

Variación en la concentración de minerales en frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo criolla roja durante su desarrollo

Variation of mineral concentration in guava fruits (*Psidium guajava* L.) of red criolla type during of development

E. Rendiles¹, M. Marín²,
C. Castro de Rincón³ y C. Ferrer⁴

¹Instituto de Investigaciones Agronómicas. ²Departamento de Botánica. ³Departamento de Estadística. ⁴Departamento de Química. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia., Apartado 15205. Maracaibo. Estado Zulia 4005. Venezuela.

Resumen

Se realizó un estudio en un campo experimental del municipio Mara del estado Zulia, (11° 00" LN -71° 00" LO) con el objeto de estudiar la variación en la concentración de nutrientes durante el desarrollo del fruto del guayabo. Se seleccionaron 24 plantas similares en porte y frondosidad, se marcaron 69 botones florales/planta y de estos se cosechó el 60%. Se realizaron muestreos semanales comenzando desde cuaje de los frutos (semana 1) hasta madurez fisiológica (semana 17), se empleó un diseño de bloques al azar con 17 edades como tratamiento y cuatro grupos constituidos por seis plantas (repeticiones). Se determinó peso fresco, peso seco, materia seca, contenido de humedad, y la concentración de N, P, K, Ca, Mg y Na de los frutos, las concentraciones se expresaron en porcentaje (p/p) en base fresca. Con el crecimiento y desarrollo del fruto las concentraciones de N, K, P, Ca, Mg y Na, disminuyeron en 56, 50, 58, 35, 90 y 75% respectivamente, de cuaje a madurez fisiológica del fruto (7-119 días). La materia seca disminuyó de 35 a 26%, mientras que el peso seco se incrementó en la medida que el fruto se desarrollaba, ocurriendo incrementos de estas variables a los 14, 70 y 91 días poscuaje a la par del incremento de los minerales.

Palabras clave: *Psidium guajava*, nutrición, crecimiento del fruto.

Recibido el 6-7-2004 • Aceptado el 15-9-2004

Autor para correspondencia correos electrónicos: merylinmarin@yahoo.com, myamarte@inia.gov.ve

Abstract

This research was carried out in an experimental field of Mara municipality, Zulia (11° 00" LN - 71° 00" LW) with the aim of studying the variations in the nutrients concentrations with the growth of fruit. Twenty four similar plants were chosen organized in 4 groups and 6 plants by group. 69 buds flowers/plant were market and from these only a 60% was sowed. Once the fruits were set several sampling were carried out every week since the setting (week 1) until they were ripe (week 17). It was also quantified fresh weight (FW), dry weight (DW), dry matter (DM), fruit moisture (M) and N, P, K, Ca, Mg and Na concentrations in fruits. With the development and growth of the fruit concentrations of N, P, K, Ca, Mg and Na reduced in 56, 50, 58, 35, 90 and 75% from curdling to fruit physiology maturity (7- 119 days), DM reduced from 35 to 26.27%, while DW increased with the development of the fruit, with increments of these variable from 14, 70 and 91 days postcurdling, at the same time that increased minerals.

Key words: *Psidium guajava*, nutrition, growth of fruit.

Introducción

Tradicionalmente el guayabo (*Psidium guajava* L.) se ha cultivado en la altiplanicie de Maracaibo, más exactamente en el municipio Mara, aunque recientemente la amplia área sembrada con guayabos en este municipio ha desaparecido. Sin embargo, la existencia pasada del cultivo en esta zona productora promovió y determinó el planeamiento y el punto de partida para la mayoría de las investigaciones que fueron realizadas en este rubro es así, como se generaron diferentes líneas de investigación sobre el guayabo. En este particular se estudió la curva de crecimiento del fruto del guayabo del tipo criol a roja, bajo las condiciones edafoclimáticas de esta zona de producción encontrándose que las concentraciones de minerales como el N, P, K, Ca y Mg disminuyeron de cuaje a madurez de consumo, mientras que las concentraciones de Na se incrementaron, también se observó

