

Variación en la concentración foliar del guayabo (*Psidium guajava* L.) y su relación con el rendimiento del cultivo.¹

Variation of foliar concentration of some nutrients in guava (*Psidium guajava* L.) and its relationship with crop yield

E. Rendiles O¹., M. Marín L., C. Castro de R. y O. Ferrer M.

La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Venezuela

Resumen

Se estudió la variación de nutrimentos en el cultivo del guayabo y su relación con el rendimiento, en un campo experimental del municipio Mara del estado Zulia (11° 00' LN -71° 00' LO), se seleccionaron 24 plantas similares en porte y frondosidad; organizadas en cuatro grupos. El muestreo foliar se realizó durante 6 meses (primer pico de producción del cultivo Enero- Junio), se muestrearon 40 hojas por planta, recientemente maduras de brotes no fructificados. Se empleó un diseño de agrupamiento al azar, siendo los grupos de plantas cada repetición. Se determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg y Na en las hojas expresadas en porcentaje (p/p) en base seca y se registró los kilogramos (peso) y el número de frutos (NF) producidos por mes, durante la evaluación. Las concentraciones foliares variaron según la fenofases del cultivo, observándose una disminución en todos los nutrimentos en la fase de fructificación del guayabo; se encontró una correlación directa y significativa entre las concentraciones foliares de P, K y Ca, y una asociación directa y significativa entre el K foliar y Kg de fruta producida.

Palabras claves: *Psidium guajava*, nutrición, minerales, diagnóstico foliar, rendimiento.

Abstract

The variations in leaf nutrients concentrations and their relationship with guava yield were studied in an experimental field study in Mara county, Zulia state, Venezuela (11° 00' LN -71° 00' LW). Twenty four similar plants were chosen and organized in 4 groups. Fourty plant leaves from no fruiting shoots

Recibido el 1-4-2002 • Aceptado el 20-10-2003

1 Autor de correspondencia email: myamarte@inia.gov.ve

were harvested during six months, from January to June (first peak of production). Nutrients analysis performed in dry leaves sample for determination of N, P, K, Ca, Mg and Na, expressed in percentages on dry weight basis. Also, the Kilograms (weight) and number of fruits (NF) were registered during the evaluation. It was found that foliar concentrations of minerals tended to decrease with the phase of fruiting. It was observed a significant and direct correlation between the foliar concentration of P, K and Ca and NF, and a significant and direct association between foliar K and yield produced (Kg).

key Words: *Psidium guajava*, nutrition, mineral, diagnosis foliar, yield.

Introducción

En el cultivo del guayabo (*Psidium guajava* L.), al igual que en otros frutales el área de investigación sobre nutrición mineral ha sido poco estudiada en el país, encontrándose algunos trabajos publicados en rubros como: mango (*Mangifera indica* L.) (5), aguacate (*Persea americana* Mill) (5), durazno (*Prunus persica* L) (4), plátano (*Musa* AAB plátano cv. Hartón) (22, 32) y Naranja Valencia (*Citrus sinensis* (L). Osbeck) (33). En el caso del guayabo bajo condiciones de bosque muy seco tropical (16), se han estudiado las concentraciones foliares de minerales, según el tipo de brote y posición de la hoja, encontrándose que las posiciones 3 y 4 de brotes no fructificados con cinco pares de hojas, son las indicadas para el análisis de N (30, 31), P, K, Ca, Mg y Na (30). En materiales clonados de guayabo, creciendo bajo condiciones

de bosque seco, se ha reportado que los contenidos de K, Ca y Mg, fueron los minerales con mayores diferencias entre los muestreos realizados en relación con el crecimiento vegetativo y reproductivo de los clones (20).

La evaluación nutricional de este frutal se convierte en un recurso de diagnóstico útil y confiable, porque considera las condiciones y los factores que pueden estar afectando la respuesta productiva del cultivo (18, 21, 30, 31, 36, 38); mediante el conocimiento de las concentraciones nutrimentales en órganos como las hojas y frutos (15, 25). Por lo tanto, se consideró importante estudiar la condición nutricional de la planta del guayabo y su relación con el rendimiento del cultivo, durante el primer pico de cosecha del guayabo en la zona noroccidental del estado Zulia.

Materiales y métodos

El ensayo se efectuó en el Centro Frutícola del Estado Zulia (CENFRUZU) perteneciente a CORPOZULIA; localizado en el

municipio Mara del estado Zulia (11° 00' N - 71° 30' O) en la Altiplanicie de Maracaibo, al norte de la cuenca del Lago de Maracaibo. Esta estación

experimental se encuentra ubicada en un área clasificada como Bosque muy Seco Tropical (16), caracterizada por presentar una distribución irregular de la lluvia, con dos picos de máxima precipitación, que ocurren en los meses de mayo y octubre, y dos mínimos que se presentan en diciembre-enero y julio-agosto (régimen bimodal). La precipitación varía entre los 400 y 500 mm/año, la temperatura promedio anual fluctúa entre 28 y 30 °C y una evapotranspiración potencial que alcanza valores de 2.500 mm/año. (12). Tradicionalmente, en esta zona, se ha utilizado la extracción de agua subterránea con fines de riego (27), pero el recurso hídrico es escaso, y en la mayoría de los casos las aguas son consideradas de mala calidad, por la alta concentración de sales que estas presentan (2, 28).

