

Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.)

Marquina V, Araujo L, Ruíz J, Rodríguez-Malaver A, Vit P.

Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Facultad de Medicina. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

RESUMEN. La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta tropical de gran aceptación en los trópicos, donde se consume fresca y procesada. En este trabajo se comparó la acidez libre, el pH, el contenido de cenizas, nitrógeno y la humedad, junto con el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de la piel, el casco y la pulpa de la fruta fresca, y de la pulpa procesada y la mermelada de guayaba. El mayor contenido de polifenoles fue encontrado para la piel de la guayaba (10,36 g/100 g piel) y el menor en la mermelada (1,47g/100g mermelada), expresados en base seca. Se encontró que la capacidad antioxidante de la piel fue diez veces superior a la de la pulpa, y la de la mermelada el doble que la del casco.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, guayaba, polifenoles, pulpa, mermelada.

SUMMARY. Composition and antioxidant capacity of the guava (*Psidium guajava* L.) fruit, pulp and jam. Guava (*Psidium guajava* L.) is a tropical fruit widely relished in the tropics, consumed fresh and processed. In this work, free acidity, pH, ash, nitrogen and water contents were measured, besides the total polyphenol content and the antioxidant capacity of the peel, the shell and the pulp of the fresh fruit and the processed guava pulp and jam. The highest phenolic content was found in the guava skin (10,36 g/100 g skin) and the lowest in the jam (1,47 g/100 g jam), in dry weight. The antioxidant capacity of the skin was 10 times higher than that of the pulp, and the jam was twice that of the shell.

Key words: Antioxidant capacity, guava, polyphenols, pulp, jam.

INTRODUCCION

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta tropical perteneciente a la familia Myrtaceae consumida tanto fresca como procesada en forma de pulpas, jugos, mermeladas y conservas, de gran aceptación en Venezuela. Sólo en la planicie de Maracaibo se cultivan más de 4000 Ha, donde las condiciones agroecológicas y el sistema de producción tradicional son favorables (1). El procesamiento tecnológico de la guayaba ofrece opciones de conservación de la fruta fresca para extender su vida útil. Las frutas contienen polifenoles, los cuales son metabolitos secundarios de las plantas con actividad antioxidante beneficiosa para la salud humana. En la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición (2), se reportan valores de calorías, humedad, proteína, grasas, carbohidratos, fibras, cenizas, calcio, fósforo, hierro, magnesio, zinc, cobre, sodio, potasio, vitamina A, β -caroteno, riboflavina, tiamina, niacina, vitamina B₆ y ácido ascórbico, para la guayaba rosada. Sin embargo, en esta tabla no se incluyen los polifenoles. En un estudio previo realizado con mermeladas comerciales venezolanas, se evaluaron características físico-químicas y microbiológicas, pero tampoco se midió el contenido de polifenoles (3). El consumo de la guayaba reduce el estrés oxidativo y modifica el perfil lipídico, con lo cual reduce el riesgo de enfermedades causadas por radicales libres y el elevado colesterol sanguíneo (4).

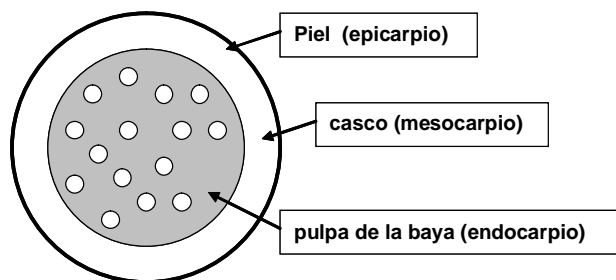
La pulpa de guayaba producida por la Empresa D'Fruta en la Planta Piloto del Departamento Ciencia de los Alimentos representa la opción más económica si se compara con otras pulpas como el durazno, la guanábana, la fresa y la mora, las cuales cuestan el doble. Por este motivo se inició la investigación de polifenoles en la fruta, la pulpa y la mermelada de esta aromática fruta. En el presente trabajo se comparó el contenido de polifenoles de la guayaba fresca y la guayaba procesada en forma de pulpa y mermelada, en base húmeda y base seca. También se comparó la capacidad antioxidante de la piel (L), el casco (C) y la pulpa de la semilla (S) de la guayaba fresca y del mismo lote procesado en forma de pulpa (P) y mermelada (M), en referencia a su composición de acidez, cenizas, humedad, pH y proteínas.

