

Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “Criolla Roja”.

Characterization of guava pulp (*Psidium guajava* L.) “Criolla Roja”.

M. L. Medina B.¹ y F. Pagano G.

Resumen

Se analizaron muestras de la pulpa del fruto intacto de guayaba tipo “criolla roja”, obtenida en la planta piloto del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Central de Venezuela, para evaluar las características químicas, físicas y microbiológicas, de interés en el procesamiento industrial de esta pulpa. Las variables estudiadas y los resultados obtenidos fueron: firmeza 1,87 kg / cm²; consistencia 1,00 ± 0,01 cm / 30 seg; viscosidad aparente 74.000,00 y 45.333,00 cp; humedad: 84,3 ± 0,1 %; sólidos totales 15,7 ± 0,1 %; sólidos solubles 13,82° Brix (20° C); pH: 4,1; acidez total titulable: 2,48 ± 0,07 %; DpH / DV: 1,8 %; cenizas totales 0,75 ± 0,01 %; azúcares: totales 11,00 ± 0,3 %; reductores 5,72 ± 0,3 % y sacarosa 5,28 %. Aerobios mesófilos 1,73 x 10⁴ ufc / ml; NMP coliformes totales < 1100 / 100 ml; NMP coliformes fecales 3,00 / 100 ml; hongos y levaduras < 100 ufc / ml. La pulpa se caracterizó como jugosa, ácida, con una curva de neutralización propia de los sistemas amortiguadores de pH, su comportamiento es el de un fluido no – Newtoniano pseudoplástico y de óptima calidad microbiológica. El rendimiento de la pulpa fue de 79,8 %.

Palabras clave: pulpa, guayaba, caracterización, física, química, microbiológica

Abstract

Chemical, physical and microbiological characteristics of interest to guava pulp processing were evaluated. The pulp from the “criolla roja” type was obtained in pilot plants at the Institute of Food Science and Technology at the Central University of Venezuela. Results for evaluated parameters were: firmness 1,87 kg / cm²; consistency 1,00 ± 0,01 cm / 30 sec; apparent viscosity 74.000,00 and 45.333,00 cp; total solids 15,7 ± 0,1 %; moisture 84,3 ± 0,1 %; soluble solids 13,82° Brix (20° C), pH: 4,1; total titratable acidity 2,48 ± 0,07 %; D pH / DV: 1,8 %; total ash 0,75 ± 0,01 %; total sugars 11,00 ± 0,3 %; reducing sugars 5,72 ± 0,3

Recibido el 9-1-2001 ● Aceptado el 25-6-2002

¹ Universidad central de Venezuela (UCV). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Apartado Postal 47097, Los Chaguaramos, Caracas 1041- A. Email: medinabml@hotmail.com

% and sucrose 5,28 %; plate count $1,73 \times 10^4$ cfu / ml, NMP total coliforms < 1100 / 100 ml; NMP fecal coliforms 3,00 / 100 ml; molds and yeast < 100 cfu / ml. Pulp yield was 79,8 % of selected raw material. The pulp was juicy, acidic and behaved as non – Newtonian pseudoplastic material. The neutralization graph of the “criolla roja” guava pulp is characteristics of buffer systems. The pulp was of optimal microbiological quality.

Key words: *Psidium guajava*, guava pulp, chemical, physical, and microbiological, characterization

Introducción

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta tropical muy popular en Venezuela, tanto para consumo fresco como para procesamiento y obtención de diversos productos como: jugo, néctar, concentrados, jalea, bocadillo, colado y relleno para dulces. Esta gran aceptación se debe a su valor comercial, digestibilidad, palatabilidad, sabor agradable y valor nutritivo: excelente fuente de las vitaminas A, C, tiamina, riboflavina y ácido nicotínico; así como de los minerales calcio, hierro y fósforo, además de carbohidratos (30, 44).

El cultivo está muy extendido en Venezuela y no se ha tecnificado. El 95 % de la producción nacional de guayaba es obtenida en el municipio Mara, estado Zulia. Las plantaciones se caracterizan por presentar una gran variabilidad genética que determina una marcada diversificación en las características físicas y químicas de sus frutos, las que dependen también de factores exógenos como, el manejo agronómico de la plantación, la época de cosecha y el estado de madurez de los frutos (30).

Las frutas, en general, se caracterizan por el bajo contenido de carbohidratos (13,2 %), grasas (0,53 %)

y proteínas (0,88 %) y por el alto contenido de humedad (84,9); lo que sugiere que gran parte de esa humedad se encuentra en forma disponible para el desarrollo de poblaciones de bacterias, hongos y levaduras propios de la microflora de la fruta, y los aportados durante la cosecha, el traslado, obtención y procesamiento de la materia prima (21), a través del contacto con los operarios, cajas, bolsas, cestas y los diversos medios de transporte. Todos estos elementos pueden ser contaminantes si no se cumplen las normas higiénicas básicas en la manipulación de los alimentos. La norma Venezolana específica para pulpas de frutas (12), señala el recuento total de aerobios mesófilos, coliformes totales y / o fecales, y el recuento total de hongos y levaduras. El recuento de estos microorganismos indicadores permite verificar la eficiencia de los sistemas de limpieza y desinfección de la planta y de las buenas prácticas de procesamiento, así como las posibles fuentes de contaminación del producto con agentes biológicos, y con ello, permite estimar la vida útil del producto terminado. Los coliformes totales

aportan información sobre la manipulación adecuada del producto desde su cosecha en el campo hasta su salida de la planta procesadora (6), aunque ciertos coliformes y enterococos pueden integrar la microflora natural. Un ensayo de coliformes fecales positivo puede ser debido a la presencia de *Klebsiella*, mientras que *Escherichia coli* está relacionada con el uso de aguas de riego contaminadas o aguas residuales, así como con la presencia de materia fecal de origen animal, operarios con prácticas higiénicas inadecuadas y superficies contaminadas de las cosechadoras y de

los contenedores.

