

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)

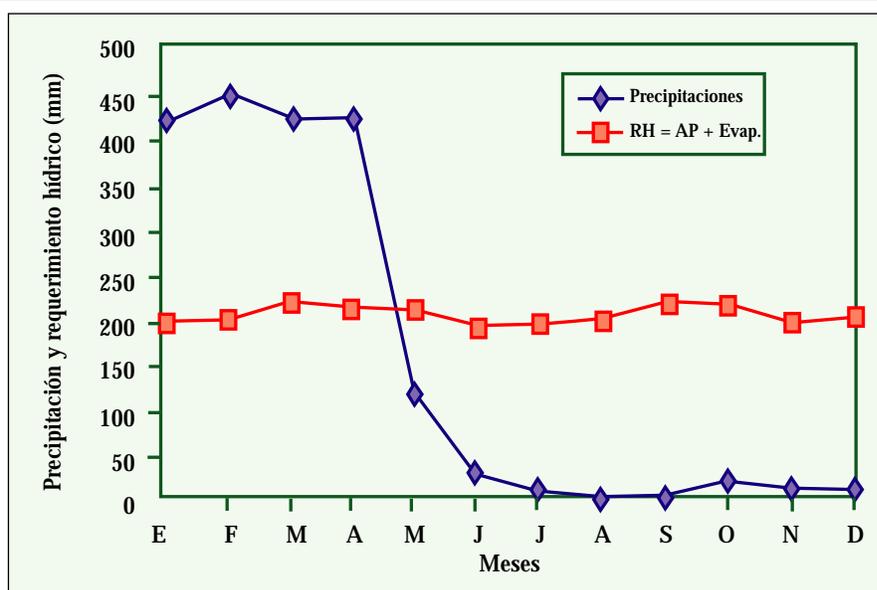


Figura 1. Distribución de la precipitación, requerimiento de agua (almacenamiento posible + evaporación) y balance hídrico estimado para el cultivo de palma en la zona de Quevedo, durante los años 1992-

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 |
|----------|------|---------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| | | | | ----- | meq. 100 g suelo ⁻¹ | ----- | ----- | ----- | % saturación | ----- |
| 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

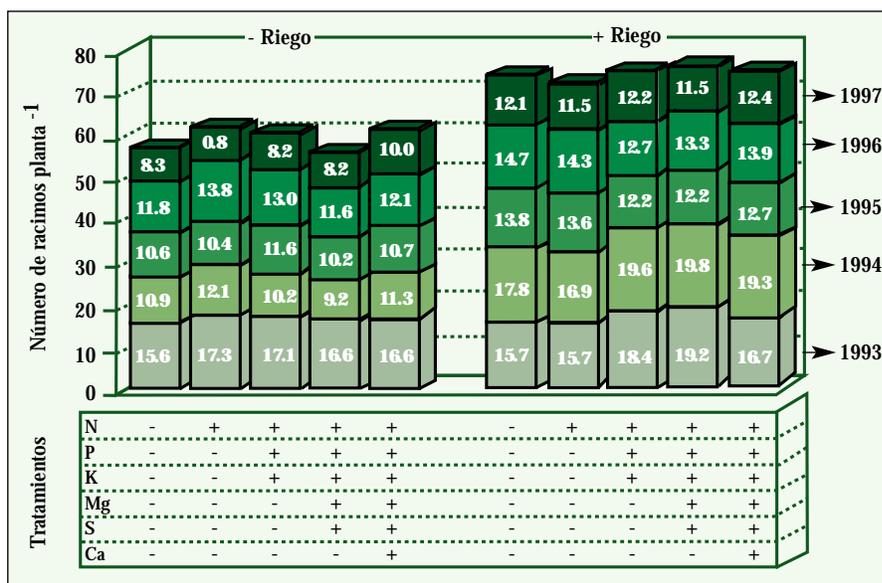


Figura 2. Efecto del riego y la aplicación de nutrientes en el promedio de número de racimos por planta de palma aceitera, en los primeros cuatro años de rendimiento en la zona de Quevedo.

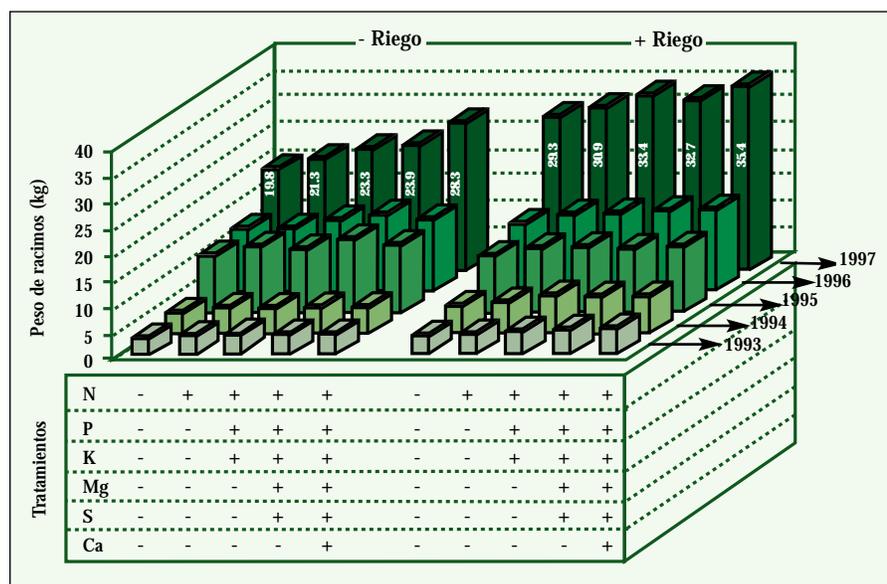


Figura 3. Efecto del riego y la aplicación de nutrientes en el peso promedio de racimos (kg) de palma aceitera, en los primeros cuatro años de rendimiento en la zona de Quevedo.

