

Cambios en el contenido de glucosa y sacarosa durante el desarrollo de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

Changes in the content of glucose and sucrose during the development of guava fruits (*Psidium guajava* L.)

N. Laguado¹, M. Marín²

¹Instituto de Investigaciones Agronómicas. ²Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. LUZ. Maracaibo ZU 4005. Estado Zulia. Venezuela. Apto 15205

Resumen

Para estudiar el cambio en el contenido de glucosa y sacarosa en frutos de guayaba tipo "Criolla roja" durante su desarrollo, se marcaron 6.572 botones florales en 24 árboles. Se realizaron 17 muestreos destructivos/semana desde botón floral hasta madurez fisiológica. Se empleó un diseño en bloques al azar, con 17 edades como tratamiento, cuatro repeticiones constituidas por seis plantas/repetición. Se usaron estadísticas descriptivas, ANOVA, correlación mediante el método de Pearson, y pruebas de media por Tukey. El tiempo transcurrido entre preantesis y antesis fue 7 días y 15 al cuajado. La duración del ciclo desde cuajo a madurez fisiológica fue de 119 días. Las variables se relacionaron en forma directa y significativa. El patrón de acumulación de azúcares evidenció que los contenidos de glucosa y sacarosa aumentan con la misma intensidad en la etapa final de desarrollo, encontrándose la sacarosa en mayor proporción, correspondiéndose con la madurez fisiológica del fruto.

Palabras clave: *Psidium guajava* L., crecimiento, azúcares.

Abstract

With the aim of studying the change in the content of glucose and sucrose in guava fruits "Criolla roja" type during its development, 6.572 floral buds were market in 24 trees. 17 destructives samples were done per week from the floral bud to the physiological ripening. A randomized block design was employed

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

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

with 17 ages as treatment and four replications constituted by six plants/replications. Descriptive statistical ANOVA, correlation through the Pearson method and mean test by Tukey were used. The time that passed between the preanthesis and the anthesis was of 7 days and 15 to fruit-set. The cycle duration from the fruit-set to the physiological ripening was of 119 days. Variables were directly and significantly related. The accumulation pattern of sugars showed that the glucose and sucrose content increased with the same intensity in the final phase of development, being the sucrose in a higher proportion corresponding to the physiological ripening of the fruit. Abstract

Key words: *Psidium guajava* L., growth, sugars.

Introducción

La guayaba *Psidium guajava* L., muestra un rápido incremento en masa y volumen durante los primeros 50 días, un mayor crecimiento a los 100 días y una disminución durante la última fase de la etapa de maduración.

Las curvas de crecimiento de fresa, naranja, mandarina, aguacate y parchita son sigmoides simples (4), mientras que la guayaba coincide con un patrón de crecimiento doble sigmoide, pero su ciclo de duración muestra variaciones de acuerdo a las características genéticas, y condiciones agroclimáticas (1, 8, 11, 14, 16).

Desde el punto de vista de la

bioquímica de la fruta, dicho comportamiento ha sido descrito en frutos de guayaba por muchos investigadores (3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18), sin embargo, la variación en la duración del ciclo de crecimiento y sus etapas, así como, la cantidad y/o proporción de los azúcares está determinada por cultivar, condiciones climáticas y manejo agronómico, entre otras. Tales consideraciones fundamentan la presente investigación, estableciéndose como objetivo el estudio de los cambios en el contenido de glucosa y sacarosa durante el desarrollo de frutos de guayaba.

Materiales y métodos

Plantas:

Los frutos de guayaba provenían de plantas del tipo criolla roja, cultivadas en una parcela experimental del "Centro Frutícola del Zulia", ubicado en la planicie del Lago de Maracaibo (11° 00" N, 71° 31" W), conformada por 192 plantas de 2,5 años, propagadas por semillas y sembradas de 7 x 7 m. Del total de plantas se se-

leccionaron 24, similares en forma y tamaño de copa, y se distribuyeron en 4 grupos de 6 plantas c/u.