Debido a la gran aceptación y amplia comercialización de los productos derivados de la guayaba, se requiere información sobre las características de esta pulpa y, establecer los atributos que definan su calidad de acuerdo a su comercialización. En consecuencia, se planteó como objetivo de trabajo, determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de la pulpa de guayaba del tipo “criolla roja”, como una contribución al conocimiento de las pulpas de las frutas producidas y procesadas en el país.

Materiales y métodos

Se analizó un lote de 20,975 kg guayaba de tipo “criolla roja”, destinada a la elaboración de un néctar, para la caracterización física, química y microbiológica de su pulpa. El lote se obtuvo de la granja comercial “Los Ciénagos”, sector “Ciénaga de Reyes”, municipio Mara, estado Zulia. La zona donde se encuentra ubicada la granja pertenece a la Altiplanicie de Maracaibo, y corresponde al Norte de la Cuenca del Lago de Maracaibo. Los suelos son de baja fertilidad y de recursos hídricos escasos. El régimen de precipitación media anual es de 450 mm, distribuido irregularmente en dos picos correspondientes a los meses Mayo - Julio y Noviembre - Enero. La temperatura promedio anual es 28° C. (2, 3)

La cosecha de los frutos se realizó en Abril de 1998, antes del pico de precipitación correspondiente al período Mayo – Junio. Se escogieron al azar

frutos maduros (11), visiblemente sanos y se embalaron en huacales de madera forrados internamente con papel periódico. El lote se transportó vía aérea hasta Maiquetía y de allí al Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA) de la Facultad de Ciencias de la U. C. V. en Caracas. Los frutos se distribuyeron sobre una superficie lisa y limpia y se dejaron 4 días a temperatura ambiente (25° C ± 2° C).

Las variables estudiadas fueron: firmeza, consistencia, viscosidad absoluta, humedad, sólidos totales, sólidos solubles, cenizas totales, pH, acidez total titulable, la curva de neutralización, Acido ascórbico, azúcares totales y reductores, aerobios mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras.

La materia prima se pesó, se lavó con agua de chorro a presión para eliminar materiales extraños. Se determinó la firmeza de las frutas

sobre tres zonas diferentes de cada una de las frutas maduras escogidas al azar. Se utilizó un texturómetro Universal Instron Mod. 1101, con un émbolo de 8 mm de diámetro y una fuerza de 2 kg / minuto, a una velocidad de registro de 5 cm / min. De la curva Fuerza - Distancia registrada se obtuvo el parámetro fuerza máxima, el cual se expresó en kg / cm². Los frutos se cortaron manualmente en mitades longitudinales y se desecharon las mitades o secciones con presencia o con daño causado por insectos o gusanos. Se introdujeron en una despulpadora Reeves, Mod. 185 S. 0., con un tamiz de 0,20 plg (0,58 cm) para eliminar corteza, semillas y células pétreas. Posteriormente, se pesó y se homogeneizó la pulpa durante dos minutos en una mezcladora Hobart HCM 300. Se obtuvo una pulpa cuya granulosis o arenosidad, no afectó la aceptabilidad de un néctar elaborado con ella (3 agua: 1 pulpa, 14° Brix y pH: 3,45) al ser evaluado por un panel no entrenado.

El tamaño de la muestra de pulpa para los ensayos fue de 3 kg (11) y se realizó por triplicado, calculándose la media y la desviación estándar.

Para determinar la consistencia se evaluó la distancia, en cm, recorrida por la pulpa de guayaba en 30 segundos en un consistómetro Bostwick (27). La viscosidad absoluta se evaluó a 6, 12, 30 y 60 r. p. m. con cada una de las 4 agujas de un viscosímetro rotacional Brookfield. Modelo LV. Los resultados corresponden a la aguja # 4, a 6 y 12 r.

p. m y se expresan en centipoise (14). La humedad y sólidos totales se evaluaron según el método # 920.151 (4), usando una estufa a vacío para determinar el contenido de sólidos totales o materia insoluble y por diferencia el contenido de humedad. Los sólidos solubles se determinaron según el método # 934.14 (4), usando un refractómetro Bausch & Lomb, ABBE - 3L. Los resultados se expresaron en °Brix a 20° C. Las cenizas totales se analizaron de acuerdo al método descrito por Royo Iranzo y Romero Guzmán (40). Los resultados se expresaron en g de cenizas/ 100 g de pulpa. La acidez iónica (pH) se determinó según la norma Venezolana Covenin (10). Se usó un potenciómetro Metrohm - 620. La acidez total titulable y la curva de neutralización se evaluaron según el método # 942.15B (4). Los resultados se expresan en mg de ácido cítrico anhidro / 100 g de pulpa. La determinación de ácido ascórbico se realizó según método # 967.21 (4). Los resultados se expresan en mg de ácido ascórbico anhidro / 100 g de pulpa. Los azúcares totales y reductores se determinaron por el método # 925.35.B (4). Los resultados se expresan en g de azúcar / 100 g de pulpa. La sacarosa se obtuvo por diferencia entre los azúcares totales y los reductores. La evaluación microbiológica (aerobios mesófilos, coliformes totales y fecales, hongos y levaduras) se realizó según las normas Venezolanas COVENIN correspondientes (9, 13, 15).

