

## Determinación por HPLC de los azúcares en los frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*) de una plantación comercial del Municipio Mara

HPLC determination of sugars in guava (*Psidium guajava L.*) fruits of a commercial plantation from Mara municipality

Lilia Arenas de Moreno<sup>2</sup>  
Merylín Marín<sup>3</sup>  
Carmen Castro de Rincón<sup>4</sup>  
Luis Sandoval<sup>5</sup>

### Resumen

Se estudió la variación del contenido de ribosa, xilosa, fructosa, glucosa, sacarosa y azúcares totales en frutos de guayaba provenientes de la Granja "Santa Ana", una plantación comercial ubicada en el Municipio Mara del Estado Zulia, Venezuela, cosechados en el trimestre Junio-Agosto (MES) de 1991, en diferentes estados de madurez (EM): Pintón, (P) Maduro (M) y Muy Maduros (MM). La determinación cualitativa y cuantitativa de los azúcares se realizó por cromatografía líquida de alta resolución utilizando una columna Alltech Carbohydrate 10  $\mu$  con acetonitrilo-agua (75:25) como fase móvil. El análisis estadístico se realizó utilizando un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial 3x3. Se realizó un análisis de varianza mediante el procedimiento General Linear Model del Statistical Analysis System (SAS). Las comparaciones de medias entre tratamientos fueron realizadas por el Método de Tukey para los efectos principales, usando el método de los Mínimos Cuadrados para las interacciones significativas. Para la variable Xilosa, se encontró que no fue afectada por ninguno de los factores estudiados. Los resultados mostraron que las variaciones en el contenido de los diferentes azúcares dependen de MES pero no así el tipo de azúcar. La concentración de los diferentes azúcares también depende de EM. Se determinó que la fructosa es el carbohidrato más abundante en P, mientras que la sacarosa lo es en MM. La concentración de sacarosa aumenta con EM. La interacción MESXEM afectó todas las variables estudiadas excepto al contenido de xilosa. La ribosa varió de 0,0151 a 0,3300%; la Xilosa de 0,0019

Recibido el 22-03-94 • Aceptado el 28-03-95

1. Proyecto No. S1-2379 financiado por el CONDES y el CONICIT.

2. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. Apartado 15205, Maracaibo-Venezuela

3. Departamento de Botánica.

4. Departamento de Estadística.

5. División de Estudios para Graduados. Facultad de Agronomía.

a 0,2146%; la fructosa de 1,7500 a 3,5370%; la glucosa de 1,3033 a 3,0449%; la sacarosa de 0,8181 a 4,2193% y azúcares totales de 4,1110 a 10,0097% en base fresca.

**Palabras claves:** *Psidium guajava*, frutas, azúcares, HPLC.

## Abstract

Variation of ribose, xylose, fructose, glucose, sucrose and total sugars was studied on guava fruits from "Santa Ana" Farm, a commercial plantation in Mara Municipality of Zulia State, Venezuela. Fruit of different maturity stage (MS), green ripe (GR), ripe (R) and full-ripe (FR), were collected from June to August, 1991. Sugars were analyzed by high performance liquid chromatography on a Alltech carbohydrate 10  $\mu$  column with acetonitrile-water (75:25) as mobile phase. The experiment involved a (5x3) factorial arrangement in a Completely Randomized Design. Data were analyzed by using the General Linear Model (GLM) procedure of the Statistical Analysis System (SAS). Specific differences for principal effects were determined by Tukey's Studentized Range (HSD), and mean differences between treatment's combinations were determined by the Least Square Means method. All comparisons were done at (P<.05) except for sucrose (P<0.10). Xylose was not affected by any treatment. The results showed that variation between sugar contents depends on months (MO) in which the fruits were harvested, although the kind of sugar didn't. Sugar concentrations also depended on MS. It was determined that fructose was the most important sugar in green ripe fruits while sucrose was the mayor carbohydrate in full-ripe fruits. Sucrose concentration increased as MS did it. The MOxMS interaction affected all studied variables except xylose content. Ribose varied from 0.0151 to 0.3300%; xylose from 0.0019 to 0.2146%; fructose from 1.7500 to 3.5370%; glucose from 1.3033 to 3,0449%; sucrose from 0.8181 to 4.2193% and total sugars from 4.1110 to 10.0097 of fresh weight.

**Key words:** *Psidium guajava*, guava, fruits, sugar, HPLC.

## Introducción

La determinación individual de los azúcares más importantes en la guayaba, tales como glucosa, fructosa, sacarosa, sedoheptulosa, arabinosa, etc., se ha convertido en un estudio esencial, en la medida en que más investigaciones están siendo conducidas en las áreas de genética y en los mecanismos bioquímicos de la formación y degradación de los carbohidratos de este fruto. A esto se

debe agregar el interés existente en el establecimiento o fijación de índices de maduración (23), así como la predicción del potencial de almacenamiento de los frutos basado en el contenido de azúcares bajo condiciones variadas (5,7,9,14,29,34,37).