MATERIALES Y METODOS

Guayabas

Un lote de 20 kg de guayabas rosadas de la empresa D'Fruta fue despulpado (5) y luego procesado como mermelada (6) hasta alcanzar 65°Brix por cocción con azúcar en marmita de vapor. Las guayabas frescas se homogeneizaron y se conservaron congeladas en un envase hermético hasta su análisis. A fin de conocer la relación del contenido de polifenoles totales entre la guayaba fresca y sus derivados, inicialmente se separaron tres fracciones (la piel, casco y pulpa de la baya) de 10 frutos maduros, ilustradas en la Figura 1.

FIGURA 1
Fracciones de un corte de guayaba, desde la parte más externa hacia el centro de la fruta (piel, casco, pulpa de la baya)



Análisis químicos

Los análisis físico-químicos se realizaron por duplicado siguiendo los métodos oficiales para determinar acidez libre, humedad, cenizas, pH y nitrógeno (7). Las fracciones de guayabas frescas se homogeneizaron y se conservaron congeladas en un envase hermético hasta su análisis. La acidez libre se evaluó en una solución preparada con $2,5 \pm 0,1$ g de guayaba con 50 mL de agua recién destilada, titulados con una solución de NaOH 0,1 N. La humedad se midió por métodos gravimétricos en una estufa; para ello se pesaron $2,0 \pm 0,1$ g de guayaba y de sus derivados en un crisol previamente tarado, se secaron en la estufa a 70°C durante 24 h, se enfriaron en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesaron de nuevo para calcular por diferencia gravimétrica el agua evaporada durante el secado. Las cenizas se obtuvieron por incineración y se determinaron por métodos gravimétricos; para ello se utilizaron la guayaba y los derivados secos remanentes de la determinación de humedad y se colocaron en la mufla a 550°C durante 2 h, se enfriaron en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesaron de nuevo para calcular por diferencia gravimétrica las cenizas resultantes de la incineración. El pH se midió con un pH-metro; para ello, se pesaron $2,0 \pm 0,1$ g de guayaba y de sus derivados en un Erlenmeyer y se añadieron 50 mL de agua destilada recién hervida, se mezclaron con un agitador magnético durante 10 min, se filtraron y se determinó el pH introduciendo el electrodo en la solución, y leyendo en el potenciómetro recién calibrado con buffer pH 4,01. El contenido de nitrógeno se midió con el método de microKjeldhal, el cual consta de digestión con ácido sulfúrico, destilación, recolección y titulación; para ello, se pesaron 100 ± 10 mg de guayaba y derivados, se transfirieron a un balón de digestión de microKjeldhal, junto con los catalizadores $1,9 \pm 0,1$ g de sulfato de sodio y 40 ± 10 mg de óxido de mercurio, se añadieron $2,0 \pm 0,1$ mL de ácido sulfúrico y tres perlas de vidrio, se calentó la muestra en el diges-

tor hasta que se tornó transparente, se enfrió, se colocó vaselina en la boca de la botella, se disolvió con 5 mL de agua destilada en diluciones sucesivas de 1 mL que se vertieron en el destilador, luego de haber colocado la punta del refrigerante sumergida en un Erlenmeyer de 100 mL con 5 mL de ácido bórico al 4% y 2 gotas del indicador (rojo de metilo 0,2% + azul de metileno 0,2%, 2:1), se inició la destilación adicionando 8-10 mL de hidróxido de sodio y bisulfito de sodio pentahidratado ($60\text{g} + 5\text{g}/100$ mL agua destilada) en el embudo, se cerró la llave y se encendió el generador de vapor, se recogieron 15 mL, se diluyó con agua destilada hasta 50 mL, se tituló con ácido clorhídrico 0,02 N y se calculó el porcentaje de proteínas utilizando el factor de corrección 6,25.

Polifenoles totales

La concentración de polifenoles totales se midió por duplicado con el método colorimétrico que utiliza el reactivo Folin-Ciocalteu (8) con una curva de calibración preparada con ácido gálico (10-20-30-40 mg/L). La muestra de guayaba (0,1 g) se mezcló con 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu y 0,4 mL de Na_2CO_3 al 7,5%, se permitieron 10 min de reacción a 37°C y se midió la absorbancia a 765 nm, con un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 3B UV/VIS (Norwalk, Connecticut, USA). Los resultados obtenidos se expresaron como equivalentes de ácido gálico (EAG) en base húmeda y en base seca, para poder comparar las tres fracciones de fruta fresca con sus correspondientes derivados, pulpa y mermelada.