Resultados y discusión

Firmeza. Se obtuvo una deformación de 40 mm con una fuerza de 0,940 kg aplicada con un émbolo de 8 mm, es decir la firmeza de la guayaba fue estimada en 1,87 kg / cm² (cuadro1). Czyhrinciw y col., (16) clasificaron la guayaba como de textura relativamente blanda, según la deformación de la cáscara, ubicándola en el rango de deformación de 10,1 a 30 mm, no describieron el estado de maduración del fruto, pero se puede suponer maduro firme, apto para consumo directo. Las guayabas evaluadas durante esta experiencia, estaban maduras y de color amarillo, la corteza o piel fue flexible ante la fuerza aplicada por el émbolo y el desplazamiento del mismo, antes de romper el tejido de la piel. A medida que avanza el estado de maduración del fruto hay cambios en la estructura y composición de la pared celular de la célula vegetal por la degradación o hidrólisis enzimática de las sustancias celulósicas, pépticas y ácidos poligalacturónicos. Además, la guayaba «criolla roja» presenta una epidermis delgada, que favorece la pérdida de agua por transpiración y un mayor intercambio gaseoso con la atmósfera, por lo cual el fruto es

propenso a la pérdida de firmeza y al deterioro (29, 30). En las frutas destinadas a procesos tecnológicos, la información sobre firmeza es útil para seleccionar, el tiempo, la temperatura de lavado y de cocción; embalaje adecuado, maquinaria ajustada al pelado y cortado (16, 28).

El balance de materia y el rendimiento en la operación de obtención de la pulpa de la fruta de guayaba se presentan en el cuadro 2. Se obtuvo un 62,1 % de materia prima seleccionada, 49,6 % de pulpa y 37,9 % de pérdida de materia prima debido a picaduras de insectos y presencia de gusanos. El rendimiento de la pulpa fue 79,8 % y la porción no comestible (corteza, semillas y células pétreas) fue de 20,2 %. Mosqueda y Czyhrinciw (31) destacan que es a partir de 1961, que en la literatura se ofrecen datos sobre la proporción de la fracción no comestible de las frutas tropicales y señalan 4 % de esta fracción en la guayaba, no especifican variedad, ni mencionan el procedimiento de separación de las fracciones comestible y no comestible.

Consistencia. La consistencia de la pulpa de guayaba fue de 1cm / 30 seg (cuadro1) y lo señalado para el puré de

Cuadro 1. Características físicas de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L) del tipo “Criolla Roja”.

Firmeza	1,87 kg / cm ²
Viscosidad aparente (cps)	
6 r. p. m	74.000,00
12 r. p. m	45.333,00
Consistencia (cm / 30 seg)	1,00 ± 0,01

Cuadro 2. Balance de materia y rendimiento en la obtención de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L) del tipo “Criolla Roja”.

Producto	Peso (kg)	Balance de materia (%)	Rendimiento (%)
Materia prima suministrada	20,975	100,0	-
Materia prima seleccionada	14,026	62,1	100,0
Pérdida de materia prima	7,950	37,9	-
Pulpa	10,400	49,6	79,8
Corteza, semillas y células pétreas	2,626	12,5	20,2

frutas en general, es de 4 a 5 cm / 30 seg (27). Según varios autores (17, 27, 42), valores cuantitativamente menores en la consistencia, se deben al contenido de pectina de la guayaba, específicamente al alto contenido de metoxilo (8,25%), por lo cual es pastosa, y ofrece mayor resistencia a fluir.

Viscosidad absoluta. Los resultados fueron 74.000,00 y 45.333,00 cp, a 6 y 12 r. p. m., respectivamente (cuadro 1). La viscosidad aparente de la pulpa de guayaba depende de la velocidad de corte, por lo tanto es un fluido no - Newtoniano; y disminuye con el aumento en la velocidad de rotación, por lo cual, la pulpa de guayaba se clasifica como un fluido no - Newtoniano con característica pseudoplástica (23), coincidiendo con la clasificación presentada por otros autores (7, 33, 39). Usualmente los homogeneizados de las pulpas de frutas exhiben este comportamiento, y en muchos casos puede atribuirse a la presencia de sustancias de alto peso molecular en solución y/o a los sólidos dispersos en la fase líquida (20). La viscosidad es un parámetro de calidad importante en la industria procesadora

de pulpas de frutas tropicales, ya que durante el procesamiento, almacenamiento, transporte y reconstitución, las pulpas de frutas o sus jugos están expuestos a cambios de temperaturas y su consistencia o espesor puede ser un factor limitante en el desempeño de los evaporadores y / o durante la operación de bombeo o llenado de los contenedores (20, 25).