Por otro lado, se debe considerar el hecho de que el análisis y la caracterización de los carbohidratos

en los alimentos, tanto frescos como procesados, ha sido siempre un aspecto importante para los tecnólogos de alimentos, químicos, nutricionistas y la industria agro-alimentaria, los que buscan alternativas en cuanto a adulcorantes se refiere, para cubrir las demandas del mercado (10). Con el interés creciente de la nutrición, y consecuentemente, con el nivel nutricional, un control de calidad confiable se necesita para una amplia variedad de alimentos y aditivos alimentarios, particularmente en lo que se refiere al contenido de azúcares (16,39). Una posible relación entre el consumo de azúcares y algunos desordenes fisiológicos tales como caries dental, diabetes, obesidad, enfermedades coronarias, etc., ha sido establecida (25, 28).

La mayoría de las determinaciones tanto cualitativas como cuantitativas de los carbohidratos han sido limitados a determinaciones de azúcares reductores totales y/o no

reductores, cuyo método analítico está basado en la reducción de una solución alcalina de cobre por los azúcares reductores (15, 22). Sin embargo, la utilización de la técnica HPLC (cromatografía líquida de alta resolución), ha permitido una rápida caracterización y cuantificación de muchos carbohidratos significativos tanto desde el punto de vista agronómico como nutricional (6,9,10, 13,18,19,20,21,30,31,32).

Basados en lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como finalidad:

- Caracterizar y cuantificar los carbohidratos presentes en frutos de guayaba de diferentes estados de madurez, y obtenidos en épocas de cosecha distintas por HPLC.

- Determinar las relaciones existentes entre la cantidad y tipos de azúcares, el estado de madurez de los frutos y la época de cosecha en que fueron colectados los mismos.

## Materiales y métodos

### 1. Muestras de frutas

Las frutas fueron obtenidas de una de las plantaciones de guayaba más antiguas de la zona de Mara, ubicada en el sector Monte Verde y denominada Granja "Santa Ana", (MV), de donde se seleccionaron 10 plantas al azar de las 20 sometidas a estudio en el Proyecto denominado "Estudio preliminar sobre las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del Municipio Mara del Estado Zulia (1). El criterio

de selección de las plantas se basó en su productividad y la calidad físico-química de los frutos.

Los muestreos se realizaron quincenalmente en el período comprendido entre Junio y Agosto de 1991. Las frutas colectadas de todos los lados de las plantas, en tres estados de madurez, Pintón (P), Maduro (M) y Muy Maduro (MM), fueron analizadas sobre la base de 50 frutas de pulpa roja seleccionadas al azar por cada estado de madurez. El estado de madurez se estableció tomando

en cuenta el color de la corteza y su textura, la cual fue determinada utilizando un texturómetro, estableciéndose una escala de textura para cada estado de madurez:

Pintón (P): 0.56-1.05 kg/cm<sup>2</sup> /cm<sup>2</sup>  
 Maduro (M): 0.14 - 0.49 kg/cm<sup>2</sup> /cm<sup>2</sup>  
 Muy Maduro (MM): < 0.11 kg/cm<sup>2</sup> /cm<sup>2</sup>

El análisis de los carbohidratos se realizó por triplicado para cada estado de madurez, utilizando muestras compuestas de 4-5 frutos ( $\pm$  500 g) cada una, y homogeneizadas en un procesador de alimento. La pasta así obtenida se conservó en bolsas plásticas de cierre hermético a -15°C hasta su utilización.

## 2. Método de extracción

Duplicados de 10-20 gramos de pasta de guayaba fueron refluados en 75 ml de una mezcla de metanol de alta pureza y agua en la proporción 80:20, a una temperatura de 80°C por una hora. Después de dejarlo enfriar, el extracto alcohólico fue filtrado al vacío a través de papel de filtro Whatman No. 1, y el material residual fue lavado con dos porciones de 15 ml de la mezcla alcohol-agua caliente (10,37).

El extracto alcohólico fue filtrado nuevamente utilizando un filtro de membrana de 0,45  $\mu$ m, y concentrado a una temperatura entre 40 y 60°C en un rotaevaporador Büchi. Una vez removido totalmente el alcohol, el extracto acuoso (7-10 ml), fue diluido en agua bidestilada a un volumen final de 50 ml.

Los extractos acuosos fueron nuevamente filtrados a través de un filtro de membrana de 0.2  $\mu$ m, y purificados con cartuchos SepPak C-18 (Waters Assoc., Inc. Milford, Massachusetts). Los dos primeros mililitros del filtrado fueron descartados y los siguientes fueron colectados para el análisis HPLC (25).

## 3. Análisis HPLC

Los extractos acuosos fueron analizados por HPLC, en un cromatógrafo de líquidos Shimadzu Corporation, Modelo LC-10AD, equipado con: a) unidad degasificadora Modelo DGU-2A; b) distribuidor de solvente Modelo FCV- 10AL; c) refractómetro diferencial Modelo RID- 6A; d) horno para columna Modelo CTO- 10A; e) inyector tipo válvula de Reodine con un loop de 20  $\mu$ l; y f) un integrador computarizado modelo C-R7A.

Una columna de acero inoxidable de 300mm x 4,1 mm D.I, (Alltech Carbohydrate 10  $\mu$ ), conectada en serie a una precolumna (Alltech Adsorbosphere-NH<sub>2</sub> 5 $\mu$ ), fue utilizada para el análisis tanto cualitativo como cuantitativo (32).