De un lote integrado por 80 árboles de guayabo establecidos a pie franco, se escogieron 24 conformando cuatro grupos de seis plantas cada uno, uniformes en porte, frondosidad, forma de la copa y estado fitosanitario, con 2 años y medio de edad, sembrados a una distancia de 7m x 7m en cuadrícula, riego por microaspersión con una frecuencia de aplicación de 2 veces por semana.

Se realizó poda de saneamiento y producción (despunte). Se aplicó un plan de fertilización en base a la aplicación de 10 kilogramos/planta de estiércol de chivo trimestralmente (11), incorporado desde 50 cm del tronco hasta la zona de proyección de la copa, complementado con aspersiones de fertilizante foliar, (Mg

9.00 %, S 3.00 %, B 0.50 %, Cu 1.50 %, Zn 1.50 %, Fe 4.00 %, Mn 4.00 %, y Mo 0.10%, altamente soluble) a una dosis de 10 g/L y 2.5 litro/planta, quincenalmente durante el ensayo; excepto en la última aplicación que se usó 5 g/L. El muestreo foliar se inició 4 meses después de la poda y fertilización para garantizar un estado adecuado de las plantas tales como apariencia vigorosa y aspecto sano; ya que no se debe utilizar plantas que hayan estado sometidas a alguna clase de estrés, como se recomienda para el análisis foliar (24) así mismo, inducir la floración y fructificación simultánea, dado que se trabajó con plantas propagadas por semilla (37). Se tomaron 40 hojas de cada planta por grupo o repetición, recientemente maduras de brotes no fructificados de la periferia y parte media de la copa de los árboles (30); durante los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio, tiempo correspondiente al primer pico de cosecha del cultivo en la zona (6, 30,31).

Las muestras tomadas se colocaron en bolsas plásticas para su transporte al laboratorio en una cava, luego, se lavaron con agua destilada y secaron al ambiente, con la finalidad de eliminar cualquier residuo que pudiera interferir con el análisis químico. Posteriormente, se contaron y pesaron en una balanza Mettler Pc 4400 (expresados en gramos \pm 0.01) para obtener la masa fresca (MF), y se procedió a colocarlas en una estufa a 65° C por un tiempo de 24 a 48 horas hasta obtener masa constante y luego se molieron.

Se tomó 1 gramo de la muestra obtenida de cada planta, conformando una muestra compuesta para cada grupo, la preparación de este material (muestra molida) y los métodos analíticos empleados se realizaron según los procedimientos señalados por la A.O.A.C. (3). Se determinó nitrógeno (N) por el método Kjendahl, fósforo (P) por el método de Metavanadato-molibdato de Amonio, potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) por el método de Espectro Fotometría de Llama. Los resultados se expresaron como la concentración de minerales por masa seca (MS) (gramos de mineral/100 gramos de materia seca).

También se registraron los kilogramos de fruta producida (KgF) por mes y el número de frutos (NF) producidos por mes, para contabilizar el rendimiento para cada grupo de plantas, durante el lapso de tiempo

de evaluación.

Se empleó un diseño de agrupamiento al azar, con cuatro repeticiones conformadas por seis plantas cada una, con el fin de aumentar la precisión del análisis, ya que el número de submuestras tomadas para formar la muestra compuesta puede incidir en el porcentaje de varianza, es decir, estos se correlacionan (24). Se realizó análisis de varianza empleando el procedimiento General Linear Model (S.A.S.). Las pruebas de medias para las variables con resultados significativos ($P < 0.01$) se realizó por el método de los cuadrados mínimos (LSmeans), y se realizó análisis de correlación lineal para establecer el grado de asociación entre las variables concentración de minerales en las hojas, MF de los frutos, MS de los frutos, KgF y NF producidos por grupo.

Resultados y discusión

Concentración de minerales en las hojas

Nitrógeno: La concentración de nitrógeno en las hojas varió significativamente a través de los meses de muestreo, mostrando una tendencia a disminuir con el avance de la fructificación, observándose en el mes de marzo la menor concentración, difiriendo esta significativamente con respecto a los otros meses de muestreo (cuadro 1). Sin embargo, se observó un incremento en el mes de abril, coincidiendo este con la plena producción de las plantas (figuras 1 y 2), a la vez que estas comenzaban una

nueva fase de crecimiento vegetativo y reproductivo. Este comportamiento ha sido señalado anteriormente, encontrándose que el N foliar puede disminuir con el desarrollo, crecimiento y formación de frutos, y al acercarse a otra etapa de crecimiento y/o nueva floración ocurren incrementos en la concentración de éste mineral en las hojas (8, 35). Las concentraciones de N foliar observadas en este estudio oscilaron entre un mínimo de 1.55 y un máximo de 1.90 % (cuadro 2) valores estos similares a otros reportados (30, 31). Por otro lado, bajo otras condiciones edafoclimáticas y empleando