Manejo agronómico:

Durante los cuatro meses de duración del estudio, se les aplicó al lote de plantas 10 K/planta de estiércol de caprino, tres veces/semana y se realizaron aplicaciones foliares de micro nutrientes: fertilizante Grown

Combi 1® (Mg 9,0%; S 3,0%; B 0,5%; Cu 7,5%; Mn 4,0%; Fe 4,0%; Zn 1,5% y Mo 0,1%) a razón de 5-10 g.L⁻¹.

Frutos:

En las plantas seleccionadas se marcaron todos los botones florales existentes en preantesis de aproximadamente 1,5 cm. de longitud y 0,45 cm de diámetro (figura, 1a) (1). Obteniéndose un promedio aproximado de 17 botones florales/planta/semana, 69 por mes y 6.572 durante los cuatro meses. Se realizaron muestreos semanales, una semana después de la antesis, hasta que la fruta alcanzo su madurez fisiológica (6), para identificar las fenofases del fruto y establecer las etapas de crecimiento. Semanalmente se cosechó el 60% de los botones florales marcados en cada planta/grupo/edad. Los frutos se secaron a 65°C por 48 horas. Los frutos secos se molieron y tamizaron, para obtener una muestra compuesta homogénea.

Determinación de la glucosa y sacarosa:

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), para luego medir los azúcares reductores y sacarosa, mediante el método descrito por Dubois *et al.*, (5), expresados en g/100 g-extracto.

Análisis estadístico:

A los resultados obtenidos para el porcentaje de glucosa y sacarosa se les aplicó un análisis de la varianza usando un diseño experimental en bloques al azar, considerando la edad como factor de estudio, y el grupo como bloque, cada uno constituido por seis plantas.

Para realizar el análisis múltiple de medias se aplicó la prueba de Tukey. También se determinó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables edad y porcentaje de glucosa y sacarosa, así como, entre estas dos últimas. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1987).

Resultados y discusión

La dinámica de crecimiento de los frutos del guayabo coincide con el patrón de crecimiento doble sigmoide, el cual ha sido reportado en numerosas especies de *Psidium* (1, 8, 11, 14, 16). La duración de las fenofases desde la preantesis (figura 1a) hasta la antesis fue de siete días (figura 1b), añadiéndose 7 días hasta su formación completa como frutillo (figura 1c).

El tiempo transcurrido entre el cuajado y la madurez fisiológica, fue de aproximadamente 119 días. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Araujo *et al.*, (1), para el tipo criolla roja; no obstante, en el cv. 'media china' (11) se reporta una duración del ciclo de 130 días para primavera y 190 días para invierno, hasta llegar los frutos a su madurez organoléptica, di-

ferencias determinadas por la variabilidad genética y condiciones climáticas.

Sacarosa y glucosa:

Los azúcares muestran la tendencia a aumentar durante el crecimiento del fruto, pero con ciertos descensos puntuales entre los 28, 35 y 63 días poscuajado ($P < 0,05$) (figura 2 y 3), correspondientes a la I etapa del crecimiento. La prueba de media indicó un aumento de los azúcares a partir de los 84 días poscuajado, pero no en la misma proporción ya que los niveles de sacarosa superaron los de glucosa a partir de la III etapa, similar a lo observado por Salunke y Desai (13), quienes señalan que los azúcares totales y reductores aumentan durante el crecimiento y luego estos son reemplazados por sacarosa en los estadios finales de desarrollo, por el contrario Sharaf y El Saadany (15), reportan aumentos de los carbohidratos totales durante la maduración, encontrando elevados contenidos de fructosa en frutos maduros, disminuyendo en frutos sobre maduros, pero ocurriendo un compor-

tamiento inverso con los contenidos de sacarosa.

Para establecer el grado de asociación entre las variables durante el crecimiento del fruto, se realizó un análisis de correlación, el cual reflejó una relación directa y altamente significativa ($P < 0,01$) entre la edad, sacarosa ($r = 0,74423$) y glucosa ($r = 0,67267$). Esto podría explicarse, ya que, teóricamente, durante el crecimiento se presenta un incremento paulatino de la actividad metabólica, en la cual, ocurren reacciones enzimáticas que favorecen la hidrólisis de los carbohidratos poliméricos, traducándose en un incremento de los azúcares (13, 15, 17, 18).

