

Relación entre variables físicas, químicas y microbiológicas de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de granjas de los estado Zulia y Mérida

Relation between physical, chemical and microbiological variables of guava fruits (*Psidium guajava* L.) from farms in Zulia and Mérida states in Venezuela

F. Isea¹, M. Marín², L. Arenas³, Y. Hernández¹ y L. Sandoval³

¹Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR). Venezuela.

²Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ).

³Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. LUZ. Apartado 15205, Maracaibo 4005, Zulia. Venezuela.

Resumen

Con el objeto de integrar la información sobre la calidad física, química y microbiológica de frutos de guayabo cultivados en granjas de los estados Zulia y Mérida, se realizó un ensayo tomando frutos fisiológicamente maduros, durante seis muestreos, a los cuales se les determinó las variables físicas, luego fueron procesados como pulpa para posteriormente proceder a efectuar los análisis químicos y microbiológicos. Se utilizó un análisis de correlación por el método de Pearson. Las variables correlacionadas fueron: firmeza (F), peso (P), diámetro (D), longitud (L), grosor de casco (GC), peso de pulpa (PP), pH, °Brix (°B), acidez titulable (AT), índice de madurez (IM), coliformes totales (CT) y fecales (CF). Las variables de crecimiento P, D, L, GC y PP presentaron una relación directa y significativa. La F se asoció directamente con el GC e inversamente con el PP. El pH tuvo una correlación inversa y significativa con los °B y AT. Los °B se relacionaron de manera directa con el IM. La AT se relacionó inversamente con el pH e IM. Se presentó una correlación directa y significati-

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

Autores para correspondencia correo electrónico: iseafernando@cantv.net.; yvo333@hotmail.com; meralf@telcel.net; lilia_arenas@cantv.net

va entre el pH y el recuento de CT y CF. Entre CT y CF se presentó una asociación directa y significativa, por ser bacterias de la misma familia *Enterobacteriaceae*, lo cual es lógico por tratarse de bacterias que crecen bajo las mismas condiciones.

Palabras clave: *Psidium guajava*, características físico-químicas, microbiología.

Abstract

In order to integrate the available information about the physical, chemical and microbiological quality of guava fruits from farms in Zulia and Mérida states, a rehearsal was made with physiologically ripe fruits. Six samplings were made, and their physical variables were determined, to them process them as pulp, in order to do later the chemical and microbiologic analysis. A correlation analysis by Pearson's method was used, and the correlated variables were: firmness (F), weight (W), diameter (D), length (L), skin thickness (ST), pulp weight (PW), pH, °Brix (°B), titrable acidity (TA), ripeness index (RI), total coliforms (TC) and fecal coliforms (FC). The growing variables W, D, L, ST, PW showed a direct and significant relationship. F was directly associated to ST, and inversely to PW. pH had an inverse and significant correlation to °B and AT. °B were directly related to the RI. A direct and significant correlation was observed between pH the TC and FC counts. A direct and significant relation was observed between TC and FC since they are bacteria form the same family *Enterobacteriaceae*, which is logical because these bacteria develop under the same conditions.

Key words: *Psidium guajava*, physico-chemical and microbiological characteristics.

Introducción

Originario de América Tropical, el guayabo es cultivado en el trópico y subtropical cálido (7, 8, 19). En el país, para 1992, se estimaban unas 4.000 ha en producción ubicadas casi en su totalidad en la Planicie de Maracaibo (3). El Censo Agrícola de 1998 reporta una superficie sembrada de guayabos de 7320 ha en el territorio nacional, y se estiman que la zona Sur del Lago de Maracaibo unas 6000 ha y corresponden 4900 al estado Zulia. La superficie sembrada y la producción de este frutal son difíciles

de precisar, ya que existe una generalizada carencia de información estadística para la guayaba en el país e incluso a nivel mundial (21). En el caso de la producción, las fuentes internacionales, incluyendo la FAO, la consignan en forma agregada con el mango y otros frutales (6, 9).

Investigaciones sobre las características físico-químicas de frutos, han determinando que existen diferencias asociadas al aspecto genético, manejo agronómico, estado de madurez, ambiente, época de cosecha, y sus

interacciones (1), sin embargo, no reportan la relación existente entre las variables físicas, químicas y microbiológicas. Estudios sobre relaciones entre variables indicadoras de maduración, señalan que el índice de madurez se correlaciona con el contenido de azúcares reductores en forma inversa y significativa. El contenido de sacarosa esta relacionado directa y significativamente con la textura. Esta misma relación se presenta entre azúcares reductores y la textura. El pH se correlaciona con la textura, indicando una relación inversa y sig-

nificativa (20).