que el fruto extrajo por tonelada de fruta fresca producida 1,83 kg de nitrógeno, 1,62 de potasio, 0,90 de calcio, 0,39 de fósforo, 0,24 de sodio y 0,22 de magnesio (3). En naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) se ha reportado un comportamiento similar en las concentraciones de K, Ca, Mg, y S, al igual que en guayabo; estos disminuyeron con el desarrollo de los frutos (16). Esto evidencia que se debe producir un mayor conocimiento acerca del comportamiento de los nutrientes en los diferentes órganos de cualquier frutal, y más específicamente en el fruto; en consecuencia, se hace necesario establecer y desarrollar líneas de investigación dirigidas a generar una mayor información sobre este respecto, en tal sentido se enmarca el objetivo del presente estudio el cual fue determinar la concentración de nutrimentos en guayabo durante el crecimiento y desarrollo del fruto.

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, el estudio se realizó durante el año 1998. Esta estación experimental se encuentra ubicada en un área clasificada como bosque muy seco tropical (8), 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 (6). Tradicionalmente, en esta zona, se ha utilizado la extracción de agua subterránea con fines de riego (12,13), 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 (1, 13).

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 (4), 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.

Una vez transcurridos 4 meses después de la poda y fertilización, realizada para garantizar un estado adecuado de las plantas, e inducir la floración y fructificación simultánea, se marcaron todos los botones florales existentes en la planta, en prefloración, con medidas de 1,5 cm de largo incluyendo el pedicelo y 0,4 cm de diámetro (3). Esto se hizo con cintas de colores cada semana para identificar cada edad; se marcaron 17 botones florales/planta/semana, es decir, un promedio de 69 botones/planta/mes que sumaron un total de 6.572 durante 4 meses. Semanalmente, se cosechó el 60% de los botones en cada planta por grupo y edad. El marcaje y porcentaje de frutos cosechados se basó en estudios previos (datos no publicados), para obtener la muestra necesaria para los análisis. Los frutos marcados se cosecharon y colocaron en bolsas plásticas, para evitar la pérdida de peso. Estos se pesaron en una

balanza Mettler Pc 4400 (expresados en gramos $\pm 0,01$) para obtener la masa fresca (MF). Posteriormente se colocaron en una estufa a 65°C por un tiempo de 24 a 48 horas para obtener la masa seca (MS).

Se determinaron las variables físicas masa fresca (MF), masa seca (MS) en granos, y materia seca (ms) y contenido de humedad, expresados en porcentaje. En relación a los minerales se determinaron las variables químicas: nitrógeno (N) por el método Kjeldahl, fósforo (P) por el método de Metavanadato-molibdato de Amonio, potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y sodio (Na) por el

método de espectrofotometría (2). Los resultados se expresaron en los frutos como la concentración de minerales por masa fresca (gramos de mineral/100 gramos de masa fresca de fruto). Los factores evaluados para los frutos fueron: Estado de desarrollo de los frutos, es decir 17 edades las cuales eran 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91, 105, 112 y 119 días después de cuaje y 4 grupos de plantas. Se realizó análisis de varianza empleando el procedimiento General Linear Model (14); y se realizaron pruebas de medias para las variables con resultados significativos por el método de los cuadrados mínimos.

Resultados y discusión

Concentración de N, K y Na en los frutos: La variación en la concentración de N, K y Na, en los frutos, muestra una tendencia a disminuir con el desarrollo del fruto (figura 1); a la vez que está variación presenta incrementos en las edades de 14, 70 y 91 días. Las concentraciones disminuyeron en 56, 50 y 58% para N, K, y Na respectivamente, entre los 7 y 119 días poscuaje. Se puede afirmar que los incrementos y decrementos de los valores en las concentraciones de N y K, son producto de la variación en la acumulación de la materia seca de los frutos, ya que, se observó que en las edades donde ocurrieron incrementos de la ms producto del crecimiento del fruto, así mismo se incrementaron los minerales en el fruto. Las variaciones en la concentración de estos nutrientes son comunes en casi todos los fruta-

les, es decir, en los frutos ocurre un fenómeno y/o efecto de dilución por causa del incremento en la proporción de los elementos constituyentes de la ms (10, 18), por lo cual las concentraciones de elementos minerales en los frutos decrecen.