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se evaluó por duplicado, con la decoloración del catión radical ABTS^{•+} (9) conocida como actividad antioxidante total (AAT). Se preparó ABTS 7 mM y persulfato de amonio 4,9 mM, y se mezclaron 1:1. Se dejó reposar tapado con papel aluminio durante 16 horas. Se diluyó en etanol 20% hasta alcanzar una absorbancia de $0,7 \pm 0,2$ a 740 nm; esto es aproximadamente 40 μL de reactivo + 760 μL de etanol. Se agregaron 10 μL de la muestra, se agitó rápidamente y se midió el cambio de densidad óptica a 740 nm durante los primeros 6 minutos de reacción, con un espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 3B UV/VIS (Norwalk, Connecticut, USA). Luego se preparó una curva de calibración con Trolox 8 mM, 4 mM, 2 mM, 1 mM, 0 mM y se calculó el % de decoloración = $(\text{D.O. sin antioxidante} - \text{D.O. muestra 6 min.}) \times 100 / \text{D.O. sin antioxidante}$. La D.O. sin antioxidante es la densidad óptica después de realizar la dilución del reactivo.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta valores de acidez (meq ácido/kg) que variaron entre 61,47 (C) y 81,33 (S), y el pH varió entre 3,8 y 4,1. Por evaluación sensorial, la pulpa de la baya es la por-

ción más ácida de la guayaba fresca. El contenido de cenizas (g cenizas/100 g) presentó valores entre 0,28 (P) y 0,66 (S). El contenido de nitrógeno (mg N/100 g) varió entre 56,57 (S) y 102,22 (M). Si bien la mermelada no se consume por su elevado contenido de proteínas, resulta que al concentrarse la pulpa durante la cocción, también se concentra la fracción nitrogenada.

TABLA 1
Acidez, pH, contenido de cenizas y contenido de proteínas en la guayaba fresca y sus derivados

	Acidez (meq/kg)	pH	Cenizas (g/100 g guayaba)	Nitrógeno (mg/100 g guayaba)
Guayaba fresca				
Piel (L)	69,34 ^b (0,95)	4,1 ^a (0,1)	0,52 ^a (0,05)	81,87 ^{ab} (3,90)
Casco (C)	61,47 ^a (0,28)	3,9 ^a (0,0)	0,42 ^a (0,11)	92,21 ^{ab} (2,15)
Pulpa de la baya (S)	81,33 ^c (0,63)	3,8 ^a (0,0)	0,66 ^a (0,04)	56,57 ^a (0,49)
Derivados de guayaba				
Pulpa de fruta (P)	67,47 ^b (0,20)	3,9 ^a (0,1)	0,28 ^a (0,11)	91,39 ^{ab} (9,40)
Mermelada (M)	62,05 ^a (0,13)	3,8 ^a (0,0)	0,50 ^a (0,10)	102,22 ^b (7,11)

Los valores indican la media \pm (SEM), n = 2. Las diferencias estadísticamente significativas entre las fracciones de guayaba fresca y sus derivados se representan con diferentes letras en cada columna.

En la Tabla 2 puede apreciarse el mayor contenido de polifenoles totales en base húmeda en la piel de la guayaba, seguido por la pulpa de la baya y el casco, los cuales se promedian en la pulpa de fruta, la cual fue obtenida con la fruta entera. La expresión en base seca permite evidenciar el bajo contenido de polifenoles totales de la mermelada en comparación con la materia seca de la pulpa de fruta y de las tres fracciones de la fruta fresca.

Se encontró que la capacidad antioxidante de la piel fue diez veces superior a la de la pulpa de fruta, y la de la mermelada el doble del casco. La AAT de la piel es el triple de la AAT en el casco y el aproximadamente el doble de la pulpa de la baya y de la la fruta procesada.