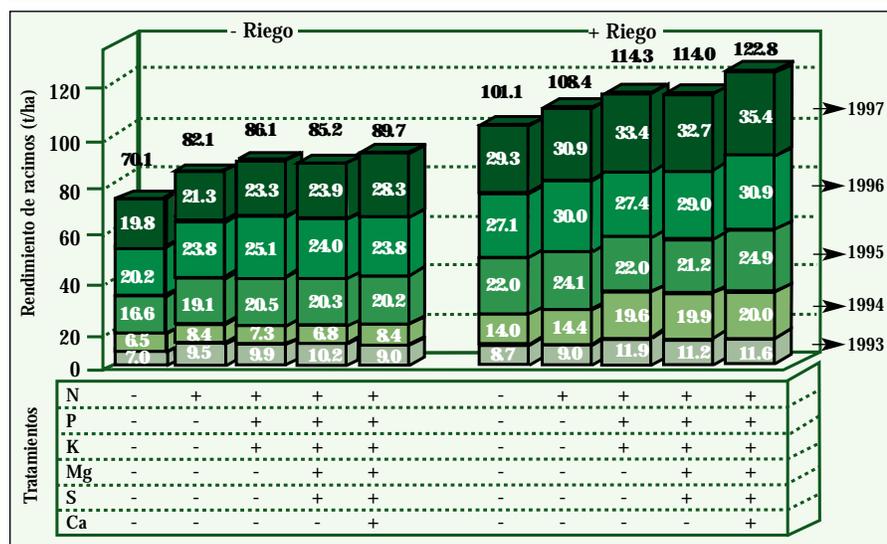


Figura 4. Efecto de la interacción del riego y la fertilización en el rendimiento de palma africana en los primeros cinco años de producción.

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

| Tratamientos | Porcentaje | | | | | Relación |
|----------------|------------|------|------|------|------|----------|
| | N | P | K | Mg | Ca | |
| 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

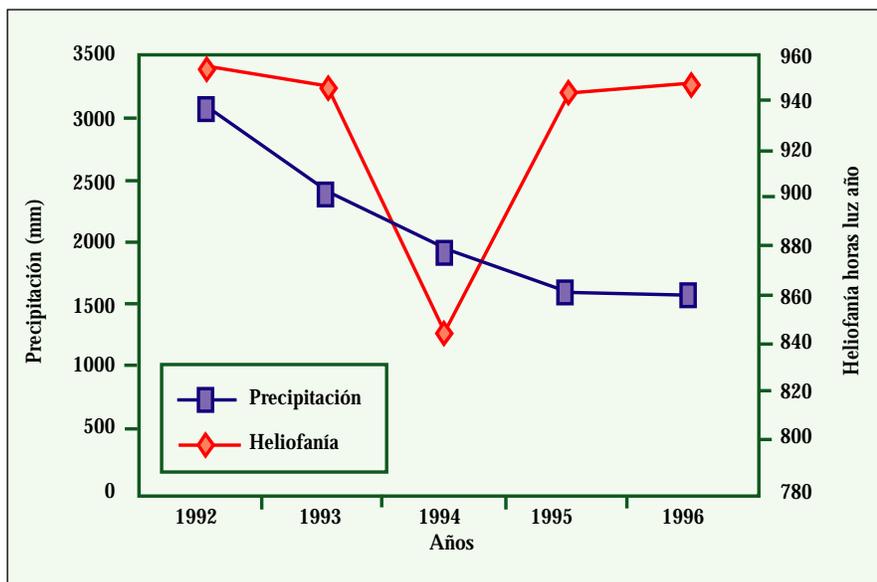


Figura 5. Distribución de la precipitación y la heliofanía en el área experimental en el período 1992-1996.

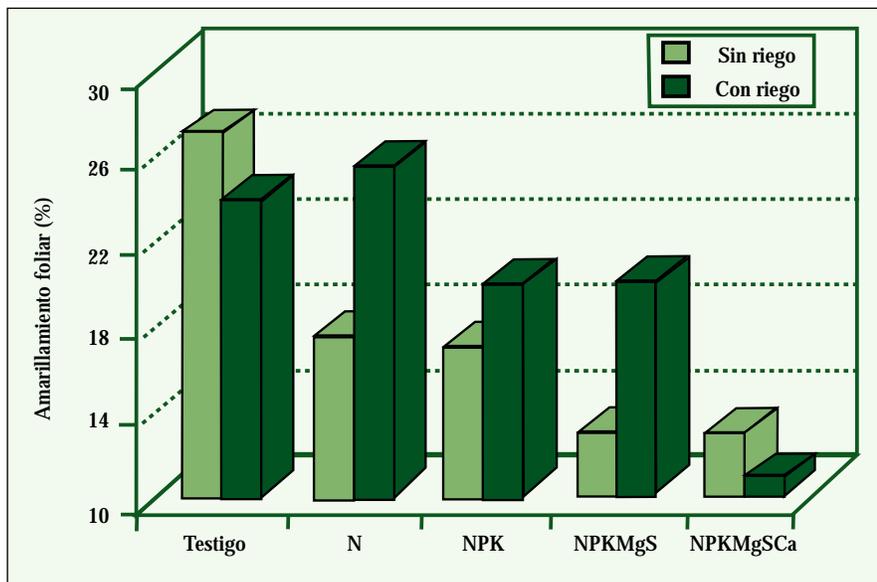


Figura 6. Efecto de la fertilización y el riego en el amarillamiento de la palma, síntoma común en las plantaciones de palma de Ecuador, que se atribuye a un desbalance nutricional.

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 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

MANEJO DEL BORO DE ACUERDO A SU MOVILIDAD EN LA PLANTA

Patrick H. Brown y Hening Hu*

Introducción

En todas las regiones agrícolas del mundo se encuentran síntomas de deficiencia y toxicidad de boro (B). La identificación y la corrección de estos desequilibrios requieren de un buen conocimiento de los procesos que gobiernan la absorción, movilización y distribución del B en la planta.

El boro: móvil o inmóvil en los tejidos de la planta?

Actualmente se conoce que el B es móvil en el floema de todas las especies que utilizan polioles (azúcares simples) como un metabolito fotosintético primario. En estas especies, un complejo poliol-B-poliol se forma en los tejidos fotosintéticos y es transportado en el floema hacia zonas de acumulación activa, como los meristemas vegetativos o reproductivos. En especies que no producen cantidades significativas de polioles, el B, una vez transportado hasta la hoja a través del flujo transpiratorio, no puede reentrar en el floema, dando como resultado una completa inmovilidad de este elemento en la hoja.

En especies en las cuales el B es inmóvil, éste se trasloca con el flujo de la transpiración, y una vez que entra en una hoja tiende a permanecer allí. En estas especies, el B se acumula en las partes terminales de las venas de las hojas. Con frecuencia, se encuentra una gradiente abrupta en la concentración de B en la hoja de modo que la concentración en el peciolo o nervadura central es menor que en la lámina media y ésta es a su vez menor que en los márgenes y ápices. Este principio se ilustra en la Figura 1, donde se compara la distribución de B en una hoja madura de manzano y de nogal. En nogal, donde el B es inmóvil, la mayor acumulación se presenta en el ápice y en el margen de la hoja.