La separación isocrática de los azúcares se realizó a una temperatura de 30°C, usando una fase móvil compuesta por 75% de acetonitrilo grado HPLC (Mallinckrodt) y 25% de agua bidestilada, previamente filtrada a través de un filtro de membrana de 0,45  $\mu$ m y degasificada. (6,18,20,30) Se empleó una velocidad de flujo de 0,8 ml/min.

La caracterización y cuantificación de los carbohidratos presentes en las muestras fue posible por la comparación de los tiempos de retención y las

áreas de los picos de las muestras y los tiempos de retención y las áreas de los picos de soluciones de 10 mg/ml de patrones de ribosa, xilosa, fructosa, glucosa, sacarosa y lactosa obtenidos de Sigma Chemical Company (St. Louis, Mo.). La reproducibilidad del método analítico se aseguró analizando cada muestra por triplicado. Los resultados se expresaron como porcentaje de peso fresco.

#### **4. Análisis estadístico de los resultados**

El experimento involucró un arreglo factorial de los tratamientos [tres estados de madurez (EM) x tres diferentes meses de cosecha (M)] con

un diseño totalmente aleatorizado. Se realizaron análisis de varianza (ANADEVA) usando el procedimiento General Linear Model (GLM) del Statistical Analysis System (SAS). Las comparaciones de medias entre tratamientos fueron determinadas por el Método de Tukey para los efectos principales, usando el método de los Mínimos Cuadrados para las interacciones significativas. Se usaron las transformaciones RAIZ CUBICA para las variables Ribosa y Xilosa, y ARCSEN de la raíz cuadrada para las variables Fructosa, Glucosa, Sacarosa y Azúcares totales.

### **Resultados y discusión**

En esta investigación se identificaron seis tipos de azúcares: Ribosa, Xilosa, Fructosa, Glucosa, Sacarosa y Lactosa, ésta última sólo presente en trazas. Las figuras 1, 2 y 3 corresponden a los cromatogramas característicos de muestras de frutos de guayaba en los diferentes estados de madurez estudiados.

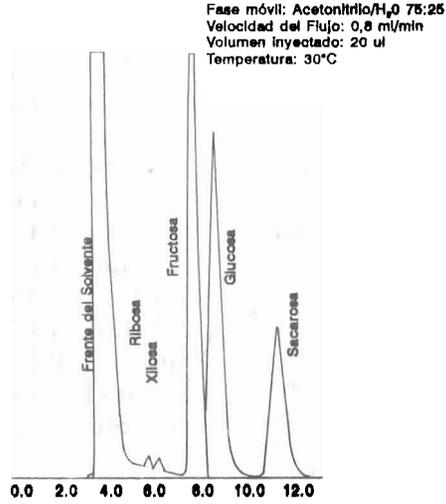
En los Cuadros 1 y 2 se muestran las variaciones de los contenidos de azúcares en las muestras de guayaba sometidas a estudio, por estado de madurez y por época de cosecha respectivamente.

A continuación se presenta la interpretación de los resultados obtenidos para cada variable en las muestras analizadas.

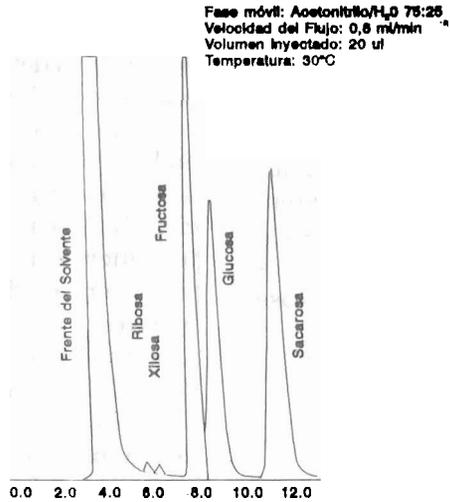
#### **Ribosa**

El contenido de ribosa varió de 0,0151 a 0,3300%. Los resultados de-

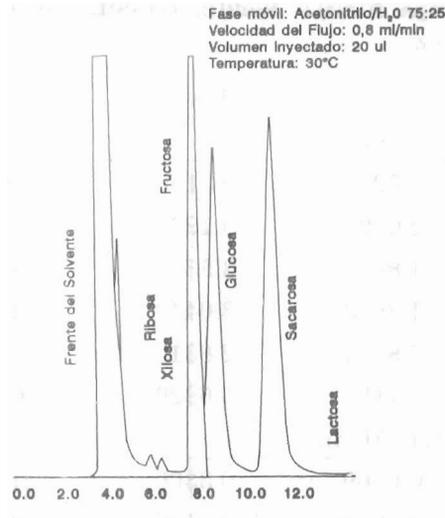
muestran que la mayor concentración promedio de este carbohidrato la presentaron los frutos cosechados en los meses de Junio y Agosto, no detectándose diferencias entre estos dos meses. Sin embargo, el análisis de varianza detectó que existen diferencias significativas ( $P < .05$ ) al comparar las concentraciones de ribosa en los frutos cosechados en Julio, en donde se obtuvo la menor concentración. También se observó que no existen diferencias en el contenido de ribosa en los diferentes estados de madurez. La interacción (MXEM) muestra una diferencia significativa ( $P < .05$ ), lo que indica que el contenido de ribosa varía entre los estados de madurez dependiendo del mes en que son cosechados los frutos (Figura 4). En todas las muestras analizadas se detectó la presencia de ribosa, la cual no ha sido previamente reporta-



