

Variación de las características químicas de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del Municipio Mara del Estado Zulia.¹

Variation of the chemical characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) fruits in a commercial plantation from Mara Municipality of Zulia State.

Merylin Marín²
Amarelis Abreu de Vargas²
Luis Sosa²
Carmen Castro de Rincón²

Resumen

Se estudió la variación en el contenido de sacarosa y azúcares reductores, °Brix, acidez titulable, pH y peso de los frutos en plantas de la Granja Santa Ana, sitio donde se introdujo por primera vez el cultivo comercial del guayabo en el Municipio Mara del Estado Zulia. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño totalmente aleatorizado y el método de Tukey para la comparación de medias. La sacarosa varió de 3,40 a 6,98 %, los azúcares reductores de 3,27 a 9,41 %, los °Brix de 8,38 a 12,88 %, la acidez titulable de 0,32 a 0,49 %, el pH de 3,77 a 4,20 unidades y el peso de los frutos de 92,18 a 151,05 g. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas a pesar del posible origen único presumido, esto puede deberse a la propagación por semilla usada en la zona y que ha podido dar lugar a poblaciones diferentes.

Palabras claves : *Psidium guajava*, guayaba, frutos, variación química.

Abstract

Variation of saccharose and reducing sugars content, °Brix, titrable acidity, pH and fruit weight was studied on guava fruits from Santa Ana farm, early place where this crop was introduced in the Mara Municipality of Zulia State, Venezuela. The experimental design was completely randomized design and Tukey test from mean comparisons was used.

Recibido el 19-06-92. Aceptado el 28-05-93

1 Proyecto de investigación financiado por el CONDES

2 Profesor de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartdo 15205, Maracaibo, Venezuela

Saccharose varied from 3,40 to 6,98 %, reducing sugars from 3,27 to 9,41 %, °Brix from 8,38 to 12,88 %, titrable acidity from 0,32 to 0,49 %, pH from 3,77 to 4,20 units and fruit weight from 92,18 to 151,05 g. The obtained results, showed significant ($P < 0,01$) differences between the studied plants although it is believed that they come from the same origin, this could be due to the seed propagation, used in such region, which could have produced different population.

Keys words : *Psidium guajava*, guava, fruits, chemical variation.

Introducción

Dentro del género *Psidium* de la familia Myrtaceae, *Psidium guajava* L. es la especie más conocida e importante a nivel nacional e internacional por su distribución y uso como cultivo (3,4,7,9,11,15,17,18).

En Venezuela la información sobre el cultivo del guayabo es poca y más aún en cuanto a las características químicas del fruto, debido tal vez a su reciente desarrollo comercial. Así para el año 1.978 existían en el país 1.379 has sembradas, de las cuales el mayor porcentaje se encontraba en el estado Zulia (8). Ya para el año 1.986 se reportaron 600 has en esa misma región (8) y para 1.991 se estiman 2.500 has (22).

Los valores de la composición química del fruto del guayabo presentan una gran variación según la región donde se cultiva (Tabla 1). Esto se debe a factores tales como variabilidad genética, manejo agronómico del cultivo, estado de madurez del fruto, condiciones climáticas y épocas de cosecha (3,7,11,15,16,20,21,23).

Debido a los altos valores de fibra, azúcares totales, sólidos solubles totales, minerales y vitamina C (Tabla 1), el guayabo constituye un gran alimento tanto para el hombre como para los animales. Así como, también posee múltiples usos en la industria y la medicina (4,12,14,18).

Aún cuando las poblaciones de guayaba, bajo cultivo comercial del Municipio Mara del Estado Zulia, están formadas por plantas que provienen en su mayoría de una introducción de República Dominicana, realizada en la Granja Santa Ana del sector Monteverde del mencionado municipio, hace aproximadamente treinta años, es probable que se hayan derivado diversas poblaciones con características propias, como consecuencia de la propagación por semilla que usan los productores de la zona, aunado a la propia biología floral de esta especie (22). A nivel internacional se reconocen las variaciones en las características químicas y físicas en los frutos provenientes de plantaciones de guayabo propagadas por semilla (7,14).