Cuadro 1. Diferencias en la concentración foliar de N, P, K, Ca, Mg y Na en plantas de guayabo durante enero (ENE), febrero (FEB), marzo (MAR), abril (ABR), mayo (MAY), junio (JUN), expresado en porcentaje.

| Conc. | ENE | | FEB | | MAR | | ABR | | MAY | | JUN | |
|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | media | ds | media | ds | media | ds | media | ds | media | ds | media | ds |
| N | 1,73ab | 0,086 | 1,79b | 0,081 | 1,61a | 0,056 | 1,84b | 0,068 | 1,68a | 0,038 | 1,71ab | 0,093 |
| P | 0,19c | 0,005 | 0,19c | 0,007 | 0,14a | 0,011 | 0,14a | 0,004 | 0,15ab | 0,008 | 0,15ab | 0,001 |
| K | 2,49ab | 0,329 | 2,43a | 0,169 | 2,30a | 0,137 | 2,14a | 0,090 | 2,71b | 0,445 | 2,05a | 0,118 |
| Ca | 1,05b | 0,082 | 0,89a | 0,105 | 0,90a | 0,068 | 0,85a | 0,066 | 0,87a | 0,061 | 0,92a | 0,106 |
| Mg | 0,33a | 0,012 | 0,29a | 0,018 | 0,31a | 0,028 | 0,29a | 0,024 | 0,32a | 0,043 | 0,31a | 0,026 |
| Na | 0,33b | 0,040 | 0,28a | 0,040 | 0,32 a | 0,012 | 0,26a | 0,026 | 0,25a | 0,040 | 0,30b | 0,032 |

Medias con letras diferentes son estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

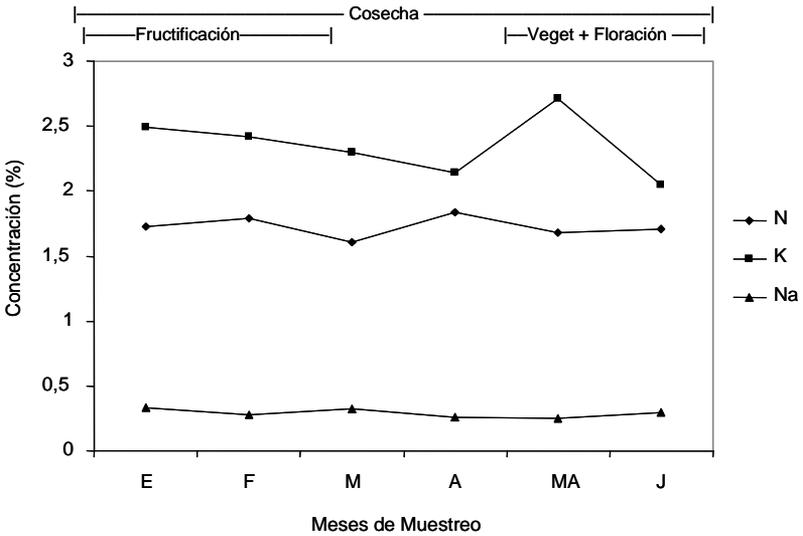


Figura 1. Variación de la concentración foliar de N, K y Na, en plantas de guayabo durante el periodo de cosecha evaluado E: enero, F: febrero, M: marzo, A: abril, MA: mayo, J: junio.

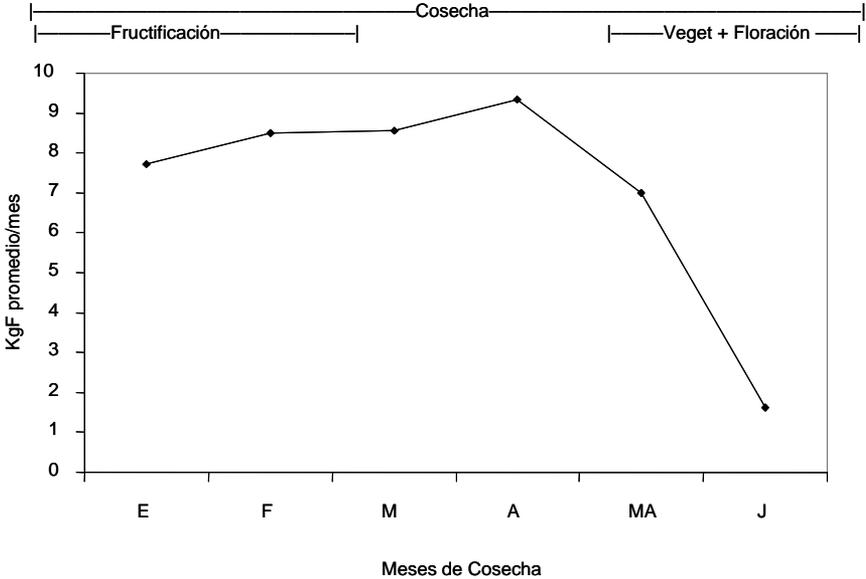


Figura 2. Producción de fruta en Kg/planta en guayabo, durante el periodo de cosecha evaluado (E: enero, F: febrero, M: marzo, A: abril, MA: mayo, J: junio).

materiales clonados, se hallaron valores un poco más bajos de los encontrados en esta investigación (20).