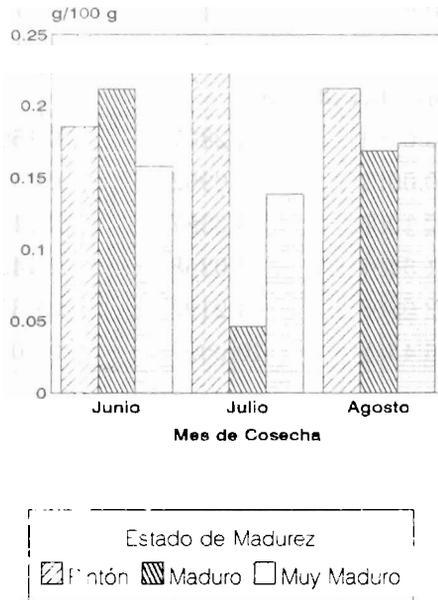
**Fig. 1** Cromatograma característico de muestras de frutos de guayaba pintones.



**Fig. 2.** Cromatograma característico de muestras de frutos de guayaba maduros.



**Fig. 3** Cromatograma característico de muestras de frutos de guayaba muy maduros.



**Fig. 4.** Variación de la concentración de Ribosa en los frutos de Guayaba

**Cuadro 1. Rangos de variación de la concentración de azúcares en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) provenientes de la Granja Monte Verde, colectados en tres estados de madurez**

Azúcar*	Mínimo	Máximo	X	S
<b>Estado de maduración: Pintón</b>				
Ribosa	0.0220	0.3188	0.2069	0.0875
Xilosa	0.0197	0.1905	0.0707	0.0372
Fructosa	1.8652	3.5370	2.7174	0.4021
Glucosa	1.3983	3.0449	2.2278	0.4124
Sacarosa	0.8181	2.8312	1.5887	0.4676
A.T.	4.1110	8.6920	6.6703	1.2133
<b>Estado de maduración: Maduro</b>				
Ribosa	0.0369	0.3300	0.1522	0.0871
Xilosa	0.0019	0.2146	0.0489	0.0531
Fructosa	1.7500	3.2633	2.4833	0.4662
Glucosa	1.3033	2.9355	1.9941	0.4649
Sacarosa	0.9537	3.3413	2.1716	0.6197
A.T.	4.1714	9.4859	6.7997	1.2992
<b>Estado de maduración: Muy Maduro</b>				
Ribosa	0.0151	0.2807	0.1567	0.0719
Xilosa	0.0021	0.0962	0.0577	0.0258
Fructosa	2.1085	3.3087	2.7110	0.3977
Glucosa	1.5487	3.0258	2.1429	0.3837
Sacarosa	2.0808	4.2193	3.0371	0.5610
A.T.	6.4532	10.0097	8.1089	1.0206

A.T.: Azúcares Totales

\* azúcares expresados en g/100 g de muestra

NOTA: Información basada en 18 observaciones

**Cuadro 2. Rangos de variación de la concentración de azúcares en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) provenientes de la granja Monte Verde, colectados en tres épocas**

Azúcar*	Mínimo	Máximo	X	S
<b>Mes: Junio</b>				
Ribosa	0.0220	0.3300	0.1850	0.0785
Xilosa	0.0165	0.2146	0.0663	0.0533
Fructosa	2.0780	3.5370	3.0031	0.3211
Glucosa	1.7172	3.0449	2.4752	0.3459
Sacarosa	1.0949	4.2193	2.4517	0.9318
A.T.	5.9575	10.0097	8.1812	1.1551
<b>Mes: Julio</b>				
Ribosa	0.0151	0.3188	0.1387	0.1170
Xilosa	0.0019	0.0962	0.0501	0.0355
Fructosa	1.7500	3.3087	2.4449	0.4293
Glucosa	1.3033	3.0258	1.9619	0.4205
Sacarosa	0.8181	2.9488	1.9333	0.6722
A.T.	4.1110	8.9003	6.3741	1.4025
<b>Mes: Agosto</b>				
Ribosa	0.0997	0.2491	0.1870	0.0416
Xilosa	0.0370	0.0945	0.0600	0.0167
Fructosa	2.1085	3.1003	2.4635	0.2729
Glucosa	1.5487	2.4148	1.9277	0.2597
Sacarosa	1.1782	3.9386	2.4124	0.7386
A.T.	5.8766	8.4284	7.0235	0.6836

A.T.: Azúcares Totales

\* azúcares expresados en g/100 g de muestra

NOTA: Información basada en 18 observaciones

da como un constituyente de la guayaba. Los trabajos realizados por Chan y Kwok (11) y por Wilson *et al* (37) demostraron que fructosa, glucosa y sacarosa son los únicos azúcares presentes en frutos de guayaba. Sin embargo otras pentosas tales como arabinosa y xilosa han sido identificadas (28). La presencia de ribosa en las muestras analizadas, podría ser una consecuencia de la condición genética y/o ambiental que determina la variabilidad en las características químicas de los frutos de guayaba (17,33).