Humedad, sólidos totales y solubles. El contenido de humedad de la pulpa fue de $84,3 \pm 0,1$ %, cuadro 3. Wilson (42) reporta el rango 74 - 87 % y, clasifica a las frutas con un contenido de humedad entre 75 y 90 % como jugosas y destaca que este parámetro y la calidad de la guayaba dependen de factores climáticos. La tabla venezolana de composición de los alimentos señala para la guayaba rosada 89 % de humedad (24). Arenas de Moreno y col. (3), presentan el rango 81,9 - 91,7 % con una media de 86,3 % en las guayabas cosechadas en granjas del municipio Mara, estado Zulia. En general, el contenido de humedad en pulpas de frutas, se obtiene indirectamente al estimar su contenido de sólidos totales o materia insoluble

(27), el cual, en este trabajo fue de $15,7 \pm 0,1$ % (cuadro 3), ubicándose en el rango 6,8 - 20,4 %, con una media de 13,7 %, según Arenas de Moreno (3) en las guayabas cosechadas en granjas del municipio Mara del estado Zulia, y en el rango 13 - 26 % según Wilson (42). El porcentaje de sólidos solubles fue de $13,82^\circ$ Brix a 20° C. Laguado y col., (28) presentan el rango de 9,53 - $11,83^\circ$ Brix (coeficiente de variación de 7,33), correspondiendo el límite superior del rango a los frutos maduros.

Cenizas totales. El contenido de cenizas de la muestra de pulpa analizada fue de 0,75 %, cuadro 3, coincidiendo con los valores y rangos señalados en la literatura para las guayabas de mesocarpio blanco y rosado (8, 24, 32, 34, 43) y ligeramente mayor al límite superior del rango 0,3 - 0,6 %, con una media de 0,5 %, en las guayabas cosechadas en granjas del municipio Mara del estado Zulia (3). Las cenizas, en las frutas frescas, se encuentran en el rango de 0,2 - 0,8%

y, por lo general, es inversamente proporcional al contenido de humedad del fruto (35), sin embargo, Arenas de Moreno y col. (3), citan varios autores quienes destacan, que el crecimiento final del fruto del guayabo se debe a la acumulación de agua, por lo cual, el aumento de peso fresco durante la madurez fisiológica no estará acompañado por un aumento del peso seco del fruto y no se cumpliría la proporcionalidad inversa entre ambos parámetros. Las cenizas están asociadas al contenido mineral y, en consecuencia, depende del manejo agronómico de las granjas.

Acidez iónica (pH). El pH fue 4,1; por lo cual la pulpa de guayaba Criolla Roja es ligeramente ácida. Este valor se ubica en el intervalo de pH 3,80 - 4,22, señalado para las guayabas procedentes de la misma granja de donde provienen las muestras estudiadas (28), y coincide con los valores 4,0; 4,02, 4,18 y 4,7 obtenidos por otros autores (23, 29, 30, 42).

Cuadro 3. Características químicas de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L) del tipo "Criolla Roja".

Humedad %	$84,3 \pm 0,1$
Sólidos totales %	$15,7 \pm 0,1$
Sólidos solubles ($^\circ$ Brix a 20° C)	$13,82 \pm 0$
Cenizas totales %	$0,75 \pm 0,01$
pH	$4,1 \pm 0$
Att (g de Ac. cítrico / 100 g)	$2,48 \pm 0,07$
D pH / DV	1,8
Acido ascórbico (mg / 100 g)	$3,05 \pm 0,004$
Azúcares totales %	$11,0 \pm 0,3$
Azúcares reductores %	$5,72 \pm 0,3$
Sacarosa (por diferencia) %	5,28

Att: Acidez total titulable

D pH / DV: pendiente máxima de la curva de neutralización.

También se señalan rangos de 3,0 - 3,2 y 3,0 - 3,5 (18). En las frutas, la concentración de iones hidrógeno y su variación puede relacionarse con los cambios que se producen durante el proceso de maduración de los frutos, en el cual ocurre una disminución en la acidez total titulable y con esto, una disminución de la concentración de iones hidrógenos presentes (28). La relevancia del pH se relaciona con la capacidad amortiguadora del conjunto de ácidos orgánicos predominantes en el sistema biológico, la cual está asociada, además, a la presencia de sales, proteínas y otros compuestos coloidales, que permiten al sistema biológico conservar el pH, aún cuando haya pequeñas variaciones en la cantidad de ácidos o bases presentes, o por la adición de éstos. El pH también es una medida de la intensidad del sabor ácido de un producto (16), además, es muy importante en el control del desarrollo de poblaciones de microorganismos, de la actividad de sistemas enzimáticos, en el proceso de clarificación de jugos y bebidas, en la estabilidad de los mismos y de otros productos elaborados a partir de frutas; así como en la producción de jalea y mermelada cuya firmeza, color y «flavor» están determinados por la concentración de iones hidrógeno.

Acidez total titulable. La acidez total titulable fue $2,48 \pm 0,07$ mg de ácido cítrico anhidro / 100 g de pulpa (cuadro 3). Laguado y col. (28) presentan el rango de 0,19 a 0,34 % de acidez, correspondiendo el límite inferior a guayabas maduras, y señalan que disminuye significativamente a medida que avanza el estado de maduración de la fruta, como

consecuencia de la hidrólisis y degradación de los carbohidratos poliméricos (sustancias pécticas y hemicelulosa), aumentando los azúcares en solución. La acumulación de agua en los primeros estados del desarrollo del fruto disminuye la acidez. En este sentido, Wilson (42) señala que la acidez cambia con el cultivar y con la época del año desde 0,33 hasta 3,20 mg de ácido cítrico anhidro / 100 g de pulpa; destacando que esta variabilidad probablemente se deba a la diferenciación en el contenido de ácido málico entre las variedades de guayaba, el cual fluctúa entre 0,017 y 0,469 % (18, 42, 43). Wilson y col., (43) señalan dos rangos muy similares, de 0,19 a 1,06 % y de 0,20 a 1,10 %, dependiendo del método de evaluación, HPLC y valoración potenciométrica respectivamente, ambas determinaciones hechas en las mismas variedades de guayaba. El balance entre los ácidos orgánicos no volátiles y los azúcares contribuyen al flavor de las frutas (5).