TABLA 2
Contenido de humedad, polifenoles totales y capacidad antioxidante (AAT) en la guayaba fresca y sus derivados

	Humedad (g/100 g guayaba)	Polifenoles totales (g EAG ¹ /100 g guayaba)		AAT (μ M de eq. Trolox)
		Base húmeda	Base seca	
Guayaba Fresca				
Piel (L)	84,00 ^b (0,45)	1,66	10,36	377,80 ^b (0,00)
Casco (C)	85,17 ^{bc} (0,18)	0,80	5,37	114,82 ^{ab} (0,00)
Pulpa de la baya (S)	86,22 ^c (0,16)	0,93	6,73	165,31 ^{ab} (24,43)
Derivados de guayaba				
Pulpa de fruta (P)	86,08 ^c (0,07)	0,86	6,16	38,66 ^a (54,67)
Mermelada (M)	23,21 ^a (0,22)	1,13	1,47	195,48 ^{ab} (55,59)

Los valores indican la media \pm (SEM), n = 2. Las diferencias estadísticamente significativas entre las fracciones de guayaba fresca y sus derivados se representan con diferentes letras en cada columna.

¹Equivalentes de ácido gálico.

DISCUSION

En la fruta fresca, la capacidad antioxidante aumenta con el contenido de polifenoles totales en la piel, la pulpa de la baya y el casco.

La transformación de la pulpa de fruta en mermelada, redujo el contenido de polifenoles totales presentes en la pulpa en un factor mayor de cinco, por lo que se recomienda consumir la pulpa de fruta en lugar de la mermelada, a fin de aprovechar los polifenoles contenidos en la fruta. El mayor contenido de polifenoles en la piel de la guayaba había sido reportado en un estudio previo (10); donde la relación del contenido de polifenoles entre la pulpa y la piel de guayaba fue casi la mitad del reportado en nuestro trabajo, 0,34 (2,62/7,79) a diferencia de 0,60 (6,16/10,36) mostrado en la Tabla 2. De esta tabla, también se puede inferir que el procesamiento tecnológico la mermelada concentra la AAT de la pulpa cinco veces, lo cual se explica en parte por la reducción de humedad (g agua/100 g) desde 86,10 (P) hasta 23,22 (M). Generalmente los carotenoides están más concentrados en la piel que en la fruta y aumentan con la maduración y su contenido es mayor en las frutas tropicales.

La capacidad antioxidante de las frutas y de sus derivados, sería un complemento funcional valioso para la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición, como el aporte del presente estudio sobre la guayaba fresca, su pulpa y su mermelada. Cantidades moderadas de la guayaba en la dieta, proporcionan fibra dietaria y vitami-

nas antioxidantes asociadas con la disminución de lipoproteínas, presión (11) y glucosa sanguíneas (12). Utilizando un sistema micelar evaluado por sustancias reactivas con el ácido tiobarbitúrico (TBARS), se encontró que la guayaba muestra potencial para prevenir el estrés oxidativo in vitro (13).

Se reitera que si bien los polifenoles son antioxidantes beneficiosos para la salud humana, no han sido evaluados en la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición y por ello esperamos hacer este aporte con el estudio de la guayaba fresca, su pulpa y su mermelada. También podría indicarse una referencia sobre el contenido de flavonoides como en la escala sugerida por Nair y col. (1998) para fruta fresca, con contenidos elevados (> 100 mg/100g) y medios (50-100 mg/100 g) (14).

La capacidad antioxidante evaluada por el método TBA, y el contenido de polifenoles totales fue mayor en la semilla que en la pulpa de guayaba (15). La actividad antioxidante de la piel de la guayaba fue mayor que la pulpa, porque la mayoría de las pieles de las frutas pueden exhibir una actividad antioxidante de 2 a 27 veces mayor que la pulpa (16). La actividad antioxidante como resultado de múltiples factores, no puede vincularse sólo al contenido de polifenoles (17). Tampoco puede ser explicado únicamente por la diferencia en el contenido de agua entre la piel y la pulpa. La cocción de los vegetales y frutas causa la reducción su actividad antioxidante y su concentración de polifenoles, tal como ocurrió en la mermelada de guayaba (13).

La guayaba, al igual que el te y la manzana, tiene un alto contenido de flavonoides (14), y al igual que tomate, la guayaba contiene licopenos (18). El consumo de guayaba reduce el estrés oxidativo, y el riesgo de enfermedades causadas por los radicales libres y la hipercolesterolemia (4). Mediante el consumo moderado de guayaba en la dieta, pueden ocurrir cambios en los ácidos grasos y en los carbohidratos; además de proveer de fibra dietética y vitaminas antioxidantes y minerales sin ningún efecto secundario, reduce el colesterol total, los triglicéridos y la presión arterial (11). El contenido de flavonoides es mayor en la hoja del guayabo que en sus frutos; por ello, podrían usarse para extraer flavonoides (19) y también para sugerir su consumo en formas menos tradicionales como extractos o infusiones.