### **Xilosa**

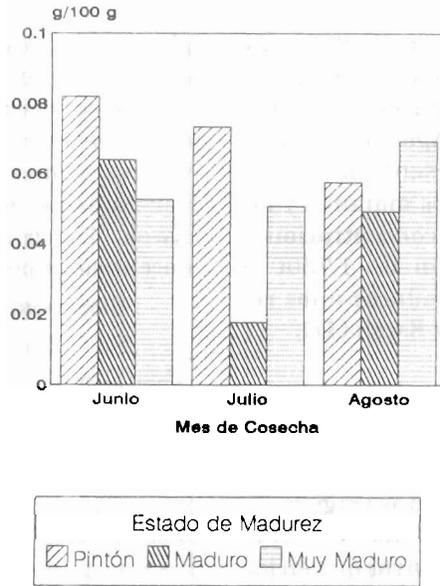
La concentración de xilosa varió de 0,0019 a 0,2146%, observándose su menor promedio en los frutos maduros y los cosechados en el mes de Julio, y el mayor en los frutos pintones y los cosechados en Junio y Agosto. El ANADEVA no detectó diferencias significativas para ninguno de los factores estudiados. La presencia de este carbohidrato como constituyente de la guayaba ha sido reportado por Nahar *et al* (28), quienes consideran que se debe a la existencia de polímeros no glucánicos en este fruto. Otros autores (35), consideran que la presencia de hongos pueden producir desdoblamiento de las pectinas, y trazas de xilosa o ácido galacturónico sean algunas veces detectados. La Figura 5 muestra las variaciones en la concentración de este carbohidrato dependiendo del estado de madurez y la época en que fueron cosechados.

### **Fructosa**

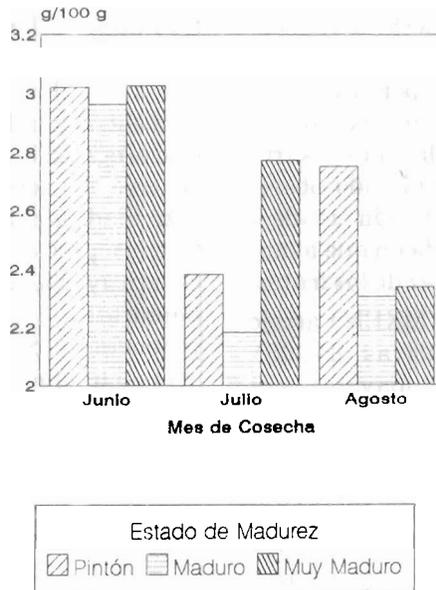
Para esta variable, el ANADEVA detectó diferencias altamente significativas ( $P < .01$ ) entre los diferentes meses de cosecha. En la Figura 6, puede observarse que el contenido de este carbohidrato es mayor en los frutos cosechados en el mes de Junio, disminuyendo drásticamente en los meses Julio y Agosto, no observándose diferencias entre estos dos últimos meses.

El análisis respecto al estado de madurez muestra que la menor concentración se obtiene en frutos maduros, diferenciándose significativamente ( $P < .05$ ) del contenido de este carbohidrato en frutos pintones y muy maduros, y entre los que no existen diferencias. Estos resultados son diferentes a los reportados por Yusof y Mohamed (38), quienes reportan un incremento lineal de los niveles de fructosa con la maduración del fruto de la variedad Vietnamita, y a los reportados por Wilson (36) quien citando a LeRiche, indica que la fructosa es el azúcar más importante y que sus niveles se incrementan durante la maduración decreciendo en frutos sobremaduros.

El presente análisis también reveló diferencias significativas ( $P < .01$ ) para la interacción (MXEM), indicando una clara dependencia entre estos dos factores. La Figura 6 muestra que las mayores concentraciones se obtuvieron en el mes de Junio en los diferentes estados de madurez. En Julio se observaron diferencias importantes entre el conte-



**Fig. 5. Variación de la concentración de Xilosa en los frutos de Guayaba**



**Fig. 6. Variación de la concentración de Fructosa en los frutos de Guayaba**

nido de fructosa en los frutos muy maduros con respecto a los frutos pintones y los maduros, mientras que en el mes de Agosto la mayor concentración se presentó en los frutos pintones sobre los maduros y los muy maduros. Las concentraciones de fructosa variaron de 1.7500 a 3.5370%, niveles similares a los reportados por Chan y Kwok (11).