Potasio: La concentración de potasio foliar arrojó diferencias significativas entre los meses muestreados (cuadro 1). Este nutrimento mostró una clara tendencia a decrecer en la medida que avanzaba la fase de fructificación, sin embargo, se apreció un incremento en el mes de mayo con un tenor de 2.71 %, que coincidió a la vez con la disminución de la producción (figuras 1 y 2) y el inicio de una nueva fase de crecimiento vegetativo en las plantas. Las concentraciones foliares de K fluctuaron entre un mínimo de 1.89 % y un máximo 3.19 % (cuadro 2). Este tipo de comportamiento en la tendencia de los valores de K, ha sido observado en árboles frutales como macadamia (*Macadamia integrifolia*) (8), higo (*Ficus carica*) (10), ciruela (*Prunus domestica*) (23), mango (29), litchi (*Litchi chinensis* Soon) (35), en materiales clonados de guayabo (20), y también en perennes no frutales como el olivo (*Olea europea*) (17), en donde las concentraciones de este mineral disminuyen con la formación y llenado de frutos, y al darse una nueva etapa de crecimiento ó crecimiento vegetativo acompañado de otros eventos como la floración se

incrementa.

Sodio: La concentración de Na en las hojas (cuadro 1), presentó diferencias significativas entre los muestreos realizados, observándose en este elemento una ligera tendencia a disminuir sus concentraciones (figura 1). Los tenores en las concentraciones de Na variaron entre un mínimo de 0.21 % y 0.38 % (cuadro 2). La respuesta de este elemento puede deberse a factores que determinen e influyan en diferencias en la absorción, translocación y acumulación de nutrientes; uno de estos factores podría ser la calidad del agua de riego; ya que las plantas cultivadas en la zona de estudio han sido y actualmente son regadas con aguas que presentan altas concentraciones de sales como el cloruro de sodio (NaCl) (28), causa por la cual se puede haber observado ésta respuesta. Tomando en consideración, que los vegetales en el medio radical no son selectivos, debido a los mecanismos de absorción que no diferencian entre unos y otros pueden aparecer elementos considerados como no esenciales en el análisis químico de los tejidos (15, 34). Esta comportamiento ha sido observado en este mismo cultivo, donde los investigadores al emplear en el riego aguas con altas concentraciones de

Cuadro 2. Valores observados en la concentración foliar de N, P, K, Ca, Mg y Na en guayabo.

| % | N | P | K | Ca | Mg | Na |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| Máximo | 1,90 | 0,19 | 3,19 | 0,74 | 0,38 | 0,38 |
| Mínimo | 1,55 | 0,13 | 1,89 | 1,13 | 0,26 | 0,21 |

sulfatos, carbonatos y/o cloruros, las concentraciones de estos se incrementaron en las hojas y éstos variaron según aumentaron los solutos en la solución del suelo o en la solución donde se encontraban creciendo las plantas (14).

Por otra parte, otro de los factores que pudo influir en la respuesta de los árboles es la variación genética, ya que éstos árboles provienen de semilla. Este comportamiento se ha observado en diferentes variedades de guayabo creciendo en soluciones salinas, donde se ha encontrado que las concentraciones de sodio en las hojas, tallos y raíces se incrementaban con el aumento en las concentraciones de esta sal en la solución donde crecían las raíces de la planta, y se presentaron diferencias en las concentraciones de este elemento para las variedades estudiadas, poniendo de manifiesto las diferencias genéticas entre las mismas (38).

Fósforo: Las concentraciones de P foliar variaron significativamente con respecto a los muestreos realizados (cuadro 1), presentando una tendencia a mantenerse casi constante durante estos (figura 3), aunque se pudo observar una ligera disminución en las concentraciones de P entre los meses de marzo y abril. Las concentraciones de P oscilaron entre un mínimo de 0.13 % y un máximo de 0.19 % (cuadro 2).

Esto se observa en la mayor parte de las especies frutales, siendo uno de los elementos minerales que menos variación refleja ante los cambios ó fenómenos de crecimiento

(20, 21); con variaciones de poca magnitud. Pareciera que la planta lo requiriera en cantidades bajas, sin embargo, se ha encontrado que los factores o condiciones que afectan los procesos de crecimiento de la planta, son los que afectan directamente el movimiento de este elemento dentro de los vegetales (1, 34). Los tenores encontrados en este estudio son semejantes a otros reportados en condiciones parecidas (30); y bajo condiciones completamente diferentes de clima y suelo también se han observado valores de P foliar similares en guayabo (20). También en otros frutales como naranja (1), manzana (*Malus spp*) (26), y el olivo (17), se ha observado este tipo de comportamiento y tendencia del P foliar.