En conclusión, se puede decir que la guayaba y los derivados aquí estudiados son una fuente económica de antioxidantes (polifenoles y flavonoides). Por esta razón, el consumo de esta fruta puede jugar un papel importante en la prevención de enfermedades relacionadas con la generación de radicales libres; como por ejemplo, el síndrome metabólico. Sería interesante poder incluir información sobre contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de los alimentos en la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición (2), comenzando quizás por las frutas y las hortalizas.

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT-ULA por financiar el proyecto FA-343-05-03-F. Al Sr. Oscar Rojas, de la empresa D'Fruit por obsequiar la pulpa de guayaba.

REFERENCIAS

1. Araujo FJ, Urdaneta T, Salazar N, Simancas R. Effect of plant density on the guava (*Psidium guajava* L.) yield in the Maracaibo, Venezuela plain. *Rev Fac Agron (LUZ)* 1999; 16 supl. 1:13-16.
2. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación No. 54. Serie Cuadernos Azules; Caracas (Venezuela): Instituto Nacional de Nutrición; 2001.
3. López R, Ramírez AO, Farinas LG. Physicochemical and microbiological evaluation of three commercial guava jams (*Psidium guajava* L.). *Arch Latinoamer Nutr* 2000; 50(3):291-5.
4. Rahmat A, Abu Bakar MF, Faezah N, Hambali Z. The effects of consumption of guava (*Psidium guajava*) or papaya (*Carica papaya*) on total antioxidant and lipid profile in normal male youth. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004; 13(S):S106.
5. Vit P, Cardozo E, Moreno D. Aporte de estudiantes de Tecnología de Alimentos para un manual de calidad en la producción de pulpa de frutas. *Rev Fac Farmacia* 2002; 43:19-24.
6. Vit P, González I. Producción de Mermeladas. Mérida (Venezuela): Cátedra Tecnología de Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis. 2004.
7. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th. Ed. Arlington (VI): Association of Official and Analytical Chemists, INC; 1984.
8. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Meth Enzymol* 1999; 299: 152-178.
9. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med* 1999; 26 (9/10):1231-37.
10. Jimenez-Escrig A, Rincon M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. *J Agric Food Chem* 2001; 49(11):5489-93.
11. Singh RB, Rastogi SS, Singh R, Ghosh S, Niaz MA Effects of guava intake on serum total and high-density lipoprotein cholesterol levels and on systemic blood pressure. *Am J Cardiol*. 1992; 70(15):1287-91.
12. Yusof RM, Said M. Effect of high fibre fruit (Guava - *psidium guajava* L.) on the serum glucose level in induced diabetic mice. *Asia Pac J Clin Nutr* 2004; 13(Suppl):S135.
13. Tarwadi K, Agte V. Antioxidant and micronutrient quality of fruit and root vegetables from the Indian subcontinent and their comparative performance with green leafy vegetables and fruits. *J Sci Food Agric* 2005; 85:1469-1476.
14. Nair S, Nagar R, Gupta R. Antioxidant phenolics and flavonoids in common Indian foods. *J Assoc Physicians India* 46(8):708-10.

15. Huang HY, Chang ChK, Tso TK, Huang JJ, Chang WW, Tsai YCh. Antioxidant activities of various fruits and vegetables produced in Taiwan. *Int J Food Sci Nutr* 2004; 55(5):423-9.
16. Guo G, Yang J, Wei J, Li Y, Xu J, Jiang Y. (2003) Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutr. Res.* 2003; 23: 1719-1726.
17. Rodríguez-Amaya, D.B. Latin American food sources of carotenoids. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49(3)Suppl 1:74S-84S.
18. Hassimotto NMA, Genovese MI, Lajolo FM. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. *J Agric Food Chem* 2005; 53:2928-35.
19. Vargas Álvarez D, Soto-Hernández M, González-Hernández VA, Englerman EM, Martínez-Garza A. Cinética de acumulación y distribución de flavonoides en guayaba (*Psidium guajava* L.). *Agrociencia* 2006; 40:109-115.

Recibido: 14-11-2007

Aceptado: 17-12-2007