La calidad microbiológica de las pulpas de frutas depende del tipo de fruta, de las condiciones de producción, del manejo poscosecha y de las condiciones en las que se efectúa su procesamiento, siendo especialmente, los hongos, levaduras y bacterias ácidolácticas, los que alteran su calidad (4, 17). El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la relación entre las variables físico-químicas y microbiológicas de pulpas de frutos provenientes de cuatro granjas de los estados Zulia y Mérida.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica: Este estudio se efectuó en las siguientes granjas: 1.- "San Onofre de las Margaritas" ubicada en la vía a Carrasquero, municipio Mara, estado Zulia, con 17 has y 5 años. Según datos de la Estación Meteorológica de La Cañada esta zona correspondiente a un bosque muy seco tropical (18), con 500-600 mm/año de precipitación media anual, 28°C de temperatura promedio anual, 2000-2300 mm de evapotranspiración potencial y un 75% de humedad relativa.

2.- "Virgen del Carmen" ubicada en el sector el Rosario, municipio Sucre, estado Zulia, con 2 años; 3.- "Agromarsa" y 4.- "San Antonio" ubicadas en el sector Guachizón y Guachicapazón, respectivamente, del municipio Obispo Ramos de Lora, estado Mérida, con 2 años de edad. Estas granjas están localizadas en el Sur del Lago de Maracaibo, zona clasificada como bosque húmedo tropical,

con temperatura promedio de 26,8°C, humedad relativa promedio de 83% y una precipitación promedio anual de 1632 mm/año (22). Todas las plantaciones tenían guayaba del tipo criolla roja, con distancias de siembra de 7mx7m.

Muestreo: se realizó en forma aleatoria, tomando 16 frutos en madurez fisiológica por triplicado/granja, de diferentes árboles y 4 frutos/cuadrantes/árbol (12). Los muestreos se realizaron cada 15 días, hasta un total de 6. Los frutos colectados se desinfectaron con una mezcla de hipoclorito de sodio y agua (al 10%) por 5 minutos, y se sometieron a lavados sucesivos con agua destilada estéril. Se pesaron en una balanza electrónica OHAUS®; su firmeza se determinó con un penetrómetro universal "Humboldt" en mm de penetración (16). Se les midió el diámetro, longitud y grosor de casco mediante un vernier en cm, y el peso de la pulpa

con una balanza OHAUS®. Luego, se procedió a trocear y procesar en un procesador de alimentos Black & Decker JE4, obteniéndose la pulpa (13). Se prepararon tres pulpas/granja, envasadas en bolsas plásticas estériles con cierre hermético. El pH se midió con un potenciómetro Metrohm Herisau E-520 (11). Los °Brix se determinaron de acuerdo a lo establecido en la AOAC., 1990 (2), la acidez titulable se calculo según las normas COVENIN (10) y el índice de maduración se obtuvo a partir de la relación °Brix-acidez titulable (5).

Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra el análisis de correlación de Pearson para las variables físicas observándose relaciones directas para la mayoría de las mismas. Para F hubo una correlación positiva y significativa con respecto al GC, e inversa para el PP; lo cual indica que al haber mas F determina que exista un mayor valor de GC, esta condición puede aprovecharse para identificar frutos con mayor GC basándose en la F y seleccionar las plantas con fines de propagación vegetativa para la obtención de variedades para cascos. Del mismo modo nos ayudaría a identificar frutos de plantas con mayor PP, que seria mas conveniente para la selección de plantas propagadas para pulpa, al tener los frutos una menor F, determina que exista un mayor PP y por ende un mayor contenido de azúcares favorable para su comercialización. La F para el resto de las variables no presentó relación alguna. Igualmente P, D y L se rela-

Análisis microbiológico: Para el análisis microbiológico, se preparó un homogeneizado de 10 g de muestra en 90 mL de agua peptonada al 0,1% y se realizaron cuatro diluciones (15). La determinación de coliformes totales y fecales se realizó según el método de las normas COVENIN (14).