Calcio y Magnesio: Las concentraciones de Ca foliar tendieron significativa y claramente a decrecer con la acentuación de la cosecha del cultivo (cuadro 1), sin embargo, se observaron ligeros incrementos en los meses de mayo y junio, coincidiendo con el inicio de una nueva fase de crecimiento y floración (figuras 2 y 3). Los tenores en la concentración de Ca oscilaron entre un mínimo de 0.74 % y un máximo de 1.13 % (cuadro 2). Mientras, que las concentraciones foliares de Mg no arrojaron diferencias en relación a los muestreos, tendiendo a mantenerse más o menos constante (figura 3). Las concentraciones de Mg fluctuaron entre un mínimo de 0.26 % y un máximo 0.38 % (cuadro 2); estos valores presentan semejanza con otros reportados en este cultivo (20).

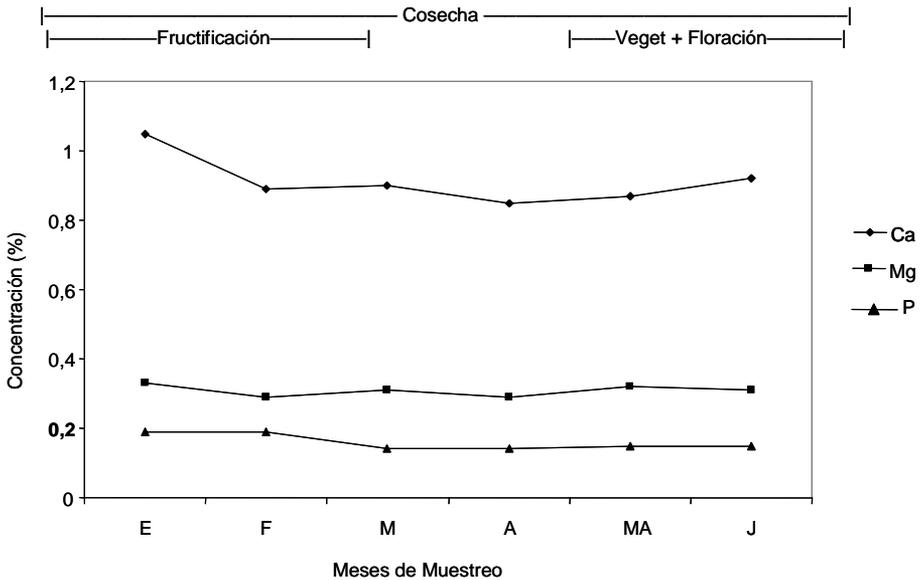


Figura 3. Variación de la concentración foliar de P, Ca y Mg en plantas de guayabo durante el período de cosecha evaluado (E: enero, F: febrero, M: marzo, A: abril, MA: mayo, J: junio).

También tanto en Ca como Mg, los valores encontrados en este estudio guardan similitud con otras investigaciones realizadas bajo las mismas condiciones edafoclimáticas (30). Por otra parte, y en contraposición a otros estudios, en otros cultivos y en otras condiciones, se ha señalado que el Ca y el Mg foliar se incrementan progresivamente durante el año, (1, 10, 13, 17). Sin embargo, algunos de estos investigadores acotan, que sí bien la tendencia de elementos como el Ca y el Mg es a incrementarse; durante algunos meses del año estas concentraciones pueden tender a disminuir, coincidiendo este decrecimiento con el inicio del llenado del fruto (1). A su vez, algunos indican

que este comportamiento puede deberse al material vegetal empleado en cada ensayo, ya que éstos nutrientes reflejan cambios notables en sus concentraciones foliares más que otros, con respecto a la especie frutal, variedades y el balance con otros elementos, que pueden determinar el patrón de acumulación, translocación y distribución de estos (10, 13, 17, 20).

Concentración de minerales en las hojas vs producción: El análisis de correlación entre las concentraciones de minerales en las hojas y las variables masa fresca del fruto (MF), masa seca del fruto (MS), kilogramos de fruta producida (KgF) y número de frutos producido (NF) dentro del marco del primer pico de

cosecha del guayabo (figura 2 y cuadro 3), muestra que existe una relación directa y significativa ($r^2=0.49$) entre el NF producidos y el K foliar; y una relación negativa y significativa ($r^2=0.58$) con la MS. También se correlacionó el Ca foliar positivamente ($r^2=0.55$) con la MS, así mismo, el P se asoció negativamente ($r^2=0.71$) con la MS, con lo cual en la medida que se incrementa la MS las concentraciones de P en las hojas disminuyen e igualmente ocurre esto con el K foliar.

