

Características físico-químicas de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo Criolla Roja. Etapa I

Physicalchemical characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) fruits of Criolla Roja. Phase I

N. Laguado¹ y M. Marín²

¹Instituto de Investigaciones Agronómicas. ²Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo ZU 4005. estado Zulia. Venezuela. Apartado postal 15205

Resumen

Se estudiaron las características físico-químicas de frutos de guayabo durante los primeros 42 días de crecimiento. Se marcaron todos los botones florales existentes cada semana y se muestrearon 15 frutos/repetición. Se usó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Se aplicaron estadísticas descriptivas, ANADEVA y pruebas de media según Tukey. El tiempo transcurrido entre preantesis y antesis fue de 7 días y 15 hasta cuajado. Los valores promedio al inicio y al final de la etapa de Masa fresca (Mf), Masa seca (Ms), Humedad (H), Materia seca (Mts), pH, °Brix, Acidez titulable (Act), Sacarosa y Glucosa fue de 2,44 y 89,39 g; 0,84 y 41,80 g; 67,00 y 53,00%; 33,00 y 47,00%; 6,75 y 6,78; 7,93 y 5,90%; 0,08 y 1,90%; 1,73 y 0,45%; 1,55 y 0,44%. La Mf, Ms, Act y Sacarosa tendieron a aumentar, mientras que la Glucosa disminuyó su proporción. Los °Brix, H y Mts no mostraron una tendencia definida. El pH tendió a la neutralidad en esta primera etapa de crecimiento.

Palabras clave: *Psidium*, guayaba, crecimiento, cambios químicos.

Abstract

This research was done with the aim of studying the physicalchemical characteristics of the guava fruits were studied during the 42 days growth. Floral blossoms were marked weekly sampling 15 fruits/repetition. A completely randomized designs four repetitions. There were used statistical descriptive,

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

Autor para correspondencia correo electrónico: ninoskalaguado@hotmail.com; merylinmarin@yahoo.com

ANOVA and Tukey's Studentized Range (HSD) test. The time that lapsed between preanthesis and anthesis was of 7 days and 15 fruits-set. The values varied from: fresh mass (fm): 2.44 and 89.39 g; dry mass (dm): 0.84 and 41.80 g; Humidity: 67.00 and 53.00 (H) %; dry matter (dmt): 33.00 and 47.00%; pH: 6.75 and 6.78; °Brix: 7.93 and 5.90; acidity titrable (At): 0.08 and 1.90%; sucrose (Suc): 1.73 and 0.45%; glucose (glu): 1.55 and 0.44%. The results show the tendency of the fm, dm, At and glu to increase, while the Suc diminishes its proportion. The °Brix, H and dm didn't a defined tendency. pH stays constant during the first stage of growth.

Key words: *Psidium* sp., guava, growth, chemical changes.

Introducción

La caracterización de los guayabales (*Psidium guajava* L.) con fines de mejoramiento genético han reflejado variabilidad, principalmente en el comportamiento de las características físico-químicas de los frutos (9, 10, 11, 12). Diversas investigaciones señalan que los contenidos de azúcares, ácidos y sólidos solubles totales en los frutos pueden variar independientemente de su estado de madurez y estar determinados por el cultivar, época de cosecha, condiciones ambientales, estado nutricional e hídrico de la planta (4, 10, 11, 13).

La curva de crecimiento acumulado en frutos de guayabo en la región, coincidió con el patrón de crecimiento doble sigmoide, diferenciándose claramente tres etapas diferentes: eta-

pa I (7-70 días poscuajado), etapa II (70-91 días poscuajado) y etapa III (90-119 días poscuajado) (10).

Algunos de los cambios bioquímicos observados durante el desarrollo de los frutos del guayabo han puesto en evidencia que en la primera etapa de crecimiento el contenido de azúcares reductores supera el de sacarosa. Durante la segunda etapa la variación es relativamente pequeña, y en la última los azúcares reductores disminuyen ligeramente y la sacarosa aumenta notablemente (9, 14, 16). Estas consideraciones sugieren estudiar el comportamiento de algunas características físico-químicas en frutos de guayaba del tipo criolla roja durante la primera etapa de crecimiento en las plantas seleccionadas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en La Agropecuaria "Los Ciénegos" ubicada en la zona norte de la Cuenca del Lago de Maracaibo (11° 00' LN, 71° 30' LO), en una zona de vida de bosque muy seco tropical, con recursos hídricos escasos, en donde tradicionalmente se

han utilizado las aguas superficiales y la extracción de aguas subterráneas con fines de riego (11).