Distribución del boro en los tejidos de la planta

La Figura 1 ilustra además la distribución de B en el manzano. En la hoja de esa especie, las concentraciones de B fueron significativamente menores que en la de nogal, y hubo muy poca diferencia en la acumulación a lo largo de la hoja. La distribución uniforme de B en el tejido del manzano no tiene correlación con el patrón de nervaduras de las hojas y no concuerda con la hipótesis de que la distribución de B está determinada exclusivamente por

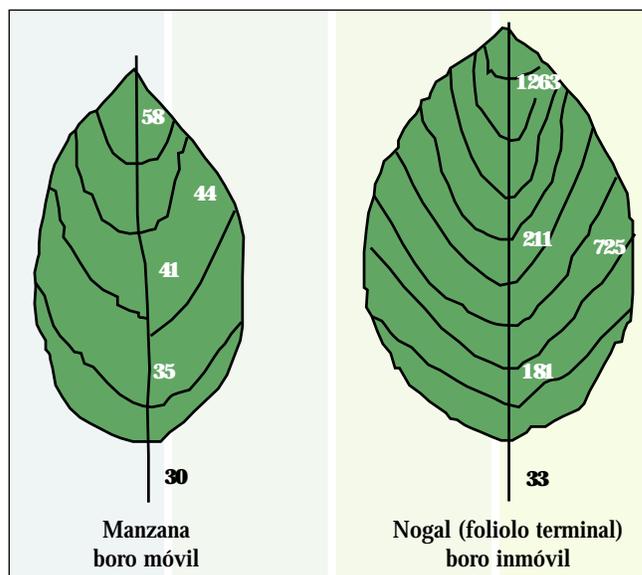


Figura 1. Concentración de B en la hoja (ppm) de manzano y de nogal, en condiciones de campo. Las hojas se colectaron al final del período de crecimiento. Las dos especies crecieron muy próximas una de la otra y recibieron la misma cantidad de riego.

la transpiración. La misma distribución se observó en almendro, melocotón y ciruela, sugiriendo que la distribución de B en estas especies no está gobernada por la transpiración ni por su movilidad en el floema. La evidencia de la movilidad o inmovilidad del B en el floema también se percibe a través de la distribución del B dentro de los diferentes órganos de la planta. En condiciones de campo, por ejemplo, el pistacho y el nogal contienen la mayor concentración de B en las hojas maduras y menor concentración en el fruto y en el tejido de la semilla (Tabla 1). En almendro y manzano, cultivados en el mismo sitio, se encontró mayor concentración de B en la cáscara externa y en la piel del fruto y menor concentración en las hojas (Tabla 1).

La concentración de B, en hojas de diferente edad de la misma especie, proporciona evidencia de la movilidad de B. Concentraciones más altas de B en hojas viejas o maduras comparadas con las concentraciones en hojas más jóvenes evidencian la inmovilidad. Por el contrario, concentraciones más altas de B en hojas jóvenes son un indicativo de movilidad del B, debido a que estas hojas transpiran menos que las hojas más viejas.

* Tomado de: Brown, P., and H. Hu. 1998. Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops* 82(2): 28-31.

Tabla 1. Concentración de B en hoja y partes del fruto en cuatro especies arbóreas.

| Organo | B móvil | | B inmóvil | |
|-----------------|------------------|------------|-----------|-------|
| | Almendra | Manzano | Pistacho | Nogal |
| | ----- ppm* ----- | | | |
| Hoja | 42 | 41 | 130 | 295 |
| Cáscara externa | 170 | 51 (piel) | 33 | 40 |
| Cáscara interna | 34 | 34 (pulpa) | 2 | 9 |
| Semilla | 43 | 54 (hueso) | 1 | 4 |

* Contenido en base a materia seca

Tabla 2. Concentración foliar de B (ppm en base a materia seca) a lo largo de una rama joven, en varias especies de plantas.

| Especie | Sector en la rama | | | Movilidad de B |
|-----------|-------------------|---------|--------|----------------|
| | Basal | Mediano | Apical | |
| Fresa | 512 | 176 | 68 | Inmóvil |
| Nuez | 304 | 127 | 48 | Inmóvil |
| Pecano | 303 | 119 | 30 | Inmóvil |
| Tomate | 721 | 318 | 94 | Inmóvil |
| Almendro | 45 | 60 | 81 | Móvil |
| Apio | 32 | 49 | 104 | Móvil |
| Manzano | 50 | 56 | 70 | Móvil |
| Melocotón | 53 | 57 | 208 | Móvil |
| Níspero | 72 | 101 | 162 | Móvil |
| Olivo | 42 | 51 | 56 | Móvil |
| Pera | 42 | 57 | 62 | Móvil |
| Uva | 74 | 55 | 88 | Móvil |

Los datos de la Tabla 2 sugieren que el B es inmóvil en el floema de pecanos, tomate, fresa y nogal y móvil en el floema de manzana, albaricoque, pera, uva, melocotón, apio y aceituna. Esta diferencia en el sitio de acumulación de B en los tejidos determina donde aparecen los síntomas de toxicidad de B dentro de la planta.

Síntomas de toxicidad de B

La diferencia de movilidad determina la diferente expresión de los síntomas de toxicidad de B en las plantas. En aquellas en las cuales el B es inmóvil, el nutriente se acumula siempre en el ápice y en los bordes de las hojas viejas, como en el nogal de la Figura 1, los síntomas de toxicidad de B en estas especies se presentan siempre como quemaduras en los márgenes y en la punta de las hojas (Foto 1, pistacho).

Por otro lado, en las plantas en las cuales el B es móvil, la toxicidad de B se presenta como muerte descendente de los brotes jóvenes (Foto 2, almendra), abundante secreción de resina en la axila de la hoja y presencia de lesiones corchosas de color marrón a lo largo del tallo y los pecíolos (Foto 3, almendra), en lugar de la

quemadura marginal en la hoja. La muerte descendente inducida por la toxicidad de B se observa en almendra, manzano, albaricoque, cerezo, melocotón, pera y ciruela. La presencia de estos síntomas “poco comunes” de toxicidad de B no se restringe solamente a plantas de los géneros *Prunus*, *Malus* y *Pyrus*, como se discute arriba. Por ejemplo, el apio responde a la toxicidad de B produciendo hojas jóvenes deformadas, tallos amargos y deformes, sin síntomas de quemaduras en el margen foliar. Se conoce que el B es móvil en el floema del apio, toda vez que el apio, al igual que los miembros del género *Prunus*, utiliza un poliol como fotosintetato primario de transporte de B. Los dos tipos de síntomas de toxicidad de B descritos arriba son consecuencia de la diferencia de movilidad del B. En resumen, para las especies en las cuales el B es inmóvil, la toxicidad de B se muestra como quemadura del ápice /margen de hojas viejas, y para las especies en las cuales el B es móvil, la muerte descendente es el síntoma primario de la toxicidad de B.