### Glucosa

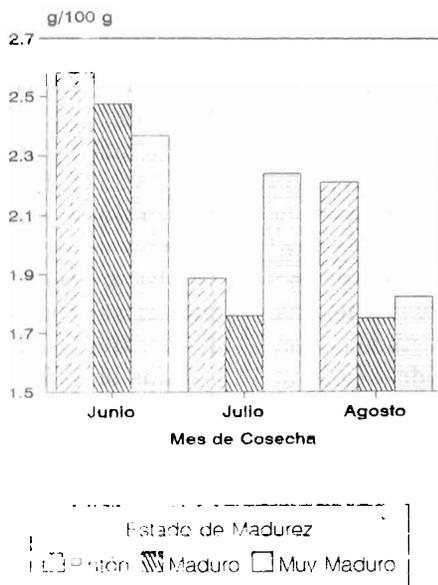
Con respecto a la glucosa se observaron claras diferencias ( $P < .05$ ) entre los meses en que fueron cosechados los frutos (Figura 7). Se determinó que en el mes de Junio su concentración es mayor que en los meses Julio y Agosto, no observándose diferencias significativas entre estos dos últimos. Al analizar la relación entre los estados de madurez, se detectaron diferencias ( $P < .05$ ) al observar las mayores concentraciones en los frutos pintones por encima de los frutos maduros, aún cuando no hay diferencias en relación a los frutos muy maduros, pudiendo observarse que su concentración tiende a disminuir en la medida en que avanza el estado de madurez de los frutos.

La interacción (MXEM) arrojó diferencias significativas ( $P < .05$ ), observándose que las mayores concentraciones se obtuvieron en Junio, donde el contenido es similar para los tres estados de madurez, siendo ligeramente superior en los frutos pintones. En Julio ( $P < .01$ ), la mayor concentración se observó en los frutos muy maduros, no existiendo diferencias entre los pintones y maduros. En Agosto, los frutos pintones mostraron el mayor contenido de

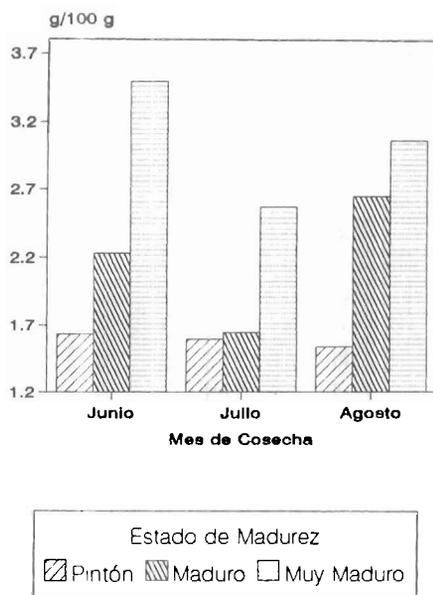
glucosa, no existiendo diferencias entre los maduros y muy maduros. Las concentraciones de este carbohidrato variaron de 1.3033 a 3.0449%, valores similares a los reportados por Nahar *et al* (28) y por Chan y Kwok (11), pero más altos que los encontrados por Wilson *et al* (37).

### Sacarosa

Se observaron diferencias ( $P < .01$ ) entre los diferentes meses de colección de los frutos, siendo Junio y Agosto los meses en donde los frutos presentaron las concentraciones más altas, en comparación con la del mes de Julio. Se observó que la sacarosa se presenta en los frutos muy maduros en mayores concentraciones, siendo los frutos pintones los que contienen la menor concentración. Estas diferencias son significativamente diferentes ( $P < .01$ ) en todos los estados de madurez sometidos a estudio. El incremento en la concentración de sacarosa a medida que progresa la maduración del fruto se cree se debe al aumento en la actividad enzimática sobre las sustancias pécticas y la celulosa, que constituyen a su vez reservas de carbohidratos, y que sirven de fuentes potenciales de ácidos, azúcares y otras sustancias respiratorias durante el proceso de maduración (26,27,38). La interacción (MXEM) determinó que la concentración de sacarosa, en término generadas se hace menor en frutos cosechados en el mes de Julio, siendo su valor significativamente diferente ( $P < .05$ ) de los valores encontrados en Junio y Agosto, los que son similares (Figura 8). En los tres meses, las



**Fig. 7. Variación de la concentración de Glucosa en los frutos de Guayaba**



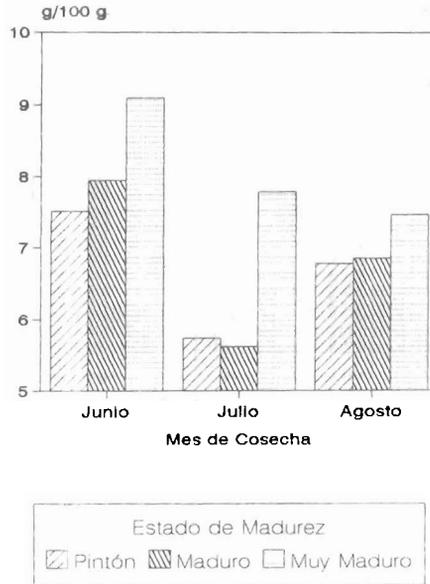
**Fig. 8. Variación de la concentración de Sacarosa en los frutos de Guayaba**

concentraciones más altas las mostraron los frutos muy maduros, seguido de los maduros y los pintones. Su concentración varió de 0.8181 a 4,2193%, valores similares a los reportados por Abreu de V. (1,2), Arenas de M. (4), y Marín, *et al* (24). Partiendo de los resultados obtenidos, en donde los niveles de sacarina aumentan con el estado de madurez de los frutos, podría considerarse como una medida cuantitativa del índice de maduración de los frutos de guayaba.