La precipitación en la zona es de 500 a 600 milímetros, con un régimen irregular de distribución de lluvias (distribución bimodal). En cuan-

to a la temperatura, se presentan valores de 28°C como promedio anual, la evapotranspiración potencial alcanza valores de 2000 a 2200 milímetros anuales (tina clase A) y una humedad relativa de 75%. Los suelos, en general, presentan características de baja fertilidad natural, el cual se clasifica como Typic Haplargids (11).

Se marcaron todos los botones florales existentes en preantesis de aproximadamente 1,53 cm de longitud y 0,43 cm de diámetro (figura 1) (2, 3, 10), en 36 árboles de guayabo de seis años de edad, sembrados a 7 x 7 m, similares en forma y tamaño de copa del tipo criolla roja, propagados sexualmente.

El manejo agronómico se resume: riego por microaspersión diario, fertilización (0,5 kg urea; 0,4 kg fosfato diamónico; 0,6 kg sulfato de potasio; 0,1 kg sulfato de magnesio) árbol/mes, control de moscas de frutas usando Lebaycid al 50% mas atrayente y podas de saneamiento.

Se realizaron seis muestreos semanales, una semana después de la antesis, hasta cumplirse 42 días poscuajado. Se seleccionaron aleatoriamente 15 unidades árbol, marcadas con cintas de colores cada semana para identificar la edad

de los frutos, cuantificándose su masa fresca y seca, humedad y materia seca. La masa se obtuvo utilizando una balanza electrónica, expresada en gramos. Los frutos se secaron a 65°C por 48 horas. La humedad se determinó según el método de la AOAC., (1), expresada en porcentaje.

Los frutos secos se molieron y tamizaron, para obtener una muestra compuesta homogénea. Del homogenizado se tomaron duplicados de 1g, se refluaron en una mezcla de metanol de alta pureza y agua (80:20), a 80°C por una hora. El extracto alcohólico frío se filtró al vacío, con una membrana de 0,45 μm y se concentró en un rotaevaporador (40-60°C). El extracto acuoso (7-10 ml), se diluyó en agua destilada (25 ml). En este extracto se midió directamente el pH, usando un potenciómetro (6), los °Brix con un refractómetro (1), la acidez titulable (6), obviando el calentamiento en baño maría, los azúcares reductores y la sacarosa, mediante el método descrito por Dubois *et al.*, (7), expresados en g/100 g-extracto.

Se uso un diseño experimental completamente aleatorizado, tomando como factor de estudio la edad del fruto, con cuatro repeticiones, consti-



Figura 1. Diferentes estados de desarrollo de los órganos reproductivos del guayabo. a: Botón floral (preantesis), b: Antesis, c: Fruto cuajado con el estigma seco.

tuidas por 9 plantas cada una, considerándose una planta como unidad experimental.

Se realizó análisis estadístico del tipo descriptivo, ANADEVA y la separación de medias por Tukey.

Resultados y discusión

Los 42 días poscuajado evaluados, se corresponden con la etapa I de la curva doble sigmoide de crecimiento del fruto. La duración de la fenofase desde preantesis hasta antesis fue de 8 días, entre preantesis y cuajado 15 días y 8 más hasta su formación completa como frutillo (figura 1). Esta etapa resultó similar a la reportada por Laguado *et al.*, (10), no obstante más corta que la señalada por Araujo *et al.*, (2) en la misma zona de estudio, diferencias determinadas por el manejo agronómico y las condiciones agroclimáticas.

Masa fresca y masa seca:

La masa fresca (Mf) y seca (Ms) de los frutos se incrementó durante los 42 días poscuajado, este período se considera de intensa multiplicación celular, existiendo un aumento en el número de capas, como consecuencia de las sucesivas divisiones de las regiones meristemáticas, que al diferenciarse, la expansión celular, es responsable del aumento en tamaño y peso de los frutos (8).

La Mf de los frutos se diferenció significativamente ($P < 0,05$) a partir de los 28 días poscuajado (9,86 g), cuadruplicándose la masa siete días más tarde (35,62 g), manteniéndose dicho aumento las semanas restantes, valores que superan los obtenidos en otras investigaciones (2). Simultáneamente, se encontró que en guayaba safeda la Mf aumentó rápidamente en

la primera etapa, manteniendo posteriormente, rangos relativamente constantes, reanudando su aumento a partir de la semana 14 (15, 16).