Acido orgánicos. Los principales ácidos orgánicos que se han identificado en guayaba por cromatografía de capa fina son: ascórbico, cítrico, galacturónico, láctico y málico, en un cultivar; glicólico y tartárico en otro, en el cual no se detectó ni láctico ni galacturónico (18, 42). La proporción en la que se encuentran los ácidos depende del cultivar de guayaba, sin embargo, en la mayoría de ellos predomina el ácido cítrico seguido por el ascórbico y el málico. Todos los cultivares evaluados, cinco en total, tenían trazas de ácido fumárico. Wilson y col., (43) destacan que el ácido fumárico no había sido señalado con anterioridad como

constituyente de la guayaba. De los ácidos señalados, el cítrico, láctico, málico y tartárico tienen un pK_{a1} inferior a 3,86; mientras el del ascórbico es igual a 4,1 (41); por lo tanto al pH de la pulpa de guayaba obtenida, contribuyen más del 50 % de las moléculas de todos los ácidos orgánicos presentes, que han cedido el primer protón, menos el ascórbico que está contribuyendo con el 50 % de sus moléculas. Por otra parte, el sabor ácido de las frutas lo determina la fracción del ácido no disociado, a un pH particular, sobre todo en el caso de los ácidos cítrico, láctico, málico y tartárico (27). Si esto es así, al sabor ácido de la guayaba “criolla roja” contribuye una fracción menor al 50% de cada uno de los ácidos cítrico, láctico, málico y tartárico; y el 50 % de las moléculas del ácido ascórbico, las cuales al pH 4,1 permanecen aún sin disociarse.

En la figura 1 se presenta la

curva de neutralización de los ácidos orgánicos presentes en la pulpa de guayaba con una solución de NaOH 0.1 N. La curva es característica de la titulación de una solución de ácido débil con una base fuerte y es lo esperado en los alimentos ácidos. Su comportamiento es propio de los sistemas tampones o reguladores de pH. La pendiente máxima de la curva de neutralización (D pH / DV) es igual a 1,8 mg de ácido cítrico anhidro / 100 g de pulpa; este parámetro permite determinar con mayor exactitud el punto final de la valoración potenciométrica, en la determinación de la acidez total titulable y es muy cercano al valor obtenido en esa determinación (2,48 mg de ácido cítrico anhidro / 100 g de pulpa). No se encontró referencias de la evaluación de la curva de neutralización ni de la pendiente máxima de la curva en pulpa de guayaba. Sin embargo, Primo y col.

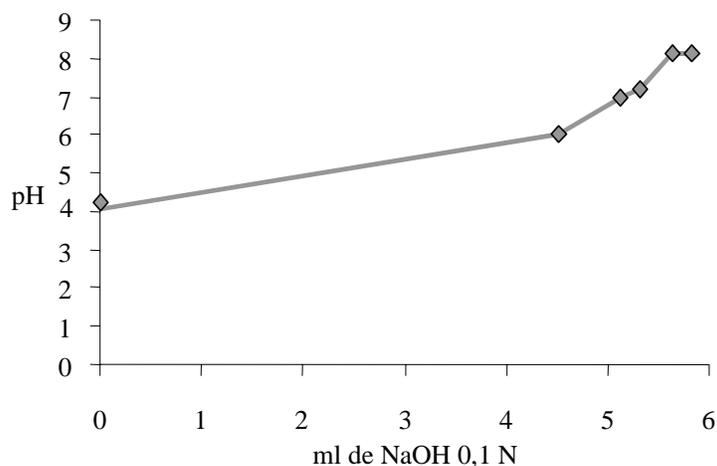


Figura. 1. Curva de neutralización de los ácidos orgánicos de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L) del tipo “Criolla Roja”.

(36) recomiendan ambos parámetros como indicadores en los casos de adulteración de jugos de naranja.

Acido ascórbico. El contenido de ácido ascórbico fue de 3,05 mg / 100 g de pulpa (cuadro 3). Se ha reportado 111,93 y 160 mg / 100 g de parte comestible (22, 24), y los rangos: 50 a 350 mg / 100 g; 11 a 1160 mg / 100 g de puré de guayaba (18, 42) y de 0,04 % a 0,44 % dependiendo del cultivar, cosechadas al mismo tiempo, procedentes de parcelas vecinas y las mismas condiciones de fertilización (43). El contenido de vitamina C tan bajo en la pulpa de guayaba evaluada, se atribuye a pérdidas durante el procesamiento para la obtención de la misma. Garcés, M. (22) señaló a la guayaba como una de las cuatro frutas tropicales con mayor pérdida del ácido ascórbico (80,43 %) durante la obtención de la pulpa y encontró que la precocción inmediata a la preparación de la misma no reduce en mucho esta pérdida. En este sentido se ha reportado un promedio de pérdida del ácido ascórbico en pulpa de guayaba homogenizada 1:1 en agua, del 100%, en dos variedades y en períodos de 30 y 60 minutos. De hecho, la determinación del ácido ascórbico se usa como indicador de la eficiencia del procesamiento de las frutas (16). En sistemas modelos se ha encontrado que la velocidad de destrucción de la vitamina C es mayor cuando su concentración es menor de 200 mg / 100 g (37, 38). Este podría ser el caso de la pulpa estudiada, ya que la determinación se hizo en las muestras de pulpa después del procesamiento del lote completo, y el proceso de obtención y homogenización del puré de guayaba