Se observaron otras correlaciones con un menor nivel de significación y grado de asociación, encontrándose que el NF se correlacionó positiva y significativamente con el Ca foliar y el P foliar. Mientras que los KgF se correlacionaron positivamente ($r^2=0.41$) con el K foliar. También se correlacionaron negativa y significativamente la MF de los frutos y las concentraciones de K y el P

($r^2=0.42$).

Diferentes investigadores han encontrado correlaciones semejantes entre las concentraciones de minerales en las hojas y el rendimiento de fruta. En mango se ha reportado que existe una relación positiva entre el peso de los frutos, el tamaño y número de frutos y las concentraciones de P foliar (29). También el K foliar se ha reportado como uno de los elementos minerales que guarda relación directa con el rendimiento; en el cultivo del guayabo esto ha sido señalado dependiendo de la época en que se realicen los muestreos, encontrándose una correlación significativa y positiva entre el K de las hojas y los kilogramos de fruta producida por la planta, según sí el muestreo se realiza en una época lluviosa ó seca (21). En otros frutales como manzana también este tipo de asociaciones en el comportamiento entre concentraciones foliares y el rendimiento se

Cuadro 3. Relación entre la concentración foliar de P, K, Ca y Na y las variables Masa Fresca (MF), Masa Seca (MS), Rendimiento (Kg F) y Número de Frutos (NF) en plantas de guayabo.

| | P | K | Ca | Na |
|-----|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| MF | -0,42453 0,0003*** | -0,32478 0,0069*** | | |
| MS | -0,71085 0,0001*** | -0,58194 0,0198** | 0,54762 0,0418** | -0,23874 0,0499** |
| NF | 0,31375 0,0092*** | 0,48656 0,0001*** | 0,26567 0,0286** | |
| KgF | | 0,41751 0,0004*** | | -0,29265 0,0154** |

, * = Nivel de significancia al 5 % y 1 % respectivamente

han observado, encontrando casi siempre correlaciones positivas y significativas en elementos como el P, K y Ca (7, 26).

Se observó una correlación negativa y significativa, donde se asoció la MS ($r^2=0.23$) y KgF ($r^2=0.30$), con las concentraciones de Na foliar. Al observar una correlación entre las concentraciones de Na foliar, los Kg de fruta y la MS del fruto, se revela una relación entre las condiciones en que se encontraban creciendo las plantas, a pesar que es una asociación con un coeficiente bajo ($r^2=0.30$), su importancia radica en que por lo general este mineral no tiene ninguna asociación con los componentes del rendimiento. Es concluyente que las relaciones encontradas entre las concentraciones de Na foliar y el rendimiento, muestran un efecto de este mineral, que sí bien no debió haberse observado sobre la fruta producida, puesto que este elemento no es considerado como esencial para el desarrollo de árboles frutales, esto se presentó, dando como una posible causa que estas plantas definitivamente se encontraban creciendo en una solución de suelo con altas concentraciones de sales (2, 28). Esto envuelve aspectos como las relaciones entre los elementos (K, Ca, Mg, Na), situaciones estas señaladas por algunos investigadores en plantas cultivadas bajo condiciones salinas (15, 39). Algunos de estos autores revelan que el K al igual que el Ca tiene un papel muy importante en la fisiología de la planta bajo condiciones de estrés salino, actuando de tal manera, que le permite a la planta

mantener su crecimiento en estas circunstancias (15, 34); sin una merma drástica en sus procesos de desarrollo y crecimiento. Por otro lado, otros aseguran que una de las formas que algunos frutales en el caso de los cítricos, exhiben tolerancia a las sales como el NaCl en los tejidos, es por medio del aumento en el mecanismo de enzimas que cambian el perfil de los ácidos grasos (19), y por último, la planta podría emplear como estrategia de defensa, la exclusión del Na, translocándolo y acumulándolo a otros órganos de la planta donde no se afecten en grado perjudicial los procesos fisiológicos que envuelven el desarrollo de la planta, convirtiendo posiblemente al fruto en un sumidero de este mineral (17, 38).

En otras investigaciones se ha encontrado relación entre las concentraciones de sodio y el rendimiento en pastos tropicales y algunas leguminosas (9), sí bien, no se trata de árboles perennes, la fisiología de las plantas en general es parecida y guarda similitud, por lo cual pueden inferirse situaciones semejantes; así, por ejemplo, se encontró en un estudio realizado en Matanzas, Cuba, un alto coeficiente de correlación ($r^2=0.78$), entre la concentración de Na en el tejido y el rendimiento del pasto Guinea (*Panicum maximum*) en época seca, con lo cual estos autores afirman que el Na puede estar actuando bajo condiciones no extremas de estrés salino, como un regulador de la presión osmótica en las relaciones hídricas y el equilibrio de estas en las plantas desde el punto de vista fisiológico, ya que la relación se encontró solo en

época seca, no así, en la época lluviosa ($r^2=0.50$). A su vez, señalan que las diferencias en los coeficientes de variación para este mineral, también

pueden verse afectados en una época más que otra por factores genéticos y ambientales (9).