Con el fin de caracterizar los frutos de la población de plantas de guayabo existentes en la Granja Santa Ana, sitio donde se introdujo por

primera vez el cultivo comercial en la zona de estudio, se determinó el contenido de sacarosa y azúcares reductores, °Brix, acidez titulable, pH

TABLA 1. Composición química del fruto guayabo *Psidium guajava* L.

COMPOSICION	RANGO	FUENTE
Humedad (a)	77 - 76	4, 12, 17, 18, 20
Materia seca (a)	28 - 14	4, 12, 17, 18, 20
Cenizas (a)	0,66 - 0,90	4, 12, 20
Grasas (a)	0,10 - 0,50	4, 12, 17, 18, 20
Proteínas (a)	0,90 - 1,06	4, 12, 17, 18, 20
Fibra (a)	2,80 - 8,15	4, 12, 17, 18, 20
Carbohidratos (a)(b)	1,30 - 2,75	12, 17, 18
Azúcares totales (a)	4,61 - 8,85	12, 17, 18, 23
Azúcares reductores (a)	3,08 - 5,50	20, 23
Azúcares no reductores (a)	0,30 - 1,53	20, 23
°Brix (a)	0,80 - 19,40	11, 17, 19, 20
Acidez titulable (a)	0,17 - 1,00	11, 19, 20
pH	3,00 - 5,40	19, 20
Calcio (c)	0,015 - 0,017	4, 20
Fósforo (c)	0,022 - 0,030	4, 20
Hierro (c)	$0,6 \times 10^{-3}$ - $1,82 \times 10^{-3}$	4, 20
Vitamina (c)	0,023 - 0,492	12, 14, 17, 18, 20

(a) Porcentaje (%)

(b) La fuente no especifica el tipo de carbohidrato

(c) mg por ciento

y peso de los frutos, para establecer si existen o no diferencias entre las plantas estudiadas y seleccionar las mejores para propagarlas vegetativamente, con el fin de mejorar la población existente.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en la Granja Santa Ana, propiedad del Señor José Villalobos, la cual forma parte de las unidades de estudio escogidas para el desarrollo del proyecto titulado : Caracterización Agronómica de la Guayaba del Municipio Mara del Estado Zulia, adscrito al Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ) y financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES).

La zona donde se encuentra la granja pertenece a la altiplanicie de Maracaibo, que corresponde a la parte norte de la Cuenca del Lago de Maracaibo, en donde los recursos hídricos son escasos y tradicionalmente se ha utilizado la extracción de agua subterránea para riego. El régimen de distribución de las lluvias es irregular, con dos máximos que ocurren en los meses de mayo y octubre y dos mínimos que se presentan en diciembre-enero y julio-agosto (distribución bimodal). La temperatura promedio anual es de 27 °C y la evapotranspiración potencial alcanza valores de 2.500 mm anuales. Los suelos presentan problemas de fertilidad baja, poseen una capa superficial arenosa o franco-arenosa que varía en espesor de 0 a 90 cm, sobre un horizonte argílico de textura más fina, franco-arcilloso-arenosa principalmente. Los suelos de este sector semiárido están clasificados como aridisoles según el sistema de clasificación de suelos "Soil Taxonomy" (13).

Las plantas utilizadas se ubicaron dentro de un sembradío de treinta has de guayaba de diferentes edades, específicamente en un lote de 250 árboles con una edad promedio de catorce años.

Inicialmente se identificaron a cada una de las 250 plantas y se procedió a seleccionar un grupo de 20 individuos por sus características sobresalientes en cuanto a vigor, productividad y presencia/ausencia de signos de pudrición apical del fruto, las cuales se identificaron como : I-6, I-15, I-9, II-13, III-3, III-10, IV-8, IV-14, V-8, V-20, V-21, VI-14, VI-21, VII-13, VIII-14, IX-7, IX-10, IX-15, X-12, y X-20. De cada una de estas plantas, se cosecharon nueve frutos pintones o verdes amarillos, durante un lapso comprendido entre el 21/06/89 y el 12/07/89, que corresponde al pico máximo de cosecha de guayaba en la zona (2). Los frutos se recolectaron en horas de la tarde, se transportaron en cajas de carton sin

refrigeración y se almacenaron en una cava a 4 °C hasta el día siguiente cuando se prepararon las muestras para el análisis.

