

ANÁLISIS PREELIMINAR DE CAROTENOIDES Y COMPUESTOS FENÓLICOS EN FRUTOS DE ZAPOTE MAMEY (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn

I. Alia-Tejagal¹; R. M. Soto-Hernández²;
M. T. Colinas-León³; M. T. Martínez-Damián³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del estado de Morelos. Av. Universidad Núm. 1001, Cuernavaca, Morelos. C. P. 62210. MÉXICO. Correo-e: ijac96@yahoo.com.mx (¹Autor responsable).

²Especialidad de Botánica, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

³Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

RESUMEN

La pulpa del fruto de zapote mamey contiene cantidades considerables de carotenoides y compuestos fenólicos, recientemente el consumo de estos metabolitos se han asociado con la disminución de enfermedades cardiovasculares y cáncer. Por otra parte, los fenoles están relacionados con el oscurecimiento de la pulpa lo cual disminuye la vida poscosecha del fruto. El presente estudio tuvo como objetivo realizar un análisis de los carotenoides y compuestos fenólicos presentes en la pulpa del fruto de zapote mamey. Se separaron cinco carotenoides mediante cromatografía de capa fina, la primer banda fue la más intensa y sus valores de absorción máxima (424, 452, 470 nm) fueron similares a los obtenidos por el estándar de β -caroteno, las bandas 2 - 3 y 4 - 5 presentaron máximos de absorción similares (423 449 474 - 420 446 474 nm y 399 423 446 - 400 424 446 nm, respectivamente) y se consideraron isómeros de α -caroteno y ζ -caroteno, respectivamente. Se detectó la presencia de glucósidos de quercetina (flavonoles) con la ayuda de luz ultravioleta, revelado con vapores de amoníaco y el éster 2-aminoetilico del ácido difenilbórico; sus máximos de absorción coinciden con la literatura (253, 367 nm). La mayor proporción de los fenoles detectados se identificaron como derivados del ácido cinámico y catequinas. Los resultados indicaron la presencia de compuestos con alta actividad antioxidante en la pulpa de zapote mamey.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: pigmentos, cromatografía, espectrofotometría, quercetina.

PRELIMINARY ANALYSIS OF CAROTENOIDS AND PHENOLIC COMPOUNDS IN SAPOTE MAMEY (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn FRUIT

ABSTRACT

Sapote mamey fruit has high concentrations of carotenoids and phenolic compounds, metabolites, whose consumption has recently been associated with a low incidence of cardiovascular and cancer diseases. On the other hand, phenols are related to flesh browning in this fruit, thus reducing postharvest life. The objective of this research was an analysis of carotenoids and phenolic compounds present in the pulp of sapote mamey fruit. Five carotenoids were separated by thin layer chromatography; the first band was the most intense and had the maximum absorption values (424, 452, 470 nm), which in turn were similar to those obtained by the β -carotene standard. Bands 2-3 and 4-5 showed very similar absorption characteristics (423 449 474 - 420 446 474 nm and 399 423 446 - 400 424 446 nm, respectively). They were therefore considered to be isomers of α -carotene and ζ -carotene, respectively. Quercetin glucosides (flavonols) were detected under ultraviolet light developed with ammonia vapors and diphenylboric acid 2-amino ethyl ester; their maximum absorption coincided with the literature (253, 367 nm). The main components in the bands were identified as derivatives of cinnamic acid, and catequins. Results indicate the presence of metabolites with high antioxidant activity in the pulp of sapote mamey fruit.

ADDITIONAL KEY WORDS: chromatography, spectrophotometry, quercetin

INTRODUCCIÓN

El zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) es un miembro de las *Sapotaceae*, nativo de América Central, su origen probablemente se extiende desde el sur de México, a través de Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras hasta Nicaragua (Campbell *et al.*, 1997). El principal uso que se le ha dado a esta especie y por lo que se ha cultivado extensamente es el consumo de su delicioso fruto (Pennington y Sarukhán, 1998). El color de la pulpa en el fruto de zapote mamey se debe a la presencia de carotenoides y se ha reportado que durante la maduración la concentración de estos pigmentos aumenta (Alia-Tejacal *et al.*, 2002).