incorpora una considerable cantidad de aire (19). Hay pocas referencias a la constante de velocidad de la reacción de pérdida de vitamina C en frutas y hortalizas frescas, y entre las razones se menciona, el orden en el cual se deterioran los atributos que definen la calidad de estos productos, primero se altera el sabor, luego el color, la textura y posteriormente suceden las pérdidas nutricionales. Los rangos tan amplios en el contenido del ácido ascórbico en la guayaba, se debe a que depende de varios factores: a) del estado de maduración del fruto, es mayor en las guayabas verdes y ligeramente maduras, declinando en las completamente maduras; b) su distribución en la fruta no es uniforme, su contenido es mayor en la piel y muy poco en la pulpa central (33). Esto es importante, y en ninguno de los trabajos consultados se menciona si las determinaciones se realizaron en la fruta completa, incluyendo la piel o solo en el mesocarpio firme o casco, o si se incluye la pulpa central; c) la localización geográfica, las prácticas de cultivo, estación del año y el cultivar del guayabo. Como ejemplo se encuentra el caso específico de limones y mandarinas cuyo contenido de vitamina C es mayor en las frutas cultivada en zonas altas, en comparación con las procedentes de las zonas tropicales (1).

Azúcares. La pulpa de guayaba analizada tiene $11,00 \pm 0,3$ % de azúcares totales; $5,72 \pm 0,3$ % de azúcares reductores y 5,28 % de sacarosa (cuadro 3). Los reductores se ubican en el intervalo 2,1 - 6,0 % (42). Wilson y col. (43) reportan de 2,25 a 4,05 % de azúcares totales en cinco

cultivares de guayaba y señalan a la fructosa como el principal azúcar identificado y cuantificado de 1,02 % a 1,66 %, mientras la sacarosa está entre 0,56 % y 1,20 %. Yusof y col., (44) también señalan a la fructosa como el principal azúcar identificado en guayaba y el responsable del dulzor de esta fruta. Nahar y col., (32), quienes encontraron 3,1 % de azúcares libres y 0,8 % de sacarosa, citan otros autores que señalan 3,4 y 5,8 % de azúcares libres. Laguado y col.(28), presentan el intervalo de 3,77 - 6,09 % de sacarosa, con un coeficiente de variación relativamente alto, en consecuencia, indican que la sacarosa es una variable poco uniforme, influenciada por las condiciones ambientales, por lo cual, los azúcares por sí solos, no son un buen indicador de calidad y posiblemente los azúcares reductores son reemplazados por la sacarosa en los estados finales del desarrollo del fruto (28). De hecho, la sacarosa aumenta con el estado de madurez del fruto y es el azúcar predominante en los frutos muy maduros (2). Sin embargo, la cuantificación de los azúcares en las frutas es de suma importancia, porque son fuente fundamental de energía en la dieta humana, y las frutas con una alta proporción de glucosa y fructosa, están restringidas a las personas diabéticas (32). El contenido de azúcares totales influye notablemente en el sabor de las frutas y es uno de los

factores intrínsecos que favorece el crecimiento de las poblaciones de bacterias y mohos propios de la microflora(26).

Evaluación microbiológica.

Los resultados obtenidos fueron: Aerobios mesófilos $1,73 \times 10^4$ ufc / ml; NMP de coliformes < 1100 / 100 ml; NMP de coliformes fecales 3 / 100 ml; hongos y levaduras < 100 ufc / ml (cuadro 4). La norma Venezolana COVENIN 977-83. Pulpa de frutas. Consideraciones generales (12), recomienda la determinación de aerobios mesófilos, coliformes totales y / o fecales, hongos y levaduras, sin señalar rangos o cifras de referencia. En este sentido, Brackett, y col. (6) mencionan como ejemplos, para las fresas y las uvas frescas un rango de aerobios mesófilos de 10^5 - 10^6 ufc / g. y para el tomate de 10^1 a 10^3 ufc / g. Señalan que los hongos y levaduras superan, en los vegetales, las 10^5 ufc / g. El título de aerobios mesófilos a partir del cual se perciben modificaciones en los atributos organolépticos del producto es de 10^6 ufc / ml. En la pulpa evaluada no se detectó alteraciones organolépticas. El título de coliformes totales y fecales indican la manipulación adecuada del producto desde su cosecha hasta la obtención de la pulpa, en consecuencia la pulpa de guayaba "criolla roja" obtenida y caracterizada es de óptima calidad microbiológica, como lo señalan los indicadores evaluados.

Cuadro 4. Características microbiológicas de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L) del tipo “Criolla Roja”.

