca provoca incrementos en el rendimiento en el orden de 5 toneladas de fruta por hectárea año.
- u Los fertilizantes químicos interactúan positivamente con el riego incrementando los rendimientos.
- u La fertilización ejerce un efecto positivo sobre la disminución del porcentaje de amarillamiento foliar. Mientras más completa fue su formulación menor es el porcentaje de hojas con amarillamiento.
- u El nivel foliar 0.29% de Mg, considerado "adecuado" para este nutriente, aparentemente no es un buen patrón de comparación. Sugiere utilizar contenidos > 0.20% como indicadores de una buena asimilación.
- u La relación foliar K/Mg en las plantas bien fertilizadas fue inferior al de las plantas que no recibieron fertilizantes.e