En la Ms, se detectaron diferencias ($P < 0,05$) a partir de los 35 días poscuajado (9,36 g), con un incremento a los 42 días (41,80 g), permitiendo suponer un rápido desarrollo de las semillas durante este período, por lo cual tendría poca influencia sobre el aumento de la Mf del fruto, coincidiendo con otras investigaciones de la misma zona y tipo de material (2, 9, 10).

Humedad y materia seca:

La humedad varió de 53,00 a 78,00%, con un promedio general de 67,00, similar a lo observado en otras investigaciones (9, 16).

Durante los 28-35 días poscuajado se diferenciaron significativamente ($P < 0,05$) los mayores contenidos de humedad 78,00 y 74,00%, respectivamente. Esto explicaría el aumento de Mf, ya que teóricamente, los espacios intercelulares se agrandan, como consecuencia de la entrada de agua al fruto, determinándose un aumento en tamaño y peso evidentes (5, 8).

El porcentaje de materia seca fluctuó durante la evaluación, diferenciándose significativamente ($P < 0,05$) a los 21 días, lo cual podría deberse al crecimiento de los primordios seminales y la presencia de los sépalos, coincidiendo con lo señalado por Garcés (8). Sin embargo, la mayor di-

ferencia se observa a los 42 días (47,00% ms), ratificándose el incremento de la ms (41,80 g) para ese momento.

pH:

Los valores de pH tienden a mantenerse constantes durante la evaluación, con un promedio de 6,80 reflejando una leve acidez, éstos resultaron superiores a los obtenidos por Laguado (9), cuyas conclusiones reportan promedios de 4,70 durante esta etapa en el mismo tipo de material.

°Brix:

Los sólidos solubles totales disminuyeron durante la etapa I de crecimiento (cuadro 1), comportamiento observado en el cv 'Media China' (13), mientras que en las variedades Safeda y Sardar los valores reportaron incrementos (15, 16), situación que puede presentarse como conse-

cuencia de las diferencias varietales y condiciones climáticas. Los °Brix se diferenciaron significativamente ($P < 0,05$) a los 15 días, reflejando el mayor valor (7,93), como consecuencia del menor contenido hídrico al inicio del desarrollo del fruto.

Acidez titulable:

Los ácidos orgánicos incrementaron hasta los 42 días, como el cultivar safeda que muestra una curva sigmoidal poco común, donde la acidez de los frutos aumenta rápidamente al inicio (14), no obstante, en otras investigaciones encontraron, bajos valores de acidez titulable en esta etapa (15).

Sacarosa y glucosa:

Los azúcares tienden a aumentar durante el crecimiento del fruto, con ciertos descensos puntuales entre los 28 y 35 días poscuajado. Sin em-

Cuadro 1. Comportamiento de las características físico-químicas en frutos de guayabo del tipo criolla roja durante los 42 días de crecimiento.

Características químicas	Edad (días)				
	15	21	28	35	42
Masa Fresca (g)	2,44 ± 0,43 ^d	4,53 ± 0,77 ^d	9,86 ± 1,20 ^c	35,62 ± 2,97 ^b	89,39 ± 0,79 ^a
Masa Seca (g)	0,84 ± 0,08 ^c	1,58 ± 0,15 ^a	2,22 ± 0,16 ^c	9,36 ± 1,37 ^b	41,80 ± 1,52 ^a
Humedad (%)	67,00 ± 1,10 ^b	65,00 ± 1,10 ^b	78,00 ± 0,90 ^a	74,00 ± 0,60 ^a	53,00 ± 0,50 ^c
Materia Seca (%)	33,00 ± 1,10 ^b	35,00 ± 1,10 ^b	22,00 ± 0,90 ^c	26,00 ± 0,60 ^c	47,00 ± 0,50 ^a
pH	6,75 ± 0,24 ^a	6,90 ± 0,07 ^a	6,71 ± 0,11 ^a	6,72 ± 0,08 ^a	6,78 ± 0,12 ^a
°Brix	7,93 ± 2,38 ^a	4,10 ± 0,95 ^b	2,34 ± 0,61 ^c	3,70 ± 0,48 ^b	5,90 ± 0,59 ^a
Acidez Titulable (mg/100g)	0,08 ± 0,03 ^b	0,16 ± 0,07 ^b	0,11 ± 0,01 ^b	0,47 ± 0,08 ^{ab}	1,90 ± 0,11 ^a
Sacarosa (%)	1,73 ± 0,39 ^a	0,93 ± 0,40 ^b	0,27 ± 0,06 ^c	0,39 ± 0,04 ^{bc}	0,45 ± 0,07 ^{bc}
Glucosa (%)	1,55 ± 0,53 ^a	0,70 ± 0,47 ^b	0,17 ± 0,04 ^c	0,26 ± 0,09 ^{bc}	0,44 ± 0,20 ^{bc}