Aerobios mesófilos (u f c / ml)	1,73 x 10 ⁴
Coliformes totales (NMP / 100 ml)	< 1100
Coliformes fecales (NMP / 100 ml)	3,00
Hongos y levaduras (u f c / ml)	< 100

u f c : unidades formadoras de colonias.

NMP: Número más probable

Conclusiones

El 37,9 % de la materia prima seleccionada se perdió por presencia de gusanos o por picaduras de insectos en el mesocarpio de la fruta. El rendimiento de la pulpa obtenida fue de 79,8 %. La fracción no comestible de la guayaba fue de 20,2 %. La caracterización química y física de la pulpa permitió clasificarla como jugosa, medianamente ácida; y como un fluido no - Newtoniano pseudoplástico. Los parámetros evaluados coincidieron con lo hallado por otros autores a excepción de los sólidos solubles. La curva de neutralización es característica de los sistemas amortiguadores del pH. La pulpa de guayaba “criolla roja”

obtenida, resultó de óptima calidad microbiológica, ya que con un 84,3 % de humedad, 15,7 % de sólidos totales, 13,82 % de sólidos solubles, 11,0 % de azúcares totales, podría considerarse como un medio de crecimiento apropiado para el desarrollo de poblaciones de bacterias, sin embargo, los indicadores microbiológicos evaluados demostraron lo contrario, en consecuencia, el pH (4,1) medianamente ácido y la presencia de ácidos orgánicos, son los elementos o factores intrínsecos que restringen el crecimiento de las poblaciones de microorganismos junto con la protección que ofrece la corteza de la fruta.

Recomendaciones

Evaluar en el campo los factores que favorecen los daños por insectos y la presencia de gusanos en el mesocarpio de la guayaba a fin de reducirlos o eliminarlos.

Especificar, en futuros trabajos, si en la homogenización de la pulpa de guayaba para la evaluación de la

Vitamina C, se incluye la piel y / o la pulpa central, ya que se sabe que la Vitamina C no se distribuye uniformemente en el fruto.

Evaluar la cinética de destrucción de la Vitamina C en la pulpa de guayaba producida y procesada en el país.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. Agr. Francisco Araujo profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ) por la colaboración prestada al suministrar la materia prima, 20,975

kg de frutos de guayabo, tipo Criolla Roja, recién cosechada en la granja comercial “Los Ciénagos”, ubicada en el sector “Ciénaga de Reyes”, municipio Mara, estado Zulia.

Literatura citada

1. Alvarado, J de D y V. N. Palacios. 1989. Efecto de la temperatura sobre la degradación aeróbica de la Vitamina C en jugos de frutas cítricas. Arch. Lat. de Nut. XXXIX (4): 601 - 612.
2. Arenas de Moreno, L., M. Marín, C. Castro de Rincón, L. Sandoval. 1995. Determinación por HPLC de los azúcares en los frutos de guayaba (*Psidium guajava*. L.) de una plantación comercial del municipio Mara. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12 (4): 467 - 483.
3. Arenas de Moreno, L., M. Marín, D. Peña, E. Toyo y L. Sandoval. 1999. Contenido de humedad, materia seca y cenizas totales en guayabas (*Psidium guajava*. L.) cosechadas en granjas del municipio Mara del estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16 (1): 1 - 10.
4. Association of Official Analytical Chemist. 1990. Official Methods of Analysis. Vol. 1. Chapter 4. 15th Edition. Edited by Kenneth Helrich. Virginia, U.S.A. p. 69,79.
5. Bartolomé, A. P., P. Rupérez y C. Fúster. 1996. Non-Volatile organic acids, pH and titratable acidity in pineapple fruit slices during frozen storage. J. Sci. Food Agric. 70 (4): 475 - 479.
6. Brackett, R. E. y D. F. Splittstoesser. 1992. Fruits and Vegetables. Chapter 49. p. 919-927. En: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3ª Ed. APHA. New York.
7. Brekke, J. E. y A. L. Myers. 1978. Viscometry behavior of guava purees and concentrates. J. Food Sci. 43 (1): 272 - 273.
8. Córdoba, J. A. 1969. La Guayaba. Separata del Agricultor Venezolano. Marzo - Abril: 9745 - 9803.
9. COVENIN. 1978. Norma Venezolana 902. Alimentos. Métodos para recuento de microorganismos aerobios en placas de Petri (1ª Revisión). Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1 - 6
10. COVENIN. 1979. Norma Venezolana 1315. Alimentos. Determinación de pH (acidez iónica). Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1 - 3.
11. COVENIN. 1981. Norma Venezolana 1769. Frutas. Toma de muestras. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela. p. 1 - 7.
12. COVENIN. 1983. Norma Venezolana 977. Pulpa de frutas. Consideraciones generales. Ministerio de Fomento. Caracas, Venezuela. p. 1 - 6.
13. COVENIN. 1984. Norma Venezolana 1104. Alimentos. Determinación del número más probable de coliformes, fecales y de *Escherichia coli*. (2ª Revisión). Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1 - 12.
14. COVENIN. 1984. Norma Venezolana 2181. Pulpa de Frutas. Determinación de viscosidad. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1-6.
15. COVENIN. 1990. Norma Venezolana 1337. Alimentos. Método para recuento de hongos y levaduras. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1-6.