La relación glucosa y sacarosa muestra una correlación directa y altamente significativa ($P < 0,01$) ($r = 0,94031$), demostrando que ambos azúcares aumentan a medida que avanza el estado de desarrollo del fruto, no obstante, la evolución del patrón de acumulación de azúcares durante el desarrollo muestra una disminución en la proporción de la glucosa, debido al aumento en la concen-

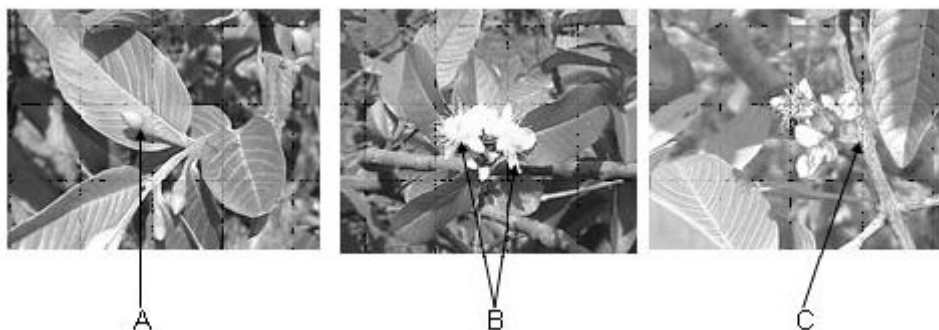


Figura 1. Diferentes estados de desarrollo de los órganos reproductivos del guayabo. a: Botón floral, b: Antesis, c: Fruto cuajado con el estigma seco.

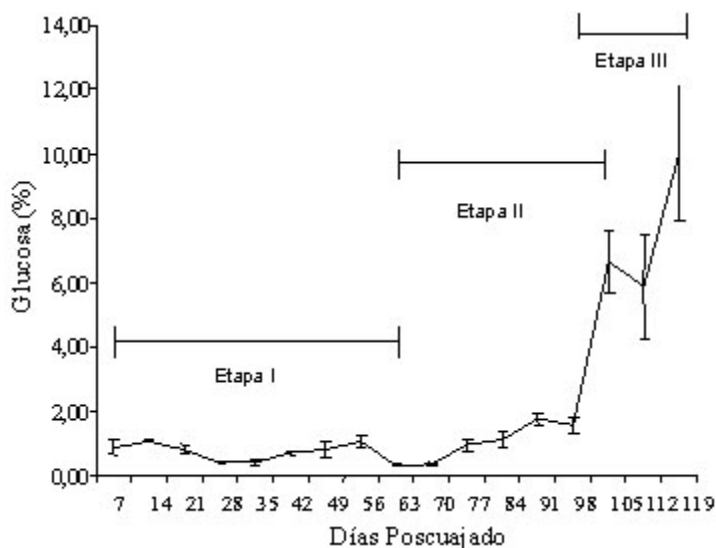


Figura 2. Variación de la Glucosa durante el crecimiento del fruto del Guayabo.