Existen evidencias que indican que las vitaminas E y C, y el β -caroteno contribuyen a la disminución en la incidencia de enfermedades (cáncer, cataratas y enfermedades cardiovasculares) y protegen contra la recurrencia de eventos patológicos (Rice-Evans y Miller, 1995). Por lo tanto, es importante conocer los carotenoides que contiene el fruto de zapote mamey y asociarlos con beneficios a la salud por su consumo.

Alia-Tejacal *et al.* (2002) indicaron la presencia de fenoles totales en la pulpa de zapote mamey, los cuales disminuyen durante la maduración, esto puede estar relacionado con el oscurecimiento de la pulpa cuando se pone en contacto con el aire y cuando el fruto está sobremaduro.

Algunos compuestos fenólicos, al igual que los carotenoides inactivan varias especies reactivas de oxígeno (ERO), se han relacionado a las ERO con enfermedades cardiovasculares y cáncer (Robards *et al.*, 1999). Esta investigación tuvo como finalidad llevar a cabo un análisis preliminar de los carotenoides y compuestos fenólicos presentes en la pulpa del fruto de zapote mamey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y material vegetal

Se obtuvieron frutos de zapote mamey en estado de madurez de consumo (suave al tacto, coloración naranja o roja de la pulpa), que no presentaran daños físicos, estos frutos provenían de Veracruz, Morelos o Chiapas y fueron de árboles de pie franco (material criollo).

Extracción, separación e identificación de carotenoides

Se molieron 100 g de pulpa en una licuadora con 150 ml de acetona fría (96.6 %) por 2 min, el macerado se filtró al vacío, todo el proceso se repitió una vez más. El filtrado se extrajo también en dos ocasiones con 20 ml de hexano. El hexano se lavó tres veces con 100 ml de agua, posteriormente se saponificaron las grasas con 5 ml de

NaOH (10 %; temperatura ambiente), y se volvió a lavar con 100 ml de agua (cuatro veces), se secó (con Na_2SO_4) y se filtró. El extracto se evaporó a 30 °C hasta 1-2 ml (Alia-Tejacal *et al.*, 2002)

La muestra se aplicó en forma de banda, sobre placas de capa fina (20 x 20 cm) teniendo como soporte silica gel. Se utilizó como eluyente éter de petróleo:acetona (70:30; v:v) (Gross, 1987). Los valores de Rf de las bandas separadas, así como los máximos de absorción (en etanol y hexano) se utilizaron para identificar los carotenos al comparar los datos obtenidos, con los reportados en la literatura. También se utilizó un carotenoide comercial (β -caroteno) (Eastman, Kodak Co.), para la identificación. La determinación de los carotenoides se realizó en dos ocasiones, los resultados fueron similares por lo que se presentan los resultados de la segunda evaluación. Se realizaron siete placas cromatográficas de capa fina, cada placa corresponde a los pigmentos extraídos de dos frutos de zapote mamey (100 g). Se reporta la media y el error estándar de los valores de Rf de cada caroteno aislado.

Extracción, separación e identificación de compuestos fenólicos

Para la evaluación de los compuestos fenólicos se utilizó el método propuesto por Ramírez-Martínez y Luh (1973). Donde 100 g de pulpa se molieron en una licuadora por 5 min, con 500 ml de una solución de etanol conteniendo 0.005 M de L-cisteína. La mezcla se filtró al vacío, el filtrado se extrajo tres veces con cloroformo (la mitad del volumen obtenido), y se concentró para eliminar el metanol, los extractos de cloroformo se desecharon. El concentrado fue resuspendido en agua destilada y extraído con éter de petróleo hasta que se obtuvo una fase orgánica clara. La fase acuosa contiene la mayoría de los compuestos fenólicos libres de materiales solubles en grasas, esta fase se saturó con NaCl y se extrajo cuatro veces con una tercera parte de su volumen con acetato de etilo. Las fracciones de acetato se juntaron y secaron con Na_2SO_4 , posteriormente se filtraron y se concentraron a 2 ml para su posterior separación.