Las variables estudiadas en los frutos fueron: contenido de sacarosa y azúcares reductores, °Brix, acidez titulable, pH y peso de los frutos.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio del IIA. Los frutos se pesaron en una balanza electrónica marca Mettler PC4400. Las muestras de los frutos para el análisis se prepararon según las normas COVENIN (5), la sacarosa se determinó según el método de Dubois y colaboradores (6), los azúcares reductores según el método de Somogy y Nelson modificado, reportado en Hodge y Hofreiter (10), los °Brix de acuerdo al método descrito en la AOAC (1), la acidez titulable según las normas COVENIN (5) y el pH se midió directamente en el extracto mediante el uso de un potenciómetro Metrohm Herisau, modelo E-520.

Para el análisis estadístico se utilizó el modelo correspondiente a un diseño completamente aleatorizado y se utilizó el método de Tukey para la comparación de medias.

Resultados y discusión

A continuación se presenta la interpretación de los resultados obtenidos para cada variable en el grupo de plantas estudiadas.

Sacarosa

En la Tabla 2, se muestra la variación del contenido de sacarosa en las plantas estudiadas. Esta variable presentó valores entre 3,40 y 6,98 %, el valor más bajo corresponde a la planta V-21 y el más alto a la IX-10.

El análisis de varianza para el contenido de sacarosa, detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas (Tabla 3), al aplicar la prueba de medias por Tukey se establecieron dos grupos: uno mayor formado por quince plantas con valores entre 4,47 y 6,98 % y uno menor formado solo por cinco plantas con valores entre 3,40 y 4,03 %. Es importante señalar que el 75 % de las plantas son similares, ya que, se ubican en un solo grupo indicando poca variabilidad dentro del lote de plantas estudiadas y el origen único que se presume.

TABLA 2. Variación del contenido de sacarosa y azúcares reductores en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

PLANTA	SACAROSA %	AZÚCARES REDUCTORES %
IX - 10	6,98	4,14
X - 12	6,53	3,27
I - 15	6,50	9,41
VIII - 14	6,28	3,85
IX - 15	6,06	3,50
X - 20	6,01	3,54
IX - 7	5,99	3,75
II - 13	5,57	6,96
III - 3	5,26	5,80
VII - 13	5,13	6,14
V - 20	4,96	6,73
IV - 14	4,88	7,30
I - 19	4,88	6,07
I - 6	4,87	8,10
III - 10	4,47	5,32
V - 8	4,05	4,96
VI - 14	4,02	6,25
IV - 8	3,68	4,53
VI - 21	3,42	4,05
V - 21	3,40	4,21

VARIABLE	VALOR MINIMO	VALOR MAXIMO	F	CV (%)
Sacarosa (%)	3,40	6,98	3,5100**	16,40
Azúcares eductores (%)	3,27	9,41	8,8000**	18,51
°Brix (%)	8,38	12,88	5,5700**	5,36
Acidez titulable (%)	0,32	0,49	0,0053**	11,66
pH	3,77	4,20	0,0310**	1,76
Peso promedio de los frutos (gr)	92,18	151,05	486,5300 ^{ns}	17,66

** Diferencias significativas ($P < 0,01$)

^{ns} No significativo

TABLA 3. Rangos de variación observados, valores de F y coeficientes de variación de las variables estudiadas en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

Azúcares reductores

La variación del contenido de azúcares reductores se puede observar en la Tabla 2. los valores oscilaron entre 3,27 y 9,41 % correspondiendo el menor valor a la planta X-12 y el mayor a la I-15.

El análisis de varianza para esta variable detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas, y con la prueba de medias por Tukey se separaron también dos grupos: uno formado por solo cinco plantas con valores entre 6,73 y 9,41 % y otro integrado por quince plantas con valores entre 3,27 y 6,65 %.

En este caso también se puede considerar, al igual que para la varible sacarosa, que a pesar de existir diferencias entre las plantas existe homogeneidad entre el material estudiado, ya que, las plantas se ubicaron dentro de dos grupos; cada uno de los cuales muestra entre sí grandes diferencias en cuanto a los valores observados.