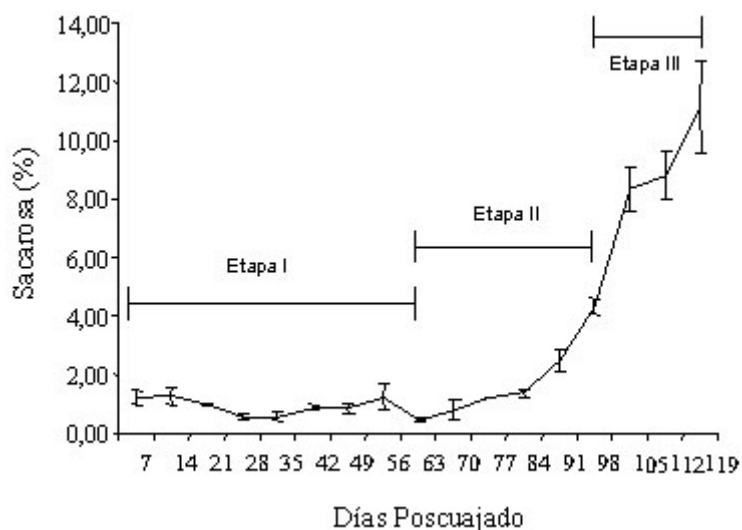


Figura 3. Variación de la sacarosa durante el crecimiento del fruto del Guayabo.

tración de la sacarosa. Es factible que el incremento de la sacarosa sea una consecuencia del aumento de la actividad enzimática; que realmente se produzca a expensas de las concentra-

ciones de glucosa y fructosa (vía gluconeogénica), proveniente de la hidrólisis de pectinas y no por los azúcares reductores existentes (2, 12).

Conclusiones

El crecimiento del fruto de guayaba tipo criolla roja expresó un patrón de crecimiento doble sigmoide.

La duración de la fenofase desde preantesis hasta la antesis fue de 7 días, de preantesis a cuaje incipiente 15 días, de cuajado incipiente a cuajado completo 7 días y desde cuajado a madurez fisiológica 119 días.

El patrón de acumulación de azúcares evidenció que los contenidos

de glucosa y sacarosas aumentan con la misma intensidad en las etapas finales del desarrollo de los frutos, correspondiéndose con la madurez fisiológica, pero superando la sacarosa su proporción.

Durante el crecimiento del fruto se observó una relación directa y significativa entre la edad, glucosa y sacarosa.

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

Universidad 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. 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.
2. Arenas de M.L. 1998. Determinación de los carbohidratos presentes en la guayaba (*Psidium guajava* L.) por cromatografía líquida de alta presión. Trabajo de ascenso. LUZ. Facultad de Agronomía. 67 p.
3. 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. Frutic. 24: 273-276.
4. Coombe, B. G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant. Physiol. 27:507-528.
5. Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamiton, P. A. Rebers y F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-355.
6. Laguado, N., E. Pérez, C. Alvarado y M. Marín. 1999. Características

- físico-químicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 16:382-397.
7. Laguado, N., M. Marín, L. Arenas de Moreno y C. Castro de Rincón. 1998. Relación entre variables indicadoras de maduración de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) var. Dominicana roja. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 15: 422-428.
8. Laguado, N., E. Rendiles, M. Marín, L. Arenas de Moreno y C. Castro de R. 1999. Crecimiento de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo criolla roja. Etapa I. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16 supl. 1:30-35.
9. Marín, M. A. de V. Abreu, L. Sosa y C. de R. Castro. 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.
10. 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.
11. Mercado-Silva E., P. Benito-Bautista y M. Garcia-Velasco. 1998. Fruits development harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. Post harvest biology and technology. 13:143-1590.
12. Mowlah G. y S. Itoo. 1982. Guava (*Psidium guajava* L.) sugar components and related enzymes at stages of fruit development and ripening. Jor. Jap. Soci. Food Sci. Techn. 29:472-476.
13. Salunke, D. K. y B. B. Desai. 1984. Postharvest and biotechnology of fruits. C.R.C. Press, Inc. Boca Raton, Florida II: 39-46.
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. Sharaf A. y S.S. El Saadany. 1987. Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. Food Sci. and Techn. Abs. (1989) 21: 2544.
16. Tong F., D. Medina y D. Esparza. 1991. Variabilidad en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.) del municipio Mara del Estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 8:15-27.
17. Wilson, C.W., P.E Shaw y C.W. Campbell. 1982. Determination of organic acids and sugars in guava (*Psidium guajava* L.) cultivars by high-performance liquid chromatography. J. Sci. Food. Agric. 33: 777-780.
18. Yusof, S. y S. Mohamed. 1987. Physic chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food Agri. 38: 31-39.