### Azúcares Totales

Al analizar el contenido de Azúcares Totales (AT), se pudo observar que los frutos muy maduros son los que contienen la mayor concentración, siendo ésta significativamente diferente ( $P < .01$ ) de los otros dos es-

tados de madurez considerados, situación contraria a la que reporta Chyau *et al* (14). También se observó que la mayor concentración de AT se obtuvo en los frutos cosechados en el mes de Junio y la menor en los frutos del mes de Julio, siendo significativas las diferencias ( $P < .01$ ) entre los tres meses considerados (Figura 9). La interacción (MXEM) mostró diferencias significativas ( $P < .05$ ). Nuevamente los frutos muy maduros fueron los que presentaron las concentraciones más altas en los diferentes meses de cosecha, con respecto a los pintones y maduros, aunque no existen diferencia entre estos últimos. El contenido de azúcares totales varió de 4.1110 a 10.0097%, rangos similares a los reportados por otros autores (2,3,8,12,24,36).



**Fig. 9.** Variación de la concentración de Azúcares Totales en los frutos de guayaba

## Conclusiones

1. Las variaciones en el contenido de azúcares en las muestras de guayaba analizadas dependen del momento en que son cosechados los frutos durante el pico de producción en la zona de Mara.

2. Los análisis de varianza demostraron que el contenido de cada uno de los azúcares identificados varían significativamente dependiendo del estado de madurez de los frutos.

3. Al analizar el comportamiento de los frutos en los diferentes estados de madurez a lo largo del período de cosecha, se observaron cambios significativos durante el mes de Julio, mes en el cual la producción de guayaba en la zona de Mara alcanza su mayor nivel.

4. Se determinó que la fructosa es el azúcar más abundante en los

frutos pintones (P), seguido por la glucosa, mientras que en los frutos muy maduros (MM), es la sacarosa el azúcar predominante.

5. Este estudio demostró que la sacarosa aumenta con el estado de madurez de los frutos, lo que permitiría utilizarla como posible índice de maduración.

6. Todos los azúcares estudiados fueron detectados en la totalidad de las muestras analizadas, lo que permite afirmar que el tipo de carbohidrato no depende de ninguno de los factores analizados en este estudio.

7. La identificación de ribosa como constituyente en la guayaba de la zona de Mara supone la influencia de la variabilidad genética. Sin embargo, se debe profundizar en el análisis de esta variable para proporcionar resultados concluyentes.

## Literatura citada

1. Abreu de V., A. 1988. Estudio preliminar sobre las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*) en una plantación comercial del Distrito Mara del Estado Zulia. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 65 p. (Trabajo de Ascenso).
2. Abreu de V., A. 1992. Determinación de las características químicas en frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*). Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 126 p. (Trabajo de Ascenso).
3. Ahlawat, V.P., R. Yamdagni y P.C. Jindal. 1980. Studies on the effect of post-harvest treatments on storage behaviour of Guava (*Psidium guajava L.*) Cv. Sadar (L 49). Haryana Agricultural University J. Res. 10(2):242-247.
4. Arenas de M., L. 1993. Diagnóstico de la calidad de la pulpa de la guayaba en plantaciones del Municipio Mara. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. 235 p. (Informe de Investigación).
5. Augustin, M.A. y O. Azizah. 1988. Post-harvest storage of guava (*Psidium guajava L.*), Var. Taiwan. Pertanika. 11(1):45-50.
6. Brandao, S.C.C., M.L. Richmond; J.I. Gray; I.D. Morton y C. M. Stine. 1980. Separation of Mono- and Di-saccharides and Sorbitol by High Performance Liquid Chromatography. J. Food Sci. 45: 1942-1943.
7. Brown, B. y R. Wills. 1983. Post-harvest changes in guava fruits of different maturity. Scientia Hort. 19:237-243.
8. Campbell, B.A. y J. Smith. 1987. An overview of tropical fruits uses in Florida. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 100:408-411