Diagnóstico de la deficiencia y toxicidad de boro

En general, en la mayoría de especies, el B es inmóvil debido a que no se desplaza en el floema, sin embargo, el B también es móvil en muchos cultivos importantes como los que se presentan en la Tabla 2. Estudios preliminares sugieren también que muchas otras especies pueden exhibir movilidad de B en el floema (por ejemplo café), sin embargo, esto debe todavía verificarse.

La diferencia de movilidad del B, presentada arriba, también influye en el diagnóstico del estado nutricional del nutriente en la planta y la corrección de la deficiencia o toxicidad. Las técnicas de muestreo practicadas actualmente y la descripción de los síntomas se basan en la premisa de que el B es inmóvil en la planta. Sin embargo, la selección del tejido a muestrearse y la determinación de la concentración crítica del nutriente depende de la movilidad del B en el floema. La Tabla 2 demuestra que el B no se acumula en las hojas más viejas de especies en las cuales el B es móvil, es decir, las hojas viejas no son adecuadas para la determinación de la toxicidad de B en esas especies. Las



Foto 1. El B es inmóvil en pistacho y los síntomas de toxicidad aparecen como quemaduras en la punta y en los márgenes de las hojas más viejas.



Foto 2. El B es móvil en almendra, la toxicidad puede causar muerte descendente de los brotes nuevos.

hojas apicales jóvenes o el tejido del fruto son mejores indicativos para estas especies (Tablas 1 y 2). Esta observación condujo a difundir la determinación de B en la cáscara externa del fruto del almendro, en California, para definir el estado nutricional de B. Sin embargo, en especies con movilidad limitada, la concentración del elemento en hojas viejas (Tabla 2), permanece como un buen indicativo de la toxicidad de B.

El diagnosticar la deficiencia de B en hojas recientemente maduras o completamente expandidas no es adecuado si el elemento es inmóvil en el floema. Esto se debe a que la concentración de B en una hoja desarrollada no refleja el estado del B en los tejidos en crecimiento, en los cuales un suplemento de B constante es muy crítico. En este caso, el diagnóstico solo será posible al muestrear los tejidos en crecimiento. Este es por naturaleza un proceso difícil e inconsistente, pero el único enfoque válido. En contraste, en las especies con movilidad, las hojas maduras son apropiadas para detectar la deficiencia ya que este contenido refleja el estado del B en toda la planta, inclusive en tejidos

jóvenes en crecimiento. En estas especies, la disminución del contenido de B en el suelo no tendrá impacto en el crecimiento de los tejidos meristemáticos hasta que el reservorio de B soluble de los tejidos maduros se agote.

Manejo de la fertilización con boro

El manejo de fertilización de cultivos con B está directamente influenciado por los patrones de movilidad del elemento en la planta. La evidencia experimental demuestra claramente que el B aplicado vía foliar es retranslocado hacia los órganos en crecimiento en las especies con significativa movilidad en el floema. Esto sugiere que las aplicaciones foliares de B pueden usarse efectivamente en cualquier momento que estén presentes hojas funcionales, para corregir la deficiencia y suplir B para los futuros tejidos de la flor y el fruto. Se ha observado beneficios significativos de la aplicación foliar de B en la fructificación en muchas especies frutales como la almendra, ciruelo y otros, como consecuencia de la



Foto 3. Síntomas de toxicidad de B en almendro: secreción abundante de resina en la axila de la hoja y apareamiento de lesiones corchosas de color marrón a lo largo del tallo y pecíolos.

movilidad del B.

Sin embargo, en especies en las cuales el B es inmóvil, El B aplicado vía foliar no se transloca del sitio de aplicación y no puede suplir los requerimientos de B del tejido aún no formado.

Continúa en la página No.13

FUNCIONES DEL FOSFORO EN LAS PLANTAS*

Introducción

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %.

Absorción y transporte de fósforo

El P penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos. El P es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH.

Una vez dentro de la raíz, el P puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). El P se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato y como P incorporado

en los compuestos orgánicos formados. De esta forma el P se mueve a otras partes de la planta donde estará disponible para más reacciones.

Reacciones de energía en la planta

El P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADF y ATF a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta.

Fotosíntesis

La reacción química más importante en la naturaleza es la fotosíntesis. Esta reacción utiliza energía luminosa, en presencia de clorofila, para combinar el dióxido de carbono y el agua en azúcares simples. En este proceso, la energía solar es capturada en la ATF e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para muchas otras reacciones dentro de la planta. Por otro lado, los azúcares formados se usan como bloques para construir otras células estructurales y compuestos para almacenamiento.

Transferencia genética

El P es un componente vital de las sustancias que forman los genes y cromosomas. De esta forma, este

elemento es parte esencial de los procesos que transfieren el código genético de una generación a la siguiente, proveyendo el mapa genético para todos los aspectos de crecimiento y reproducción de la planta.

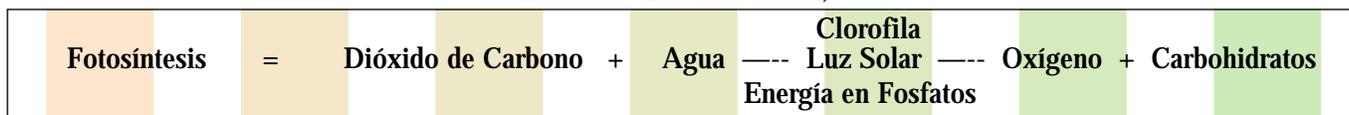
El adecuado suplemento de P es esencial para el desarrollo de nuevas células y para la transferencia del código genético de una célula a otra, a medida que se desarrollan nuevas células. Abundante cantidad de P se acumula en las semillas y en el fruto donde es esencial para la formación y desarrollo de la semilla.

El P es también parte de la fitina, que es la principal forma de almacenamiento de P en la semilla. Alrededor del 50% del P total en las semillas de las leguminosas y del 60 al 70% en los cereales se almacena como fitina o compuestos muy parecidos. Un mal suplemento de P puede reducir el tamaño, número y viabilidad de las semillas.