Los fenoles se separaron por cromatografía de doble dimensión en papel Whatman Núm. 3 (46 x 57 cm). Se utilizó como eluyente *n*-butanol-ácido acético-agua (4:1:5; v:v:v) y ácido acético al 2 %, en la primera y segunda corrida, respectivamente. La detección fue mediante los valores de Rf, máximos de absorción así como revelado con ferrocianuro de potasio, vapores de amonio y con ácido difenilbórico 2-amino etil éster el cual es conocido como reactivo de Naturstoff (NA) (Grayer, 1989) y es específico para flavonoides (Hierman y Bucar, 1994). Se reportó el color desarrollado tanto en luz visible como en luz ultravioleta, los máximos de absorción (de las manchas más intensas y reproducibles) y posteriormente se comparó con lo reportado en la literatura. La determinación de los

compuestos fenólicos se realizó en dos ocasiones durante 2002. Se realizaron tres cromatogramas de papel en cada evaluación y cada cromatograma corresponde a la extracción de los compuestos fenólicos en cinco frutos de zapote mamey (100 g). Se reportan las medias de los valores de Rf y su error estándar de cada una de las dos evaluaciones realizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carotenoides

La cromatografía de capa fina separó cinco bandas, los valores de Rf y máximos de absorción (en etanol y hexano) Cuadro 1. La primera banda fue la más intensa, se identificó como β -caroteno, porque los valores de Rf y máximos de absorción (Cuadro 1) coinciden con los obtenidos de una muestra estándar y lo reportado en la literatura (Cuadro 2).

Las bandas 2-3 y 4-5 presentaron similitud en los valores de absorbencia en etanol (Cuadro 1). Para las lecturas en hexano las bandas 2-3 y 4-5 se agruparon en una sola, respectivamente, para evaluar sus máximos de absorbencia (Cuadro 1). Las bandas 2 y 3 se identificaron como α -caroteno y las bandas 4 y 5 como ζ -caroteno, ya que los máximos de absorción en el presente estudio (Cuadro 1), tanto en etanol como en hexano coinciden con lo reportado en la literatura (Cuadro 2).

El α y β caroteno son precursores de la vitamina A, la cual es importante para la salud de la piel, huesos, sistema gastrointestinal, sistema respiratorio y la vista (Kurilich, 1999; Chytil, 1999), además recientemente se ha asociado el consumo de carotenoides, especialmente b-caroteno, con la reducción en el desarrollo de diferentes tipos de cáncer (Astorg, 1997; Starvic, 1997) debido a su alta actividad antioxidante (Klein y Kurilich, 2000). Lo anterior es una buena razón para investigar los metabolitos presentes en el zapote mamey y su comportamiento durante poscosecha.

Compuestos fenólicos

Se realizaron dos evaluaciones para la determinación de los fenoles. Los resultados de los cromatogramas indican que en la primera y segunda evaluación se separaron doce compuestos (Cuadros 3 y 4). Las manchas sólo se observaron con luz ultravioleta; por definición los fenoles son compuestos aromáticos y por consecuencia generalmente fluorescen o atrapan luz (Waterman y Mole, 1994), por lo cual se tiene la seguridad de que las manchas observadas son compuestos fenólicos.

En la primera evaluación (Cuadro 3), las manchas 1, 2, 4, 5, 9 y 10 presentaron características de los derivados del ácido cinámico, debido a su movilidad en los disolventes utilizados, y la coloración azul con luz ultravioleta más vapores de amoníaco y con el reactivo de Naturstoff (éster 2-aminoetilico del ácido difenilborico; NA) (Harborne, 1989;

CUADRO 1. Valores de Rf, máximos de absorción ($\lambda_{\text{máx}}$) y color de carotenoides extraídos de la pulpa del fruto de zapote mamey separados por cromatografía de capa fina (Silica gel).