Por otra parte, los incrementos de estos minerales presumiblemente responden a su vez al aumento en los requerimientos internos de los tejidos del fruto para el crecimiento de este, ya que estos minerales, son los principales componentes de los aminoácidos y proteínas (N), y el K interviene en la síntesis de proteínas y transporte de carbohidratos, convirtiéndose en elementos esenciales para que el crecimiento del fruto se desenvuelva como un proceso total (11, 15, 19).

Los incrementos de estos elementos se suceden según las etapas de crecimiento del fruto (5), ya que,

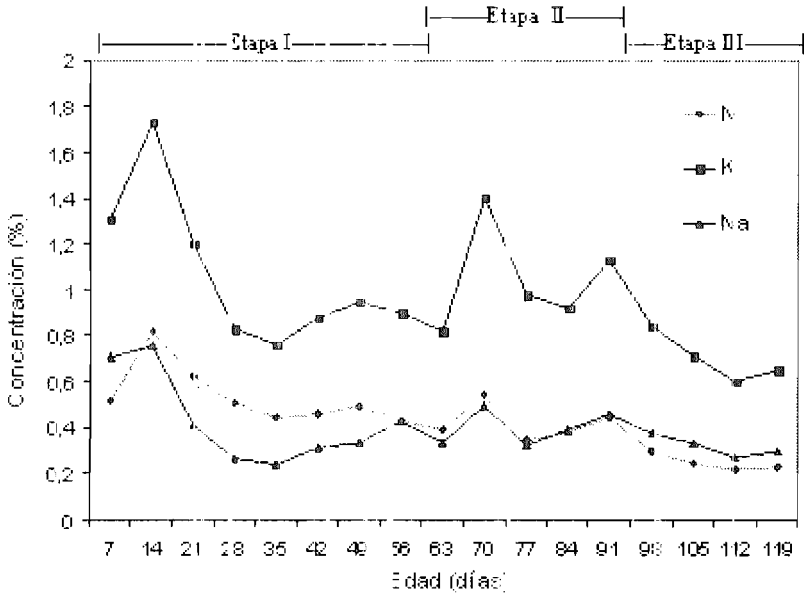


Figura 1. Variación en la concentración de N, K y Na en frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) durante su desarrollo.

las edades en que acontecen las mayores demandas de N y K, se observan entre los 14 y 70 días, ubicándose en un período de tiempo conocido como etapas I y II, descritas dentro de la curva de crecimiento del fruto del guayabo, y señalada como doble sigmoide (3, 7). Esto conlleva a que en las etapas I y II se observe la mayor demanda de nutrientes, mientras que al acercarse a la etapa III (> 91 días), los minerales tienden a disminuir (3), evidenciándose que el evento primordial que ocurre es un fenómeno de translocación y dilución de estos en el tejido de los frutos (5,7)

Por otra parte, los incrementos en la MF del fruto días antes de llegar a la madurez y durante está r o se asocian con un incremento en la MS (9), esto evidencia él porque los mine-

rales disminuyen. Por tanto, el fruto termina su crecimiento a expensas del aumento en el contenido de agua de las células (5), por consiguiente, el porcentaje de humedad aumenta y se mantiene más o menos estable. Esto ocurre como consecuencia de la expansión celular que provoca una acumulación de solutos y metabolitos que se traduce en el incremento de la MF hasta que el fruto alcanza la madurez, acompañado de un leve incremento no significativo de la MS en las últimas edades (3, 5, 9, 10).