Transporte de nutrientes

Las células de las plantas pueden acumular nutrientes en concentraciones mucho mayores a las que están presentes en la solución del suelo que les rodea. Esta condición permite que las raíces extraigan nutrientes de la solución del suelo donde se encuentran en concentraciones muy bajas.

El movimiento de nutrientes dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere de energía para contrarrestar las fuerzas de osmosis.



Tomado de: *Functions of Phosphorus in Plants. Better crops* 83(1):6-7.

De nuevo aquí, la ATF y otros compuestos fosfatados proveen la energía necesaria para el proceso.

Deficiencia de fósforo

El adecuado suplemento de P permite que los procesos descritos arriba operen en condiciones óptimas y que el crecimiento y reproducción de la planta procedan a paso normal.

El efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas (Foto 1). El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento

de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de P, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. Generalmente, el P inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continua la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis. Esto resulta en una acumulación de carbohidratos y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. En algunos cultivos, las hojas deficientes en P desarrollan un color púrpura, ejemplos son el tomate y el maíz (Foto 2).

Debido a que el P es fácilmente

movilizado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente el P se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta (Foto 3). Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de P generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento.

Otros efectos de la deficiencia de P en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.^e



Foto 1. Drástica reducción de crecimiento de la papa por falta de P.



Foto 2. Color púrpura en maíz como síntoma clásico de deficiencia de P.



Foto 3. Deficiencia de P en caña de azúcar. El síntoma aparece en las hojas viejas (móvil).



Foto 4. Tronco de palma aceitera en forma de pirámide como síntoma de deficiencia de P.

CURVAS DE ABSORCION DE NUTRIENTES: IMPORTANCIA Y USO EN LOS PROGRAMAS DE FERTILIZACION

Hernán Sancho V.*

Introducción

Una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutriente y representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida. La extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos, los más sobresalientes son:

Factores internos

1. El potencial genético de la planta. Por esta razón es ideal determinar la curva de extracción para cada cultivar.
2. Edad de la planta, o estado de desarrollo de la misma. La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Con esto se pueden asociar puntos de máxima absorción con puntos claves de desarrollo como prefloración, floración, fructificación etc.

Factores externos

Los factores externos son aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.

Como elaborar una curva de absorción de nutrientes

1. Seleccionar el cultivar a estudiarse (es importante no mezclar plantas genéticamente diferentes en una misma curva).
2. Seleccionar plantas tipo para el muestreo secuencial de biomasa. Estas plantas deben estar desarrollándose en condiciones ideales de suelo y manejo.

3. Definir las etapas fenológicas más importantes del ciclo de cultivo. Cada una de estas etapas fenológicas debe estar representada en el muestreo. Generalmente se las determina en días después de la siembra o trasplante.
4. Tomar por lo menos tres muestras en cada etapa fenológica previamente determinada.
5. Dividir las plantas muestreadas en sus diferentes tejidos morfológicos (raíz, tallo, hojas, peciolo, frutos etc.). Esto depende de la minuciosidad del experimento.
6. Medir el peso fresco de las muestras y enviarlas al laboratorio para la determinación de peso seco, humedad y contenido de nutrientes.
7. Calcular el peso seco promedio y el contenido promedio de nutrientes de las plantas muestreadas y determinar la cantidad de biomasa acumulada y las cantidades de nutrientes extraídas por el cultivo en gramos por planta. Conociendo la población por área se puede calcular la extracción en kg/ha.
8. Graficar la curva de crecimiento (materia seca acumulada en cada estado de muestreo) y la curva de absorción (cantidades extraídas de cada elemento en cada estado de muestreo).

Importancia y utilidad de las curvas de absorción

Conociendo el comportamiento de las curvas de absorción se determinan las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. Esto a su vez permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los

programas de fertilización, que generalmente deberán ocurrir una dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes. Con esto se logra maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes.

Las curvas de absorción permiten también conocer la calidad nutritiva, en cuanto a contenidos de nutrientes, de las partes de la planta de consumo humano o animal.

A continuación se presentan curvas de absorción en fresa (*Fragaria x ananasa* cv. Chandler), melón (*Cucumis melo* cv. Honey Dew), sandía (*Citrullus lanatus* cv. Crimson Jewel), y plátano (*Musa AAB* clon curaré semi gigante).

Fresa

Las curvas de absorción en fresa estudiadas por Molina, et al. (1993), demostraron que la absorción de nutrientes durante las primeras nueve semanas de establecida la plantación es muy baja, luego se incrementa la absorción de los diferentes elementos encontrándose que los valores máximos de absorción ocurren en las semanas 18, 23 y 28, etapas que coinciden con las etapas de mayor producción de frutos. El período de mayor absorción se encuentra entre las semanas 9 y 26 y las épocas de aplicación de fertilizantes que venían siendo utilizadas en Costa Rica no reflejaban los picos altos de requerimientos de nutrientes.

Basándose en los datos obtenidos en el estudio de absorción de nutrientes a través del tiempo se determinó que, en términos prácticos, la fertilización de la fresa puede distribuirse en 3 etapas importantes del cultivo. Durante

* Director Técnico FERTICA, Costa Rica. Apartado 5350-1000. San José, Costa Rica.

las primeras 12 semanas se debe agregar el 20% del fertilizante requerido, en el período comprendido entre las semanas 12 y 18 se debe aplicar 40% y entre las semanas 20 y 24 se debe aplicar el restante 40%.

En la Figura 1 se presenta las curvas de absorción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en fresa.

Melón y Sandía

Estudios conducidos por Berstch y Ramírez (datos por publicar) demostraron, en melón y sandía, el siguiente comportamiento de las curvas de absorción.

En melón, las etapas de máxima absorción, y por lo tanto las etapas de mayor necesidad de nutrientes, son la de emisión de guías (22-33 días después de la siembra, d.d.s.) y la de llenado de frutos (46-54 d.d.s.). Hasta los 33 días el cultivo ha consumido el 50% de N y K, indicando que hasta ese se deben haber aplicado cantidades equivalentes de estos nutrientes. Los datos demuestran que el K es el nutriente que más se trasloca al fruto.

En sandía, los épocas de máxima absorción coinciden con la emisión de guías e inicio de floración (33-40

d.d.s.) y después del pico de floración e inicio de llenado de frutos. El 60% del N se consume antes de los 40 d.d.s., el P sufre una absorción más gradual, mientras que el K sólo ha consumido un 35% del total a los 40 d.d.s.