Banda	Rf ^z	$\lambda_{\text{máx}}$ ^y	Agrupación	$\lambda_{\text{máx}}$ ^x	Color
1	100.0±0.00	424, 452, 470	1	400, 424, 448, 476	Naranja intenso
2	92.0±0.00	423, 449, 474	2	399, 423, 449	Amarillo
3	85.0±0.01	420, 446, 474			Amarillo
4	80.0±0.07	399, 423, 446	3	400, 418, 448, 476	Naranja tenue
5	73.0±0.02	400, 424, 446			Naranja tenue

^zLos valores representan la media de siete placas \pm error estándar.

^xLectura realizada en etanol.

^y Lectura realizada en hexano

CUADRO 2. Valores de Rf y máximos de absorción de estándar de β -caroteno (Kodak, Co.) y reportados en la literatura para α y ζ carotenos

Carotenoide	Rf ^z	$\lambda_{\text{máx}}$	$\lambda_{\text{máx}}$ reportados en la literatura
β -caroteno	100.0 \pm 0.0	424, 447, 470 ^y 424, 449, 475 ^x	425, 450, 475 ^y 423, 448, 477 ^x
α -caroteno	n. d.	n.d.	372, 420, 443 ^y ; 422, 446, 474 ^{xw}
ζ -caroteno	n. d.	n.d.	376, 397, 423 ^{xv}

^xLectura realizada en etanol.

^yLectura realizada en hexano; ^wIkkan, 1991; ^vDe Ritter y Purcell, 1981.

^zLos valores representan la media de cuatro placas \pm error estándar

Schulz y Rodríguez, 1998; Wagner y Bladt, 1996). La diferencia en los valores de Rf de estos compuestos se atribuye a que la polaridad de las moléculas se incrementa por los grupos hidroxilo en la posición 4, seguida de aquellos de las posiciones 3 y 2; en contraste los grupos metoxilo y acrílico disminuyen su polaridad (Robards *et al.*, 1999)

Al revelar los cromatogramas con $\text{FeCl}_3 - \text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ los derivados del ácido cinámico se calificaron entre intensidades baja y media (Cuadro 3). Con el mismo reactivo las manchas con mayor intensidad fueron 6, 7, 8 y 11 (Cuadro 3). Las manchas 7, 11 y 8, estas manchas fueron las de mayor intensidad luz ultravioleta (coloración púrpura oscura), revelados con vapores de amoníaco y luz UV (coloración amarilla), y NA mas luz UV (coloración amarillo-naranja) (Figura 1). Este mismo comportamiento se reporta para flavonoles (Harborne, 1989; Markham, 1989). El reactivo de NA es selectivo para flavonoles (quercetina, kaemferol, miricetina y sus glucósidos); al asperjarlo genera coloraciones entre naranja y amarillo o entre amarillo y verde (Wagner y Bladt 1996; Hierman y Bucar, 1994), lo cual fue similar en el presente estudio (Figura 1). Los máximos de absorción indican que estas manchas son glucósido de quercetina, por su similitud con los máximos de estos compuestos que presentan dos máximos entre 255-257 y 355-372 nm (Cuadro 3) (Harborne, 1989; Markham, 1989).

Finalmente la mancha 12 sólo presentó un máximo en 272 nm, que es en donde generalmente absorben estos compuestos las catequinas (Ramírez-Martínez y Luh, 1973). Las manchas 2 y 3 por sus reacciones de color con