Los incrementos en las concentraciones de Na en los frutos, ocurridas en las mismas edades que el N y K, muestran un comportamiento poco común, que conlleva a considerar que las plantas en estudio pudieron estar en condiciones de estrés salino, por

efecto de la condición reinante en la solución del suelo (12, 13), este evento guarda similitud con investigaciones realizadas en guayabo, donde se ha encontrado que en frutos de guayabo provenientes de plantas que se encontraban creciendo en soluciones salinas, mostraron altas concentraciones de sodio, y estas concentraciones en los frutos se incrementaron con los aumentos en los niveles de las sales de la solución, en la cual estaban creciendo las plantas (17).

Concentración de P, Ca y Mg: La concentración de estos elementos minerales mostró la tendencia a disminuir con el avance de la edad del fruto (figura 2), sin embargo, dentro de la variación ocurrida se presentaron incrementos en las concentraciones de Ca y Mg a los 14 y 70 días, mientras que los incrementos en

las concentraciones de P se observaron a los 14, 70 y 91 días poscuaje. La concentración de P, Ca y Mg decreció entre los 7 y los 119 días después del cuaje respectivamente en 35%, 90% y 75%. La variación en la concentración de estos nutrimentos tiene el mismo comportamiento que las concentraciones observadas para N, K y Na, incrementándose en aquellas edades donde ocurrieron incrementos en la materia seca de los frutos.

Similarmente estos incrementos se hacen notorios también en el marco de la etapa I y II de la curva de crecimiento del fruto del guayabo donde acontecen la división celular y la elongación celular (3, 7, 9), es de esperarse que en estas etapas se produzca la demanda de estos nutrimentos. El Ca es el mineral por excelencia envuelto en la estructura,

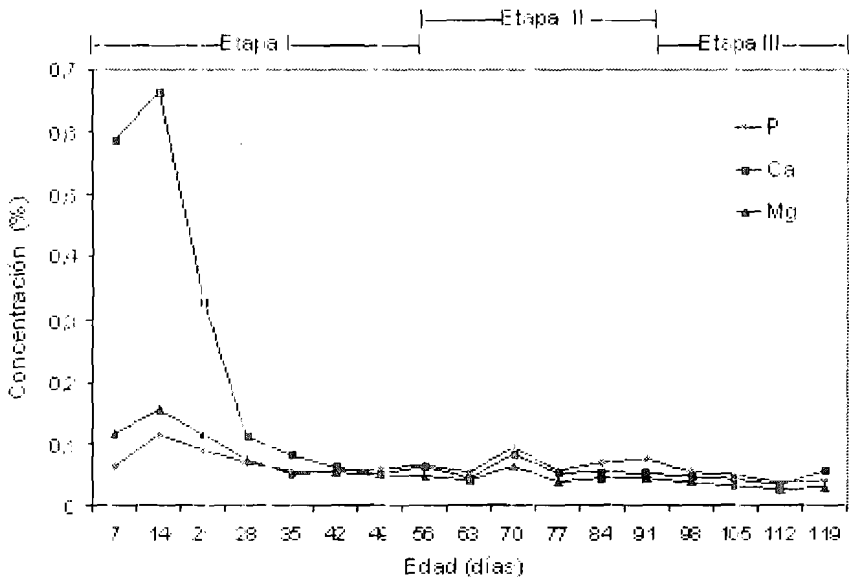


Figura 2. Variación en la concentración de P, Ca y Mg, en frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) durante su desarrollo.

formación y funcionamiento de la pared celular, mientras que el Mg interviene en la respiración y síntesis de proteína. Por otro lado, el P es parte

estructural de los fosfolípidos y ácidos nucleicos (11, 15), compuestos estructurales indispensables para el crecimiento del fruto.