Análisis estadístico: Se utilizó un análisis de correlación entre las variables físicas, químicas y microbiológicas de los frutos, empleándose el método de Pearson. El software empleado fue el SAS. (23).

cionaron directa y significativamente, exceptuando a la F. Este resultado es lógico por tratarse de variables de crecimiento, lo cual sugiere que al aumentar una de ellas determina un incremento en las otras. Así mismo, GC y PP resultaron correlativamente significativas y directas para todas las variables.

El coeficiente de correlación de Pearson para las variables químicas y microbiológicas se muestra en el cuadro 2. El pH tuvo una relación inversa y significativa con los °B y AT, a medida que incrementa el pH se reducen los valores de °B y la AT. Los °B se relacionaron de manera directa con el IM, es decir, que a medida que suben los °B se incrementa la madurez del fruto. La AT se relacionó inversamente con el pH e IM, es decir, que al aumentar la acidez en el fruto, disminuyen los valores de pH y su estado fisiológico de maduración debe ser menor. El IM se relacionó de manera directa con

Cuadro 1. Coeficiente de correlación de Pearson para las variables físicas firmeza, peso, diámetro, longitud, grosor de casco y peso de pulpa) de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de todas las granjas.

Variables	F	P	D	L	GC	PP
F	1,00000	0,02181	0,03217	0,01739	0,19951	-0,18357
	0,00000	0,71240	0,58660	0,76890	0,0007**	0,0018**
P	0,02181	1,00000	0,90950	0,81003	0,67867	0,58634
	0,71240	0,00000	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0001**
D	0,03217	0,90950	1,00000	0,76513	0,70089	0,49282
	0,58660	0,0001**	0,00000	0,0001**	0,0001**	0,0001**
L	0,01739	0,81003	0,76513	1,00000	0,52658	0,60085
	0,76890	0,001**	0,0001**	0,00000	0,0001**	0,0001**
GC	0,19951	0,67868	0,70089	0,52658	1,00000	0,14617
	0,0007**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,00000	0,0130**
PP	-0,18357	0,58634	0,49282	0,60085	0,14617	1,00000
	0,0018**	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,0130**	0,00000

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

F: Firmeza

P: Peso

D: Diámetro

L: Longitud

GC: Grosor de casco

PP: Peso de la pulpa

$^{\circ}\text{B}$ e inversamente con la AT. Si el fruto está maduro, sus $^{\circ}\text{B}$ aumentan, pero su acidez se reduce.

Con relación a las variables microbiológicas se presentó una correlación directa y significativa entre el pH y el recuento de CT y CF, esto debe estar asociado a la condición óptima de desarrollo del microorganismo, que en este caso, por ser una bacteria, se desarrolla mejor a pH ligeramente ácidos o cercanos a la neutralidad. Si el pH se reduce se inhibe el crecimiento

microbiano o se detiene por completo, si por el contrario aumenta el pH su desarrollo será mayor. Entre CT y CF (cuadro 2) se presentó una asociación directa y significativa, lo cual pudo estar relacionado a que las bacterias coliformes fecales se encuentran incluidas en el grupo de las coliformes totales, bacterias que pertenecen a la misma familia y crecen bajo las mismas condiciones, por lo tanto al crecer unas de ellas se desarrollan del mismo modo las otras.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Pearson para las variables químicas (pH, °Brix, Acidez Titulable, Índice de Madurez) y microbiológicas (Coliformes totales y Fecales) de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) de todas las granjas.

Variables	pH	°B	AT	IM	CT	CF
pH	1,00000	-0,31364	-0,31957	-0,00848	0,37100	0,23086
	0,00000	0,0073**	0,0062**	0,94370	0,0013**	0,0500**
°B	-0,31364	1,00000	0,18613	0,58913	-0,18580	-0,06913
	0,0073**	0,00000	0,11750	0,0001**	0,11810	0,56390
AT	-0,31957	0,18613	1,00000	-0,66250	-0,11186	-0,07447
	0,0062**	0,11750	0,00000	0,0001**	0,34950	0,53410
IM	-0,00848	0,58913	-0,66250	1,00000	-0,06801	-0,00925
	0,94370	0,0001**	0,0001**	0,00000	0,57030	0,93850
CT	0,37100	-0,18580	-0,11186	-0,06801	1,00000	0,76709
	0,0013**	0,11810	0,34950	0,25030	0,00000	0,0001**
CF	0,23086	-0,06913	-0,0747	-0,00952	0,76709	1,00000
	0,0500**	0,56390	0,53410	0,93850	0,0001**	0,00000

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

°B: Grados Brix

AT: Acidez titulable

IM: Índice de madurez

CT: Coliformes totales

CF: Coliformes fecales

Conclusiones

Las variables de crecimiento P, D, L, GC y PP presentaron una relación directa y significativa. La F se asoció directamente con el GC e inversamente con el PP.