Si se comparan los contenidos de sacarosa y azúcares reductores, se puede observar (Tabla 2) que estos últimos presentan valores más altos siendo el máximo valor 9,41 % y el de sacarosa 6,98 %. También se puede detallar que en ciertos casos, las plantas con mayor contenido de sacarosa presentan bajo contenido de azúcares reductores y viceversa, por ejemplo, la planta X-12 es la segunda en contenido de sacarosa y la de menor contenido en azúcares reductores, la planta I-6 es la decimocuarta en sacarosa y la segunda en azúcares reductores, pero se presenta el caso de la I-15 con el mayor contenido de azúcares reductores y la tercera en sacarosa. Razón por la cual, no se puede establecer que las plantas con mayor contenido de un azúcar presentan los menores contenidos del otro y viceversa.

En este estudio el tipo de azúcar predominante estaría determinado por el genotipo, ya que, el estado de madurez del fruto no es una variable a considerar como influyente en este caso en particular por cosecharse los frutos en estado de madurez similar (pintones o verdes amarillos). La bibliografía revela una relación entre los diferentes tipos de azúcares, el estado de madurez y la variedad o genotipo, por ejemplo, Sharaf y el Saadamy (21) reportan que la glucosa disminuye en los frutos maduros y semimaduros, la fructosa aumenta en los frutos maduros y disminuye en los sobremaduros; y la sacarosa disminuye en los frutos maduros y aumentan en los sobremaduros. Salunke y Desai (20) señalan que en la variedad "Safeda" los azúcares reductores disminuyen en los estados finales del desarrollo y son reemplazados por sacarosa. Mientras, Yusof y Mohamed (23) encontraron que en la variedad "Vietnemesa" los azúcares reductores predominan sobre la sacarosa, independientemente del estado de madurez.

Teniendo en cuenta que en este lote las plantas están sometidas a las mismas condiciones de clima y cultivo, y presentando además los frutos cosechados un estado de madurez similar; estos resultados podrían indicar que se han derivado diversas poblaciones con características propias, a pesar del origen único de la guayaba del Municipio Mara, como consecuencia de la propagación por semilla usada en la zona. Así existirían tres tipos de plantas de acuerdo al tipo de azúcar predominante.

°Brix

Con respecto a la variable °Brix, también se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas, lo cual indica que hay variabilidad entre el material estudiado (Figura 1).

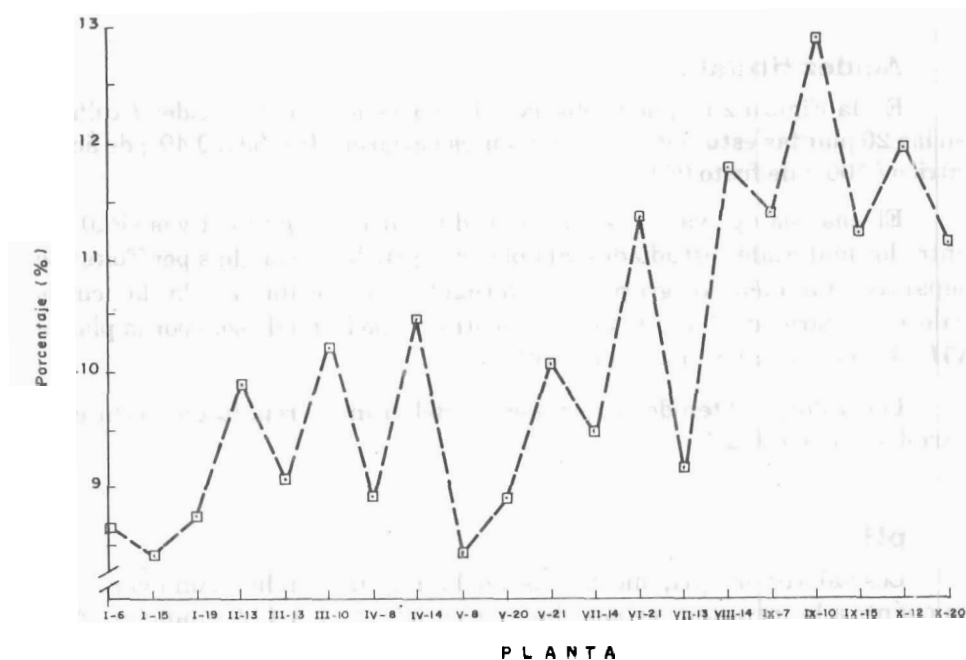


Figura 1. Variación en los valores de °Brix en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

La prueba de medias por Tukey separó un grupo de seis plantas con los valores más altos con un rango de 11,21 a 12,88 % y otro grupo constituido por catorce plantas, cuyos valores están entre 8,38 y 11,12 %. Los valores obtenidos entran en el rango reportado por la literatura (Tabla 1).