Conclusiones

La concentración de nutrimentos en los frutos tendió a disminuir en las etapas I y III de la curva de crecimiento del fruto, esta disminución estuvo en el orden del 56, 35, 50, 90, 75 y 58% de N, P, K, Ca, Mg y Na respectivamente. Mientras que las concentraciones de todos los nutrimentos se

incrementaron en la etapa II.

Las concentraciones de sodio revelaron un comportamiento poco común de acumulación en los frutos, debido posiblemente a que las plantas se encontraban creciendo bajo condiciones de stress salino, a causa de las características de las aguas de riego.

Agradecimiento

Los autores desear expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humano (CON-

DES-LUZ # 01736-98 y el FONACIT S1-2808, S1-2378 y S1-2379. Centro Frutícola del Zulia (CORPOZULIA).

Literatura citada

1. Añez D. y M. Valbuena. 1979. Consecuencias del Mal Manejo de los Suelos de Maracaibo. Rev. Fac. de Agron. (LUZ). 5(1): 386-402.
2. A.O.A.C. 1990. Official methods of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, E. C. U.S.A.
3. Araujo, F., S. Quintero, J. Salas, J. Villalobos y A. Casanova. 1997. Crecimiento y acumulación de Nutrientes del fruto del Guayabo (*Psidium guajava* L.) del Tipo Criolla Roja en la Planicie de Maracaibo. Rev. Fac. de Agron. (LUZ) 14 (3): 315-328.
4. Cassasa 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, pag. 145.
5. Coonbe, B. G. 1976. The Development of Fleshy fruits. Ann. Rev. Plant. Physiol. 26:507-28.
6. COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras Región Lago de Maracaibo. Atlas MAC-CENIA.P. Venezuela. pp. 72.
7. Dhilon B. S., S. N. Singh y S. S. Gill. 1987. Development physiology guava (*Psidium guajava* L.). Horticultural Abstract. 1988. (13): 62071.
8. Ewel J. y A. Madriz. 1972. Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa Sobre el Mapa Ecológico. MAC Dirección de Investigaciones. Caracas.

9. Garcés de G. E. 1987. Estudio anatómico y los procesos de crecimiento del fruto del guayabo (*Psidium guajava* L.). *Agronomía Colombiana*. 4(1,2):23-30.
10. Guzmán C. S. Alcalde-Blanco, R. Mosqueda-Vásquez y A. Martínez-Garza. 1996. Contenido y extracción de algunos nutrimentos por el fruto de mango c. v. Manila. *Agronomía Tropical*. 46(4):431-446.
11. Malavolta, E. 1998. Importancia de la fertilización en la calidad de los productos agrícolas. *Informaciones Agronómicas*. (Inpofos), n° 30 Enero pp 7-13.
12. Noguera, N. y D. Mata. 1991. Salinidad en suelos y aguas en tres granjas frutícolas del municipio Mara, estado Zulia. IV Congreso Nac. De Frutales. Mcbo, 4 al 7 de Diciembre. Resúmenes.
13. Quintero M. 1997. Predominio de sales en las aguas del acuífero de la Planicie de Maracaibo. Fesúmenes. VII. Jornadas Científico-Técnicas de la Fac. de Agron. I.I.A. LUZ. p 95.
14. S.A. J. Institute, Inc. 1983-1993. SAS User's guide: statistics. 1998. Version para Windows 98. Cary N. Y. pp. 76.
15. Salisbury Frank y Cleon Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. 4ta Edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México. pp 726.
16. Storey R. y M.T. Treeby. 2000. Seasonal changes in nutrient concentrations of navel orange fruit. *Scientia Horticulturae*. 84:67-82.
17. 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. Res.* 30(3-4):477-488.
18. Willians L.E. y P.J. Biscay. 1991. Partitioning of dry weight nitrogen and potassium in Cabernet sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *American Journal Enology Vitic*. Vol. 42(2):123-133.
19. Zarate R. Rubén. 1991. Fertilización en frutales con énfasis en el cultivo del guanábano (*Annona muricata* L.). *Acta Agronómica*. 40(3,4):136-153.