Conclusiones

Las concentraciones foliares que presentaron mayores fluctuaciones fueron K, Ca y Na durante el primer pico de cosecha. Los nutrimentos se acumularon en las hojas en el siguiente orden $K>N>Ca>Mg>Na>P$.

La concentración foliar de los nutrimentos estudiados varió con las fenofases de la planta, disminuyendo las concentraciones de todos estos durante la fase de fructificación del cultivo.

Las correlaciones encontradas indican que las concentraciones foliares de K están relacionadas directamente con número de frutos

producidos y negativamente relacionado con la MS. La disminución en la concentración de K en las hojas se asoció con el incremento de la MF y la MS. Mientras que el P foliar se encuentra asociado con la MS de los frutos.

Las concentraciones foliares de Na se correlacionaron negativamente con los KgF producidos y la MS de los frutos; poniendo de manifiesto un posible efecto detrimental que este elemento mineral puede estar causando sobre el rendimiento, bajo las condiciones del estudio.

Recomendaciones

Establecer el balance nutricional de los elementos minerales en el guayabo, contemplando los dos picos de producción de este cultivo, y considerar estos estudios bajo condiciones de manejo de la zona productora de Mara y otras como el Sur del Lago de Maracaibo.

Efectuar estudios en el manejo de las aguas de riego, ya que, al conocer con detalle lo concerniente a la salinidad situación esta consecuencia de la calidad de las

aguas empleadas en el riego; se pueden establecer mejoras en el uso de las mismas por un lado, y por el otro, ver la influencia de este factor (salinidad) sobre otros aspectos que envuelven y determinan la producción del cultivo del guayabo, incluyendo prácticas agronómicas y enfermedades.

Fertilizar previo a la fase de fructificación, con el objeto de garantizar la disponibilidad de nutrientes en el siguiente ciclo de crecimiento y desarrollo de los frutos.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al Concejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ No. 01736-98) y al

Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (FONACIT S1-2808-2378-2379) por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.

Literatura citada

1. Alvarado A., R. Araya, E. Bornemisa y R. L. Hernandez. 1994. Estudio nutricional de once variedades y una selección local de cítricos en la zona Atlántica de Costa Rica. I. Elementos mayores y secundarios. *Agronomía Costarricense*. 18(19):13-19.
2. Añez D. y M. Valbuena. 1979. Consecuencias del mal manejo de los suelos de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 5(1): 386-402.
3. A.O.A.C. 1990. Official methods of the Association of Official Analytical Chemists. Washinton, D. C. U.S.A.
4. Avilán L., A. Brendler y A. Hernáiz. 1975. Evaluación de los suelos y del estado nutricional del cultivo del duraznero (*Prunus persica* L.) en la Colonia Tovar. *Agronomía Tropical* 25(1): 81-91.
5. Avilán L., O. Chauran y M. Figueroa. 1978. Evaluación del estado nutricional del mango (*Manguifera indica* L.) y el Aguacate (*Persea americana* Mill) y distribución radicular del mango cultivado en los suelos de las Mesas Orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical* 28(1):3-18.
6. Avilan, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de Fruticultura. Principios y Manejo de la Producción. Tomo II. 2da. Edición. p. 807-835.
7. Awasthi R. P., V. P. Bhutani, N. S. Kaith y J. C. Sharma. 1998. Mineral nutrient status of apple orchards in Shimla district of Himachal Pradesh. *Indian J. Hortic.* 55(4):314-322.
8. Bertsch F., J. Gabriel, E. Hidalgo y A. C. Jiménez. 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.
9. Blanco F. y E. Seguí. 1992. Variación del contenido de Na en cultivares de *Panicum maximum* y su relación con el rendimiento. *Pastos y Forrajes*. 15:123-131.
10. Brown P. H. 1994. Seasonal variations in Fig (*Ficus carica* L.) leaf nutrients concentrations. *Hortscience* 29(8):871-873.
11. Casassa A. M., E. Pérez, M. Marín, C. González, D. Chirinos y L. Sandoval. 2002. Organic amendments as therapeutic treatment of guavas (*Psidium guajava* L.) infested with *Meloidogyne incognita* in Zulia state, Venezuela. *Nematology International Journal of Fundamental and Applied Nematological Research*, Fourth International Congress of Nematology Tenerife. 8-13 June 2002. Volume 4, part 2. 145 p.
12. COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras Región Lago de Maracaibo. Atlas MAC-CENIAP. Venezuela.
13. Correa L., V. M. Nascimento y L. H. Neves. 1991. Variacoes dos teores foliares de N, P, Ca e Mg em tres tipos de caueiro (*Anacardium occidentale*L.) *Científica* 19(2):19-29.