Si se comparan los valores de °Brix con los datos obtenidos para sacarosa y azúcares reductores (Tabla 2, Figura 1) se observan contradicciones, ya que, por ejemplo en la planta I-15, el contenido de azúcares reductores (9,41 %) es mayor que los °Brix (8,38 %). Respecto a esto, es importante considerar que los °Brix son una medida de la densidad de la sacarosa (1 °Brix es la densidad que tiene una solución de sacarosa al 1% a 20 °C) y los sólidos disueltos en el fruto de guayaba no son sólo sacarosa sino que están presentes otros azúcares, ácidos orgánicos y sales. Por lo tanto, 1 °Brix no equivale a la concentración de sólidos disueltos a 1g / 100 g. Sin embargo, los °Brix son un índice comercial, aproximado de esta concentración, que se acepta convencionalmente, como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa (16).

Lo expuesto anteriormente revela la necesidad de establecer criterios para definir la calidad de los frutos de guayaba de acuerdo a sus usos.

Acidez titulable

En la Figura 2 se puede observar la variación de la acidez titulable en las 20 plantas estudiadas, cuyos valores variaron de 0,33 a 0,49 g de ácido cítrico / 100 g de fruto (%).

El análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre los materiales estudiados, al aplicar la prueba de medias por Tukey se separaron también dos grupos: uno formado por diecinueve plantas cuyos valores variaron de 0,34 a 0,49 % y el otro grupo formado sólo por la planta VII-13, con el valor más bajo (0,32 %).

Los valores obtenidos están dentro del rango reportado para esta variable en la Tabla 1.

pH

Los valores de pH, mostrados en la Figura 2, indican una variación en cuanto a los resultados obtenidos, que van de 3,77 a 4,20 unidades. Aún cuando la diferencia en el valor máximo y el mínimo es solo 0,53 unidades, el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas (Tabla 3).

La prueba de medias por el método de Tukey permitió separar dos grupos: uno formado por las plantas V-8, IX-15, VII-13, II-13, V-21, VI-21,