16. Czyhrinciw, N., M. Mosqueda y M. Garcés M. 1966. Análisis Industrial en la Fabricación de Alimentos I. Editorial Vargas. Caracas. p. 89, 96.
17. Chan, H. T. Jr. 1993. Passion fruit, papaya and guava juice. p. 334 – 377. En: Fruit juice processing technology. Edited by Nagy, S., Chin Shu Chen y P. E. Shaw. AGScience, INC.
18. Chan, H. T. Jr, J.E. Brekke y T. Chang. 1971. Nonvolatile organic acids in guava. J. Food Sci. 36 (2):237 – 239.
19. Chan, H. T. Jr. y C. Cavaletto. 1986. Effects of deaeration and storage temperature on quality of aseptically packaged guava puree. J. Food Sci. 51 (1): 165 – 168, 171.
20. Chin Shu Chen, 1993. Physical and Rheological properties of Juices. p. 56 – 82. En: Fruit juice processing technology. Edited by Nagy, S., Chin Shu Chen y P. E. Shaw. AGScience, INC.
21. Frazier, W. C. 1981. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia. España. 2da. reimpresión. p. 202 – 260.
22. Garcés M., M. 1968. Pectina, pectinesterasa y ácido ascórbico en pulpas de frutas tropicales. Arch. Lat. de Nut. 64: 401 – 412.
23. Hobart, D. W. 1991. A Look at Viscometry. Food Technol. 45 (7): 82 - 84.
24. Instituto Nacional de Nutrición. 2001. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Dirección Técnica. División de Investigación en Alimentos. Revisión 1999. 1ª reimpresión, Caracas, Venezuela. p. 13, 58, 59, 61.
25. Irazábal de Guariguata, C. 1981. Características reológicas de productos de frutas tropicales. Arch. Lat de Nut. XXXI (4): 666 - 678.
26. Jay, J.M., 1992. Modern Food Microbiology. Fifth Edition. Chapman & Hall. p. 38 – 66; 149 – 176.
27. Joslyn, M., 1970. Methods in Food Analysis. Physical, Chemical, and Instrumental Methods of Analysis. Second Edition. Academic Press. p. 67 - 73; 347 - 360; 385 - 388; 401 - 446.
28. Laguado, N., O. Briceño, R. Rojo, M. Marín, D. Esparza, L. A. de Moreno, J. Mora y H. Ferrer. 1995. Efecto de la fertilización y del estado de madurez sobre la calidad de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12 (4): 437 - 449.
29. Laguado, N., E. Pérez y C. Alvarado. 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 (4): 382 - 397.
30. Luh, B.S. 1980. Tropical fruit beverage. p. 344 – 435. En: Nelson, P.E. and Tressler, D.K. (Eds.). Fruit & vegetable juices processing technology. Third edition. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
31. Mosqueda, M. B. de y N. Czyhrinciw. 1964. Principales propiedades físicas de algunas frutas tropicales. Arch. Vzlanos. de Nutrición. 14 (1): 91-102.
32. Nahar, N., S. Rahman y M. Mosihuzzaman. 1990. Analysis of carbohydrates in seven edible fruits of Bangladesh. J. Sci. Food Agric. 51(2): 185-192.
33. Piñera, E., R. de Hombre, A. Batista y A. Cerezal. 1997. Influencia de la variedad en la calidad de la pulpa de guayaba. Alimentaria, Marzo: 19 – 20.
34. Plate, L. 1987. Myrtaceae. Guava. p. 356 – 362. En: Fruits of Warm Climates. Julia Morton. Edited by Curtis F. Dawling, Jr.
35. Pomeranz, Y. y C. Meloan. 1994. Food Analysis. Theory and Practice. 3th Edition. Chapman & Hall. p. 602, 603.
36. Primo, E. y Royo Iranzo. 1968. Detección de adulteración en zumos cítricos. Características de la curva de neutralización y sus variaciones como consecuencia de las adulteraciones. A. T. A. 8 (3): 353.

Medina y Pagano

37. Rahman, A., J. Anziani y J. R. Cruzcay. 1964. Factors affecting the stability of Vit. C in Tropical Fruits juices and nectars. J. Agr. Univ. Pto. Rico 48 (1): 1 - 12.
38. Rahman, A. R., J. Anziani y E. Díaz Negro. 1964. Stability of Vit. C at elevated concentrations in canned Tropical Fruits juices and nectars. J. Agr. Univ. Pto. Rico 48 (1): 327 - 336.
39. Rao, M. A., L. N. Otoya Palomino y L. W. Bernhardt. 1974. Flow properties of tropical fruit purees. J. Food Sci. 39 (1): 160, 161.
40. Royo Iranzo, I. y F. Romero Guzmán. 1973. Características y composición química del zumo de naranja amarga española ("Citrus aurantium". Linneo). A. T. A. 14 (3): 426 - 435.
41. Sandler, G. O. 1994. Titratable Acidity. Chapter 6. p. 81- 91. En: Introduction to the Chemical Analysis of foods. Edited by S. Suzanne Nielsen. Jones and Bartlett Publishers. Boston London.
42. Wilson, Ch. W. 1980. Guava. p. 279 - 299. En: Nagy, S. and Shaw, P. E. (Eds.). Tropical & Subtropical Fruits. Composition, properties and uses. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.
43. Wilson, Ch. 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 (8): 777 - 780.
44. Yusof, S. y S. Mohamed. 1987. Physico-chemical changes in guava (*Psidium guajava* L.) during development and maturation. J. Sci. Food Agric. 38 (1): 31-39.