14. Desai U. T. y R. N. Singh. 1982. Note on effect of salinity on internal water deficit of guava plant. *Indian J. Hortic.* 39(1,2):67-68.
15. Epstein E. 1972. Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives. Editory John Wiley and sons, Inc. USA. New York, 412 p.
16. Ewel J. y A Madriz. 1972. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. MAC Dirección de Investigaciones. Caracas.
17. Fernandez-Escobar R., R. Moreno y M. García-Creus. 1999. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. *Scientia Horticulturae* 82:25-45.
18. Ghosh S. N. 1991. Nutritional requirement of guava (*Psidium guajava* L.) in laterite tract of west Bengal. *Indian Agriculturist.* 35(4):231-238.
19. Gueda-Dahan Y., Yaniv Z., Zilinskas B. y G. Ben-Hayyim. 1997. Salt and oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in Citrus. *Planta.* 203: 460-469.
20. Guerra E. y D. Bautista. 2002. Contenido foliar de elementos nutricionales en tres clones de guayaba (*Psidium guajava* L.) en época de alta actividad de crecimiento. *Bioagro.* 14(2): 99-104.
21. Hariprakasarao M., T. Subramanian, S. D. Shikamany y C. P. A. Iyer. 1988. Leaf NPK fluctuations and their relationship with yield of guava in the annual cycle in Alfisol. *Indian Journal of Horticulture.* 45 (1,2):51-55.
22. Hernández E., A. Casanova y G. Bracho. 1974. Efecto de la fertilización en plátano sobre la composición de hojas y frutos y sobre el Rendimiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 2(4):49-66.
23. Kumar S. y V. P. Bhutani. 1997. Effect of different levels of nitrogen on NPK status of Santa Rosa plum. *Indian J. Hortic.* 54(3):238-241.
24. Malavolta E., G. C. Vitti y S. A. De Oliveira. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas. POTAFOS. Piracicaba, Printed in Brasil. p. 204
25. Malavolta E. 1998. Importancia de la fertilización en la calidad de los productos agrícolas. *Informaciones Agronómicas.* (Inpofos), n° 30 Enero p. 7-13.
26. Mamgain S., J. Kumar y H. S. Verma. 1998. Relationship between fruit yield, and foliar and soil nutrient status in apple. *Indian J. Hortic.* 55(3):226-231
27. Marín M., A. Abreu de V., L. Sosa y C. Castro de R. 1993. Variación de las características químicas de frutos de guayabo en una plantación comercial del Municipio Mara del Estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 10(3):297-310
28. Quintero M. y D. Mata. 2001. Mangos ¿Tolerantes a la Salinidad? *Agrotécnico. Rev. de Div. Ext. Agric. Fac. Agron. LUZ. Maracaibo, Venezuela* Octubre N° 14:16.
29. Ray D. P. y S. K. Mukherjee. 1987. Nutrient status in leaf and soil of some cultivars of mango in relation to yield. *Indian J. Hortic.* 44 (1,2):1-8
30. Rendiles E., J. González, y O. Urdaneta. 1993. Diagnóstico foliar en guayabo (*Psidium guajava* L.) en etapa de floración a cuaje del fruto época de febrero a junio. Tesis de pre-grado. La Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. 110 p.
31. Rendiles, E., M., Marín, L. Ekmeiro, J. González, J. Primera y A. Casanova. 1999. Relación entre el contenido de nitrógeno foliar y la producción del guayabo (*Psidium guajava* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 16(1):17-22.
32. Rodríguez V. y O. Rodríguez. 1997. Normas foliares para el diagnóstico nutricional del Plátano (*Musa* Aab subgrupo plátano cv. Hartón). *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 14:285-296.

33. . Rodriguez O., E. Rojas y M. Summer. 1997. Valencia Orange (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) DRIS Norms for Venezuela. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 28(15, 16):1461-1448.
34. Salisbury Frank y Cleon Ross. 2000. Fisiología de las Plantas. Thomson Editores España. Paraninfo S.A.
35. Sanyal D. y S. K. Mitra. 1990. Standardization of leaf sampling technique for mineral composition of Litchi cv. Bombai (*Litchi chinensis* Soon). Indian J. Hortic. 47(4):371-375.
36. Singh N. P. y C.B.S. Rajput. 1976. Leaf analysis and potassium fertilization in guava (*Psidium guajava* L.). Indian J. Hortic. 33(2):152-155.
37. Tong F., Medina D. y D. Esparza. 1991. Variabilidad en Poblaciones de Guayaba (*Psidium guajava* L.) del Municipio Mara del Estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 8:15-27.
38. Walker R.R., P. E. Kriedermann y D. H. Maggs. 1979. Growth, leaf physiology and Fruit development in salt- stressed guavas. The Aust. J. Agricult. 30. Tomo II (3-4):477-488.
39. Zhu jian-Kang, J. Liu y L. Xiong. 1998. Genetic analysis of Salt tolerance in Arabidopsis: evidence for critical role of potassium nutrition. The Plant Cell. 10:1181-1191.