En la Figura 2 se presentan las curvas de absorción en N, P y K en estos cultivos.

Plátano

Las curvas de absorción de plátano (Musa AAB clon curaré semi gigante) calculadas por Sancho (datos sin publicar) demostraron que la absorción de nutrientes fue

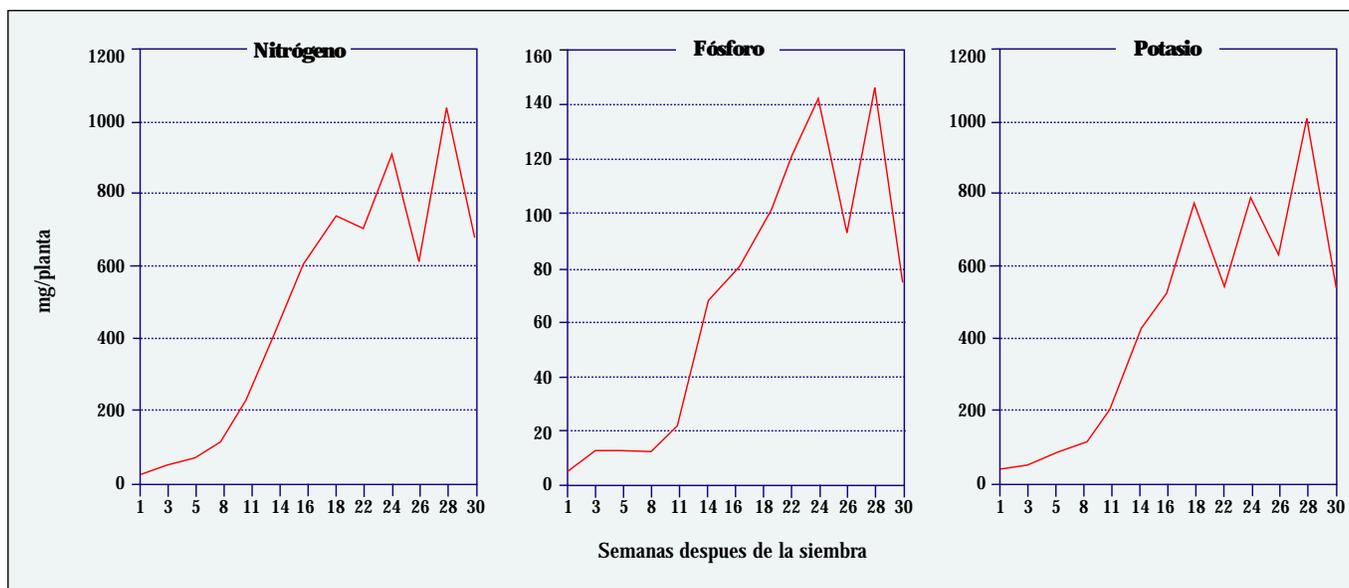


Figura 1. Curvas de absorción de N, P y K en fresa, cv Chandler (Molina et al., 1993).

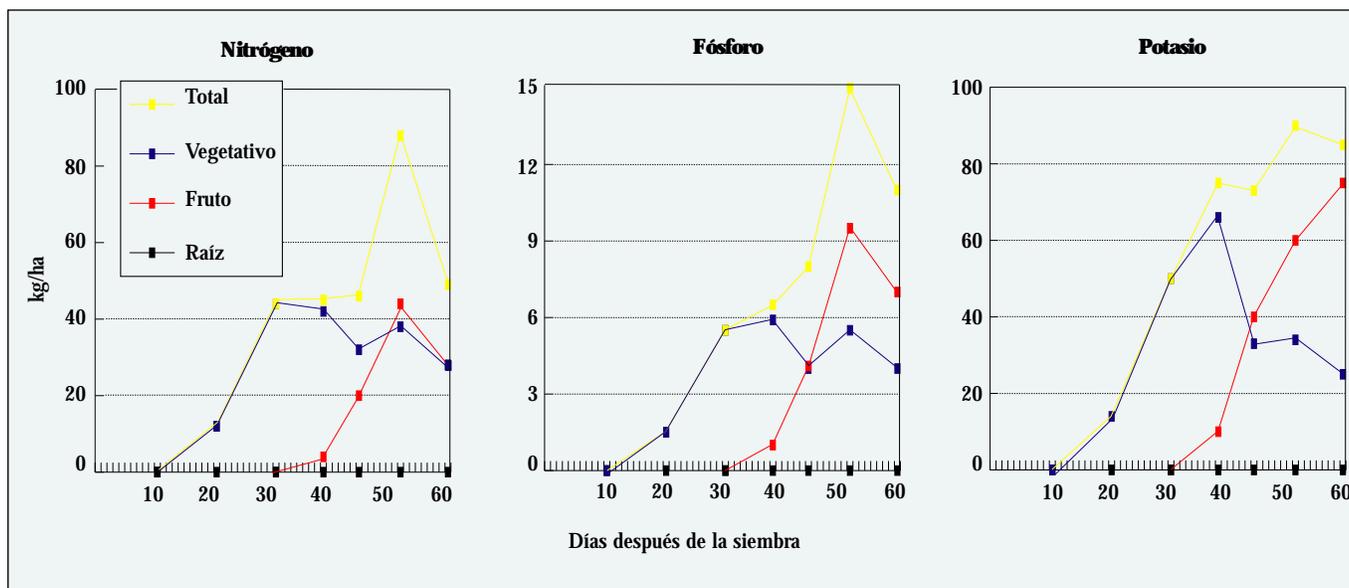


Figura 2. Curvas de absorción de N, P y K de melón "Honey Dew" (Berstch y Ramírez, datos sin publicar).

lenta durante la emisión de las primeras 16 hojas por la planta. A partir de este momento la planta incrementa la acumulación de nutrientes, lo que coincide con el establecimiento de los "hijos" y antecede a la diferenciación floral que ocurre alrededor de la hoja 22. La mayor absorción ocurre entre la hoja 16 y la emergencia de la inflorescencia. Este comportamiento sugiere un cambio en las prácticas de fertilización que actualmente se realizan en este cultivo.

Con base a las curvas y las tasas porcentuales de absorción se recomienda que en este clon de plátano la fertilización se puede dividir en tres etapas: hasta la emisión de la hoja 15 se puede agregar del 10 a 15% del fertilizante a aplicar. Durante el período comprendido entre hoja 15 y la hoja 22 el 50% del total y finalmente el 40% restante entre la

hoja 24 y la emergencia de la inflorescencia (parición).