El pH tuvo una relación inversa y significativa con los °B y AT. Los °B se relacionaron de manera inversa y significativa con el pH y directa con

el IM. La AT se relacionó inversamente con el pH e IM. El IM se relacionó de manera directa con °B e inversa con la AT.

Se presentó una correlación directa y significativa entre el pH y el recuento de CT y CF. Entre CT y CF se presentó una asociación directa y significativa.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento por el cofinanciamiento, otorgado por el Consejo de

Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES-LUZ, N° 01736-98); Consejo Nacional de Investigaciones Cien-

tíficas y Tecnológicas (FONACIT, N° S1-2378, S1-2808 y S1-2330); Corpo-

ración para el Desarrollo de la Región Zulia (CORPOZULIA).

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. (Trabajo de Ascenso). Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. p 65.
2. AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Fifteen Edition.
3. 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.
4. Arenas de Moreno, L. 1995. Control de Calidad de los Frutos y pulpas de Frutas. En Curso Manejo de Plantaciones Frutícolas. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Octubre de 1995. 127-136 pp.
5. Avilán R. y A. Rengilfo. 1987. Los Cítricos. Editorial América, C.A. Caracas, Venezuela. 417-430 pp.
6. Avilán L. y F. Leal. 1991. El comercio mundial de frutales y las perspectivas de la fruticultura nacional. FONAIAP serie C N° 41.
7. Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de Fruticultura. Principios y Manejo de la Producción. Segunda Edición. Tomo II. Editorial América C.A. Caracas. Venezuela. p 777-1472.
8. Campbell, C. 1989. Homestead, a superior guava for fresh market and for processing. Proc. Fla. State Hort. Soc. 102:202-204.
9. Corporación Colombiana Internacional (CCI). 2004. Guayaba: Variables internacionales: En: Manual del exportador. <http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Frutas/Guayaba/guayaba02.htm>
10. COVENIN. 1977. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. En Normas venezolanas. Caracas. Venezuela. 1-7 pp.
11. COVENIN. 1979. Alimentos. Determinación del pH (Acidez Iónica). En Normas venezolanas. Caracas. Venezuela. 1-3 pp.
12. COVENIN. 1981. Frutas. Toma de Muestras. En Normas Venezolanas. (1769-81). Caracas. Venezuela. 8 pp.
13. COVENIN. 1981. Pulpa de Frutas. Consideraciones Generales. En Normas Venezolanas. Caracas. Venezuela. 1-6 pp.
14. COVENIN. 1984. Alimentos. Determinación del Número Más Probable de Coliformes, Coliformes Fecales y *Escherichia coli*. En Normas venezolanas. Caracas. Venezuela. 1-20 pp.
15. COVENIN. 1989. Alimentos. Identificación y preparación de muestras para el análisis microbiológico. 1ra Revisión. Caracas. Venezuela. 1-9 pp.
16. Díaz, R., J. de la Cruz, A. Vázquez, C. Beristain y H. García. 1997. Evaluation of softening and associated enzyme activities during the ripening of coated 'Manila' mangoes. J. of Hort. Sci. 72(5): 749-753.
17. Doyle, M., L. Beuchat y T. Montville. 1997. Food microbiology. Fundamentals and Frontiers. American Society for Microbiology. Washington. D.C. p. 768.
18. Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de Vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.

19. Gélvez, C.J. 1998. Manejo Post-Cosecha y Comercialización de Guayaba (*Psidium guajava* L.). Edición Magnitud Ltda. Pereira. Santafé de Bogotá, D. C. Colombia. 380 pp.
20. 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.
21. Marín M, 2004. Foro I. Investigación, producción y manejo. Investigación y producción del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Venezuela. En VIII Congreso Venezolano de Fruticultura 2004. 6-9 de julio, 2004. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. p. 127
22. M.A.R.N.R. 1981. Estudios de suelos semidetallado. Sector río Mucujepe-río Escalante. Zona Sur del Lago de Maracaibo. Series Informes Técnicos, zona S-IT-156. Venezuela.
23. SAS. Institute, INC. 1995. Statistical Analysis System. The Institute INC. Cary. N.C. USA.