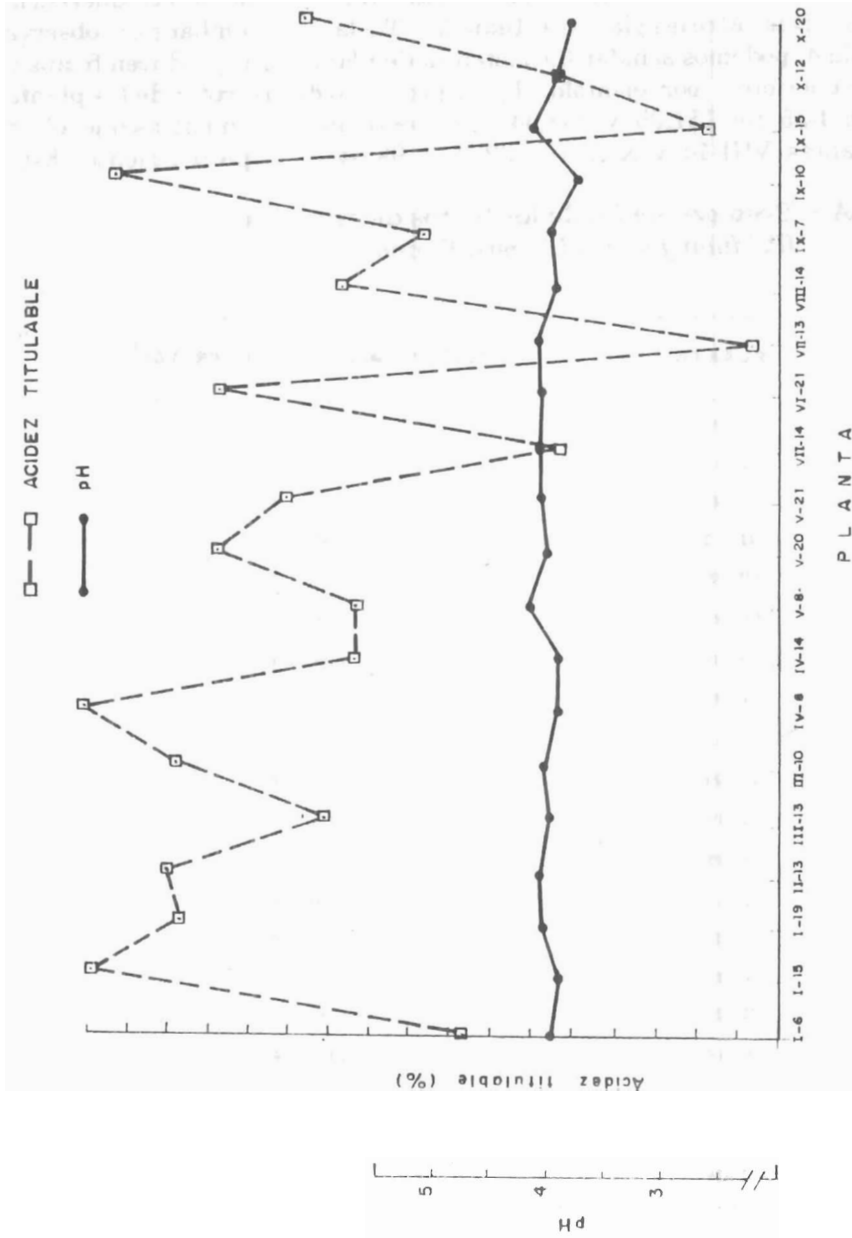


Figura 2. Variación en los valores de acidez titulable y pH en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

I-19, VI-14, III-10, V-20, IX-7, I-6 e III-3 y el otro formado por las plantas VIII-14, X-12, IV-8, IV-14, I-15, IX-10 y X-20.

Peso de los frutos

El análisis de varianza para esta variable no ofrece diferencias significativas entre las plantas estudiadas (Tabla 3). Sin embargo, al observar la Tabla 4, podemos señalar la existencia de plantas que producen frutos de pesos superiores, por ejemplo, el peso promedio de los frutos de las plantas V-20 e I-15 fué 151,05 y 143,44 g, respectivamente, mientras que el de las plantas VIII-14 y X-12 fué 92,19 y 99,64 g, respectivamente. Estas

TABLA 4. Peso promedio de los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) estudiados.

PLANTA	PESO PROMEDIO DE LOS FRUTOS ¹ gr
V - 20	151,05
I - 15	143,44
I - 6	137,95
II - 13	133,70
VII - 13	133,70
IV - 8	128,02
VI - 14	126,88
IX - 7	126,66
IX - 10	125,71
VI - 21	124,57
I - 19	123,43
IX - 15	122,79
V - 10	120,05
V - 21	119,80
V - 8	117,53
III - 3	115,96
IV - 14	115,78
X - 20	105,08
X - 12	99,64
VIII - 14	92,18

¹ Cada valor es el promedio de nueve repeticiones

diferencias son importantes para el productor ya que un mayor peso del fruto cosechado le reporta mayores beneficios económicos por hectárea.

Conclusiones

- 1 Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las plantas estudiadas a pesar de presumirse un origen único, esto puede deberse a la propagación por semilla usada en la zona y lo cual ha podido dar lugar a poblaciones diferentes.
- 2 Existen plantas con contenidos similares de sacarosa y azúcares reductores, unas donde predomina sacarosa y otras en la que el contenido de azúcares reductores es mayor. Teniendo en cuenta esto, no se puede establecer el azúcar predominante en las plantas estudiadas y podría inferirse que existen plantas con características propias.
- 3 El análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre las plantas estudiadas para la variable peso de los frutos. Sin embargo, algunas de estas plantas presentan frutos con un alto peso, lo cual para el productor si es una diferencia, ya que estos frutos le reportan mayor beneficio económico.
- 4 Las plantas con alto contenido de sacarosa, azúcares reductores y peso de los frutos, resultaron ser: I-15, I-6, II-13, V-20, VII-13.