Medias con letras diferentes son estadísticamente significativas ($P < 0,05$), según prueba de Tukey.

bargo, los valores de glucosa tienden a disminuir su proporción, debido al aumento en la concentración de sacarosa. Se ha señalado (16) que el patrón de acumulación de azúcares en

guayaba aumenta con el crecimiento del fruto, con variaciones en la proporción de éstos durante el proceso, determinado por el tipo de material genético utilizado.

Conclusiones

Los 42 días del ciclo evaluados coinciden con la etapa I de la Curva doble sigmoide del crecimiento del fruto del guayabo tipo criolla roja.

En el cultivo del guayabo, tipo criolla roja, la etapa de preantesis hasta el cuajado dura 15 días.

La masa fresca y seca, acidez

titulable y sacarosa presentaron la tendencia a aumentar durante el crecimiento, mientras que la glucosa disminuye su proporción.

Los °Brix, humedad y materia seca no muestran una tendencia definida, mientras que el pH se mantiene constante durante la etapa estudiada.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento a las instituciones, que gracias a su cofinanciamiento hicieron posible la realización de esta investigación, al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Uni-

versidad del Zulia (CONDES-LUZ), N° CC-0802-01, N° CC-0194-03, N° 1736-98, Centro Frutícola del Zulia-CORPOZULIA. y FONACIT S1-2000000795, S1-2808-F-2001001117.

Literatura citada

1. A.O.A.C, 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Fifteen edition.
2. Araujo, F., S. Quintero, J. Salas, J. Villalobos y A. Casanova. 1997. Crecimiento y acumulación de nutrientes del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) del tipo "criolla roja" en la planicie de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14: 315-328.
3. Caraballo H., B. M. 2001. Biología floral del guayabo (*Psidium guajava* L.) en la planicie de Maracaibo, Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 18:41-55.
4. Coêlho de Lima, M.A., J. Simão de Assis y L. O. Gonzaga Neto. 2002. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. Rev. Bras. Fruct. 24: 273-276.
5. Coombe, B. G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant. Physiol. 27:507-528.
6. COVENIN. 1997. Frutos y productos derivados determinación de acidez. En normas Venezolanas. Caracas, Venezuela N° 1151-77.
7. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamiton, P. A. Rebers y F. Smith. 1956. Colorimetric method for

- determination of sugars and related substances. Analytical chemistry. 28: 350-355.
8. Garcés de G. E. 1987. Estudio anatómico y de los procesos de crecimiento del fruto del guayabo (*Psidium guajava* L.) Agron. Colomb. IV: 23-30.
 9. Laguado, N. 2000. Variación de las características físico-químicas de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo criolla roja, en diferentes estados de desarrollo de los frutos. Tesis de Maestría. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo. p: 70.
 10. Laguado, N., M. Marín, L. Arenas de Moreno, F. Araujo, C. Castro de Rincón y A. Rincón. 2002. Crecimiento del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) del tipo criolla roja. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 19: 273-283.
 11. Marín, M., A. de V. Abreu, L. Sosa y C. Castro de R. 1993. Variación de las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del municipio Mara, estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 10: 297-310.
 12. Medina B., M. L. y F. Pagano G. 2003. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo "criolla roja" Rev. Fac. Agron (LUZ) 20: 72-86.
 13. Mercado-Silva E., P. Benito-Bautista y M. García-Velasco. 1998. Fruits development harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. Post harvest Biology and technology. 13:143-1590.
 14. Selvaraj Y., D. K. Pal, M. Edwar Raja y R. D. Rawal. 1999. Changes in chemical composition of guava fruits during growth and development. Indian J. Hort. 56:10-18.
 15. Yusof, S. 1990. Physico-chemical characterization of some guava varieties in Malaysia. Horticultural. 269: 301-305.
 16. Yusof, S. y S. Mohamed. 1987. Physicochemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food Agri. 38: 31-39.