9. Campbell, C. A.; D. J. Huber y K. E. Koch. 1989. Postharvest changes in sugars, acids, and color of carambola fruit at various temperatures. *HortSci.* 24(3):472-475.
10. Conrad, E. C. y J. K. Palmer. 1976. Rapid analysis of carbohydrates by high-pressure liquid chromatography. *Food Technol.* 30(10):84-92.
11. Chan, H. T. y S. C. M. Kwok. 1975. Identification and determination of sugar in some tropical fruit products. *J. Food Sci.* 40:419-420.
12. Chauhan, R.; A.C. Kapoor y O. P. Gupta. 1986. Notes on the effect of cultivar and season on the chemical composition of guava fruits. *Haryana J. Hort. Sci.* 15 (3-4); 228-230.
13. Churms, S. C. 1990. Recent developments in the chromatographic analysis of carbohydrates. *J. Chromatography.* 500:555-583. [Review]
14. Chyau, Ch-Ch; S.Y. Chen y C. M. Wu. 1992. Difference of volatile and nonvolatile constituents between mature and ripe guava (*Psidium guajava Linn*) fruits. *J. Agric. Food Chem.* 4: 846-849
15. Dubois, M.; K.A. Gilles; J.K. Hamilton; P.A. Rebers y F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28(3): 350-356.
16. Dunmire, D.L. y S. E. Otto. 1979. Sugars and sugars products. High pressure liquid chromatographic determination of sugars in various food products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62(1): 176-185.
17. El-Agamy, S.Z.A.; M.M. El-Azzouni y A.M. Badawi. 1976. Variability in fruit characters among guava seedlings in Egypt. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* 89: 249-250.
18. Gancedo, M. C. y B. S. Luh. 1986. HPLC analysis of organic acids and sugars in tomato juice. *J. Food Sci.* 51(3):571-573.
19. Hunt, D.C.; P. A. Jackson; R. E. Mortlock y R.S. Kirk. 1977. Qualitative determination of sugars in foodstuffs by high performance liquid chromatography. *Analyst.* 102 (Diciembre): 917-920.
20. Hurst, W. J.; R. A. Martin y B. L. Zoumas. 1979. Application of HPLC to characterization of individual carbohydrates in foods. *J. Food Sci.* 44: 892-895,904.
21. Kai, M.; K. Tamura; H. Watanabe y Y. Ohkura. 1989. HPLC of reducing sugars with postcolumn fluorescence derivatization using metoxibenzamida. *Food Sci. Tech. Abst.* (1990) 22(4): 4A44.
22. Kline, D.A., E. Fernandez-Flores y A. R. Johnson. 1970. Quantitative determination of sugars in fruits by GLC separation of TMS-derivatives. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 53:1198.
23. Kumar, R. y M. N. Hoda. 1974. Fixation of maturity standards of guava (*Psidium guajava L.*). *Indian J. Hort.* 31(2): 140-144.
24. Marín, M.; A. De V. Abreu; L. Sosa y C. R. de Castro. 1993. Variación de las características químicas de los frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*) en una plantación comercial del Municipio Mara del Estado Zulia Rev. *Fac. Agron. (LUZ).* 10 (3) :297-310.
25. Martin-Villa, C.; C. Vidal-Valverde y E. Rojas-Hidalgo. 1982. High performance liquid chromatographic determination of carbohydrates in raw and cooked vegetable. *J. Food Sci.* 47: 2086-2088
26. Mattoo, A.K.; T. Murata, E.B. Pantastico; K. Chachin; K. Ogata y C.T. Phan. 1975. Chemical changes during ripening and senescence. en: *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruit and vegetable.* Ed. B. Pantastico Ed. Westport, Conn. AVI Publishing Co., Inc. 1975. Chapter 7. 103-127.
27. Mowlat, G y S. Itoo. 1983. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and store guava (*Psidium guajava L.*) *J. Japenese Soc. Food Sci. Tech.* 30(8) 454-461. (Abstract).
28. Nahar, N.; Rahman, S. y Mosihuzzaman. 1990. Analysis of carbohydrates in seven edible fruits of Bangladesh. *J. Sci. Food Agric.* 51: 185-192.
29. Sharaff, A. y S.S. El-Saadany. 1987. Biochemical studies on guava fruits during different maturity stages. *Food Sci. Tech. Abst.* (1989). 21(2) 2J44.
30. Smith, J.S.; M. C. Villalobos y C. M. Kottmann. 1986. Quantitative determination of sugar in various food products. *J. Food Sci.* 51(5): 1373-1375.

31. Swallow, K.W. y N. H. Low. 1990. Analysis and quantitation of the carbohydrates in honey using high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 38(9): 1828-1832.
32. Timbie, D. J. y P. G. Keeney. 1977. Mono-Disaccharides analysis of confectionery products by high pressure liquid chromatography especially relating to precolumns and other suggestions for contending with contaminants. *J. Food. Sci.* 42(6): 1590-1591, 1599.
33. Tong, F; D. Medina y D. Esparza. 1991. Variabilidad en poblaciones de guayaba (*Psidium guajava L.*) del Municipio Mara del Estado Zulia. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 8(1): 15-27.
34. Vasquez-Ochoa, R. I. y M. T. Colinas-Leon. 1990. Changes in guava of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. *HortSci.* 25(1):86-87.
35. Whiting, G. C. 1970. Sugars. En: *The Biochemistry of fruits and their products.* A. C. Hulme Ed. (1971). Academic Press. N. Y. Vol. 1. Chap. 1. 1-27.
36. Wilson, C. W. 1980. Guava. En: *Tropical and sub-tropical fruits composition, properties and uses.* Steven Nagy y Philip E. Shaw Ed. (1980). AVI Publishing, Inc. Westport, Connecticut. Chapt. 6: 279-299.
37. 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.
38. Yusof, S. y S. Mohamed. 1987. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava L.*) during development and maturation. *J. Sci. Food Agri.* 38: 31-35.
39. Yusof, S.; S. Mohamed y A. Abu-Eakar. 1988. Effect of fruit maturity on the quality and acceptability of guava puree. *Food Chem.* 30(1): 45-58.