Bibliografía

Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. Costa Rica, ACCS. 157 p.

Bertsch, F. y F. Ramírez. (por publicar). Curvas de crecimiento y de absorción de nutrientes en melón (Cucumis

melo cv. Honey Dew) y sandía (Citrullus lanatus cvg. Crimson Jewel).

Molina, E., R. Salas, y A. Castro. 1993. Curvas de crecimiento y absorción de nutrimentos en fresa (Fragaria x ananasa cv. Chandler) en Alajuela. Agronomía Costarricense 17(1):67-73.e



MANEJO DEL BORO DE ACUERDO A SU MOVILIDAD Cont..

En consecuencia, en estas especies las aplicaciones de B para corregir la deficiencia se deben hacer directamente en el tejido de interés. En frutales donde el B es inmóvil, pero esencial para el proceso de floración, las aplicaciones de B son efectivas cuando se localizan directamente en los botones florales o en las flores.

Resumen

El conocimiento de la relativa movilidad del B en una especie en particular determina el enfoque a utilizar para el muestreo de tejido y para el diagnóstico del estado nutricional del B. Este conocimiento también determina la mejor estrategia de fertilización y ayuda a comprender las causas y las consecuencias de la deficiencia de B en el cultivo. Al momento se están conduciendo trabajos adicionales

para caracterizar plenamente los patrones de movilidad del B en diversas especies de plantas. Sin embargo, se pueden hacer algunas predicciones para algunos cultivos importantes:

- u En maíz, trigo, alfalfa y hortalizas, excepto las citadas anteriormente en este artículo, el B es inmóvil y por esta razón debe suplirse durante todos los estadios de crecimiento de la planta.
- u En esta especie, la aplicación foliar de B corrige la deficiencia en los tejidos actuales, pero esta aplicación tiene poco efecto en los futuros brotes.
- u Algunas especies pueden tener cultivares en los cuales el B puede presentar cierta movilidad. Esto explica las

diferencias en sensibilidad a la deficiencia de B que ocasionalmente se observan entre cultivares. Es necesario investigación futura al respecto.

Bibliografía

Brown, P. H. y S. J. Barry. Boron mobility in plants. Plant and soil, v. 193, p.85-101, 1997.

Brown, P. H. y H. Hu. Phloem mobility of boron in species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. Annals of Botany, v.77, p.497-505, 1996.

Hu, H. S., G. Penn., C. B. Lebrilla., y P. H. Brown. Isolation and characterization of soluble B-complexes in higher plants. Plant Physiology, v.113, p.649-655, 1997.e

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

RESPUESTA DEL CAFETO A LA APLICACION DE DOSIS DE BORO AL SUELO EN DOS Y TRES EPOCAS, EN ANDISOLES DE HEREDIA, COSTA RICA

Ramírez, J. E. 1998. Respuesta del café a la aplicación de dosis de boro al suelo en dos y tres épocas, en andisoles de Heredia, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 22(1):19-26.

En una plantación de cv. Caturra de 4 años de edad, ubicado en un Dystric Huplustand de Heredia, Costa Rica, se evaluó el efecto de dosis crecientes de B, aplicadas al suelo en 2 y 3 épocas, sobre la producción de café. También se determinó el contenido de B en el suelo y las hojas, y la relación Ca/B por tratamiento. Además, se realizó una evaluación de campo para medir la toxicidad inducida por las dosis. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. La mayor producción se obtuvo con la aplicación de 40 kg/ha de B₂O₃ fraccionado en 3 épocas, mayo, agosto y noviembre. La producción decreció cuando se aumentaron las dosis a partir de 40 kg. La producción aumentó cuando se aplicó B al final del periodo lluvioso. El uso de dosis creciente de B desplazó la relación Ca/B hacia valores indicativos de toxicidad. Todos los tratamientos indujeron algún grado de toxicidad, excepto la aplicación de 20 kg/ha de B₂O₃.e

ASPECTOS FENOLOGICOS Y VARIACION ESTACIONAL DE N, P y K FOLIAR PARA Macadamia integrifolia, CLON 508, EN ATIRRO, JIMENEZ, COSTA RICA

Bertch, F., A.C. Jiménez, J. Gabriel, y E. Hidalgo, 1998. Aspectos fenológicos y variación estacional de N, P y K foliar para *Macadamia integrifolia*, clon 508, en Atirro, Jiménez, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 22(1):27-41.

Para la zona de Atirro, en Cartago, como punto representativo de una de las primeras regiones utilizadas para la siembra de *Macadamia integrifolia* en Costa Rica, se presenta y discute el comportamiento fenológico del clon 508. En un año se presentan 2 picos de crecimiento vegetativo, seguidos por 2 picos de producción, 7 a 8 meses después de cada floración. También, con base en la información de análisis foliares mensuales, generada por una serie de experimentos nutricionales realizados en esa zona entre marzo de 1989 y octubre de 1993, se confeccionaron las curvas de variación estacional de la concentración de N, P y K en el tejido foliar del cultivo. Los valores de concentración foliar más frecuentes a lo largo del año, fueron: 1.4% para N, 0.07% para P y 0.6% para K, los cuales, como coinciden con los niveles críticos preestablecidos en la literatura, pueden usarse como buenos indicadores del estado nutricional de una plantación de macadamia. La forma más segura de extrapolar la información de estas curvas de variación estacional foliar, es

asociando las fluctuaciones de los nutrientes directamente con los fenómenos de crecimiento. En términos generales, durante el crecimiento vegetativo aumentan los % de N y K, en prefloración disminuye el % de K, durante la posfloración disminuye el % de N, durante la cosecha disminuye el % de K y al final de la cosecha, baja el % de N. El % de P se mantiene más o menos constante en el tejido foliar a lo largo del año. Las mejores épocas de muestreo son aquellas en las que no se presentan fenómenos de crecimiento demasiado acentuados o las que combinan diferentes efectos que promedian y estabilizan el comportamiento de los nutrientes. En esta zona esos meses fueron alrededor de mayo y octubre.e

ALTERACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO Y RESPUESTA DE LA SOYA A LA CAL Y AL YESO APLICADOS EN LA SUPERFICIE EN SISTEMA DE CULTIVO SIN PREPARACION DEL SUELO

Caires, E. F., W. A. Chueiri, E. F. Madruga y A. Figueiredo. 1998. Alteracoes de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo: R. Bras. Ci. Solo, 22:27-34.