Recomendaciones

- 1 Se deben establecer los criterios que definan la calidad de los frutos de guayaba, de acuerdo a sus usos (consumo fresco, industrial, etc.)
- 2 Seleccionar las mejores plantas y propagarlas vegetativamente, con el fin de mejorar la población existente.
- 3 Continuar con los estudios, incluyendo nuevas variables, tales como: minerales, vitaminas, etc.

Literatura Citada

1. AOAC. 1975. Official methods of analysis. 12 th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington .D.C. USA. 1094 pp.
2. AVILAN R. y M. MILLAN. 1984. Consideraciones acerca de los sistemas de plantación del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Venezuela. Agron. Trop. 34 (4-6): 69-80.
3. BROWN, B y R. WILLINS. 1983. Post-harvest changes in guava of different maturity. Scientia Hort.: 237-243
4. CORDOVA J. 1961 La guayaba. Agric. Trop. (Colombia) 17 (8): 459-479.

5. COVENIN. 1977. Frutos y productos derivados. Determinación de la acidez. En: Normas Venezolanas. Caracas. Venezuela . 7 pp.
6. DUBOIS. M y colaboradores . 1956. Colorimetric method of sugar and related substances Anal. Chem. 28 (3) : 350-356.
7. EL AGAMI, S.Z.A, M. EL AZZOUNI y A. M.BADAWI. 1976. Variability in fruit characters among guava seedlings in Egipt. Proc. Fla. St. Hort. Soc. 89 : 249-250.
8. FONAIAP. 1986. Informe Anual. Region Zuliana. Maracaibo Venezuela. 128 pp.
9. HIRANO, R y H.Y. NAKASONE. 1969. Pollen germination and compatibility studies of some Psidium species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 (3) : 287-288.
10. HOGDE, A.E. y B.T. HOFREITER. 1962. Methods in carbohydrate chemistry . Eds R.L. Whisther and M.L. Wolfrom. Academic Press. New York. USA. 338 pp.
11. KUMAR, R. y M. HODA. 1974. Fixation of maturity standards of guava (*Psidium guajava* L.) Indian J. Hort. 31 (2):140-144.
12. MARTINEZ, J. 1983. Fruticultura. Edit. Revolucionaria. La Habana. Cuba. p 160-190
13. MELENDEZ, I., N. NOGUERA y D. MATA. 1989. Aspectos preliminares relacionados con la fertilidad del suelo en áreas frutícolas de los alrededores de Maracaibo. X Congreso Venezolano de la Ciencia del suelo. Cumaná. Venezuela. 13 pp.
14. OLIVEROS, L. J.. 1965. La guayaba. Consejo de bienestar rural. Programa de adiestramiento agropecuario popular. MAC, BAP,CBR. Caracas. Venezuela. 13 pp.
15. PENNOCH, W.. 1965. Seis nuevas variedades clonales de guayaba. Universidad de Puerto Rico. Publicación miscelánea 51. 14 pp.
16. PRIMO, Y.E.. 1979. Frutas. En: Química Agrícola III. Alimentos Alhambra. Madrid. España. p 240-294.
17. PURSEGLOVE, J.. 1968. Tropical crops. Dicotyledons. Logman. Trinidad. 719 pp.
18. RIOS CASTAÑO, D., R. TORRES y R. SALAZAR. 1968. Selección de variedades de guayaba en Colombia. Agric. Trop. (Colombia) 24 (9) : 537-533.
19. ROBERT, P. y T. GOO. 1983. Relationship of guava (*Psidium guajava* L.) fruit detachment force to stage of fruit development and chemical composition. Hort. Sci. 18 (1) : 65-67.
20. SALUNKE, D.K. y B.B. DESAI. 1984. Guava. In: Postharvest Biotechnology of Fruits Vol II. CRC Press Inc. Florida. USA. p 39-46.
21. SHARAF, A. y S.S. EL-SAADANY. 1987. Biochemical studies on guava fruits during different maturite stages. Food Sci. Tech. Abst. (1989) 21 (2) : 2J44.
22. 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) (1) : 15-27.
23. YUSOF, S. y S. MOHAMED. 1987. Physico-chemical changes in guajava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food Agric. 38 : 31-39.