El experimento se desarrolló en un Latosol Rojo Oscuro distrófico en Ponta Grossa (PR), con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de cal y yeso en la superficie sobre las características químicas del suelo y la respuesta de la soya cultivada en sistemas de cultivo sin preparación del suelo. El diseño experimental empleado fue de bloques al azar, en parcela subdividida, con 3 repeticiones. Se utilizaron 4 dosis de cal dolomítica con 84% de PRNT: 0, 2, 4 y 6 t ha⁻¹, y 4 dosis de yeso agrícola: 0, 4, 8 y 12 t ha⁻¹. El encalado se realizó en julio y la aplicación de yeso en noviembre de 1993. La evaluación de la soya se realizó en los años agrícolas 1993/94 y 1995/96. La soya no respondió a la aplicación de cal y yeso superficial, en un suelo de pH (CaCl₂ 0.01 mol L⁻¹) 4.5 y 32% de saturación de bases en la capa de 0-20 cm. El encalado proporcionó corrección de la acidez del suelo, mediante la elevación del pH y la reducción del Al intercambiable, en capas subsuperficiales y hasta profundidades de 10 cm. Lo que demuestra que la acción de cal aplicada en la superficie, en áreas con cultivos ya establecidos, no preparadas convencionalmente, puede alcanzar capas más profundas en el suelo. Ese efecto se observó 12 meses después de la aplicación de la enmienda y mayormente después de 28 meses. La aplicación de yeso causó reducción del Al intercambiable, elevó los contenidos de calcio en todo el perfil y provocó lixiviación de bases, principalmente de Mg, la cual se acentuó debido a la presencia del mayor contenido de Mg intercambiable en el suelo. Luego de 24 meses se recuperaron cerca del 40% del S-SO₄ y 60% de Ca proveniente de la aplicación de 12 t ha⁻¹ de yeso, hasta una profundidad de 80 cm. Del total recuperado, apenas 10% del S-SO₄ y 25% de Ca se encontraron en la capa de 0-20 cm de suelo.e

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. GLOBAL SOY FORUM '99

ORGANIZA : National Soybean Research
Laboratory
LUGAR : Chicago, USA
FECHA : 4 - 7 de agosto, 1999
INFORMACION : National Soybean Research
Laboratory
1101 West Peabody
Room 165
Urbana IL 61801 USA
Telf.: 217 244 7384
Fax.: 217 244 1707
E-mail: gsf99@uiuc.edu

3. XIV CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Internacional de
la Ciencia del Suelo
LUGAR : Pucon, Chile
FECHA : 8 - 12 de noviembre, 1999
INFORMACION : Prof. Itilier Salazar Quintana
Universidad de la Frontera
Av. Fco. Salazar No. 01145
Casilla 54 - D
Temuco - Chile
Telf.: 56 45 252627
Fax.: 56 45 252547
E-mail: clacs99@werken.ufro.cl

5. SIMPOSIO INTERNACIONAL DE CAFE Y CACAO

ORGANIZA : CUBACAFE
LUGAR : Santiago de Cuba
FECHA : 25 - 27 noviembre, 1999
INFORMACION : Dr. Carlos Bustamante
Estación Central Invest.
de Café y Cacao
Cruce de los Baños
C. P. 92700
Santiago de Cuba
E-mail: cbust@ecicc.ciges.inf.cu

2. CONFERENCIA SOBRE SISTEMAS DE MANEJO ESPECIFICO DE SUELOS Y CULTIVOS Y SISTEMAS DE COMUNICACION COMPUTARIZADA PARA AGRICULTURA

ORGANIZA : PPI - FAR
LUGAR : Purdue University
West Lafayette, Indiana,
USA
FECHA : 9 - 11 de agosto, 1999
INFORMACION : Phyllis Pates, PPI
772 22nd Ave. South
Brookings, SD 57006
USA
Telf.: 605 6926280
Fax.: 605 6977149
E-mail: ppates@ppi-far.org

4. XLV REUNIO ANUAL DE LA SOCIEDAD INTERNACIONAL DE HORTICULTURA TROPICAL

ORGANIZA : Universidad Nacional
Agraria la Molina
LUGAR : Lima - Perú
FECHA : 15 - 19 noviembre, 1999
INFORMACION : E-mail:
dhorticultura@lamolina.edu.pe

6. XIV CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Venezolana de
la Ciencia del Suelo
LUGAR : Barquisimeto, Venezuela
FECHA : 30 nov. al 4 dic. 1999
INFORMACION : Ing. Reina Pérez de Roberti
Univ. Centraoccidental
Lisandro Alvarado
Telf.: 51 592310
Fax.: 51 592304
E-mail: lroberti@sa.omnes.net

PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo

| | | US \$ |
|---|--|----------|
| U | NUEVO Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del café como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos | \$ 20.00 |
| U | Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo. | \$ 15.00 |
| U | Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera. Guía de bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y cómo éstas podrían prevenirse o remediarse. | \$ 8.00 |
| U | POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna. Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos. | \$ 4.00 |
| U | Manual de Nutrición y Fertilización del Banano: Una Visión práctica de la fertilización. Documento que resalta modernos conceptos de nutrición y fertilización de banano y que permite lograr recomendaciones prácticas sobre dosis de nutrimentos necesarios para lograr altos rendimientos sostenidos de banano. | \$ 20.00 |
| U | Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos. Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón. | \$ 5.00 |
| U | Nutrición de la Caña de Azúcar. Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña. | \$ 20.00 |
| U | Nutrición y Fertilización del Maracuyá. Esta publicación contribuye al mejoramiento de la producción de esta pasiflora al entregar a los productores, investigadores y estudiantes una discusión actualizada de la nutrición y fertilización del Maracuyá. | \$ 5.00 |
| U | Conozca y Resuelva los Problemas Nutricionales de los Cultivos. Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición de cultivos, como guía para la obtención de rendimientos altos. Disponibles: Maíz y Espárrago. | \$ 0.50 |
| U | Conceptos Agronómicos. Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos. | \$ 0.50 |

PEDIDOS DE PUBLICACIONES: Las publicaciones de INPOFOS pueden ser adquiridas en las siguientes direcciones:

COLOMBIA: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 601. Telf. y Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@ibm.net. Bogotá, Colombia.

COSTA RICA: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). Código Postal 2060. Telf.: 224-3712 Fax: 224-9367 E-mail: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr. San José, Costa Rica.

EN OTROS PAISES: Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (3.00 US \$ dólares por publicación).