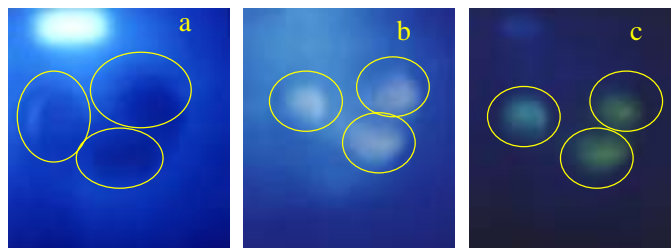


FIGURA 1. Cromatogramas de papel de los compuestos fenólicos extraídos de la pulpa del fruto de zapote mamey observados en luz ultravioleta (a), revelado con vapores de amoníaco (b) y con el reactivo de Naturstoff (c). Las manchas más intensas en círculos son flavonoles (glucósidos de quercetina).

vapores de amoníaco y con el reactivo NA, además de su movilidad en ácido acético al 2 %, son también catequinas. La mancha 6 no fue posible identificarla.

En la segunda evaluación (Cuadro 4), el patrón fue similar a la evaluación anterior, se detectaron 12 manchas, diez de las cuales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11 y 12) presentaron coloraciones amarilla, azul o violeta. Al aplicar el reactivo de NA todas mantuvieron esta coloración (excepción manchas 5 y 6) (Cuadro 4). Estas manchas, de acuerdo a las características descritas anteriormente, son derivados del ácido cinámico. La mancha 10 presentó características de la catequina, coloración violeta y máximo de absorción a 272 nm.

La mancha más intensa fue la 8 con máximos de absorción (262, 353 nm) y características de color con luz

CUADRO 3. Valores de rf, máximos de absorción ($\lambda_{\text{máx}}$) y reacciones de color de los compuestos fenólicos aislados de la pulpa de zapote mamey, segunda evaluación, marzo de 2002.

Banda	Valores de Rf ^x			Reacciones de color			
	BAW (4:1:5)	HOAc 2 %	$\lambda_{\text{máx}}$ ^y	NH ₃ + Luz visible	NH ₃ + UV	FeCl ₃ -K ₃ Fe(CN) ₆ ^z	NA + U. V.
Ácido cinámico ^v	93.6 ± 1.2	5.6 ± 1.2	n. d.	n. d.	Azul pálido	Media	Azul palido
Ácido cinámico ^v	93.3 ± 1.4	56.0 ± 3.2	n. d.	n. d.	Azul pálido	Baja	Azul palido
Catequina	82.6 ± 5.0	78.0 ± 5.5	n. d.	n. d.	Violeta	Media	Violeta
Acido cinámico ^v	80.3 ± 2.9	61.0 ± 3.0	n. d.	n. d.	Azul pálido	Media	Azul palido
Ácido cinámico ^v	86.3 ± 4.4	30.0 ± 2.0	n. d.	n. d.	Amarillo intenso	Media	Azul palido
NI	68.3 ± 4.4	50.0 ± 5.7	n. d.	n. d.	Verde claro	Intensa	Café
Quercetina ^v	76.5 ± 1.5	27.5 ± 0.5	253, 363	Amarillo	Amarillo intenso	Intensa	Naranja
Quercetina ^v	67.6 ± 1.2	20.3 ± 0.5	252, 367	Amarillo	Amarillo intenso	Intensa	Naranja
Ácido cinámico ^v	59.0 ± 1.0	9.5 ± 2.7	n. d.	n. d.	Verde claro	Media	Azul palido
Ácido cinámico ^v	41.5 ± 0.7	4.0 ± 0.0	n. d.	n. d.	Azul	Media	Azul palido
Quercetina	75.0 ± 2.0	3.5 ± 0.7	252, 364	Amarillo	Amarillo intenso	Intensa	Naranja
Catequina	59.0 ± 3.0	74.5 ± 2.1	271	n. d.	Violeta	Media	Violeta

^xIntensidad de color al revelar con este agente cromogénico (NH₃: Vapores de amoníaco; FeCl₃-K₃Fe(CN)₆: Mezcla de cloruro férrico y ferrocianuro de potasio; NA: éster 2-aminoetilico del ácido difenilborico (reactivo de Naturstoff).

^yLectura realizada en metanol.

^zCada valor representa la media de tres cromatogramas ± error estándar.

^vGlucósido

^wDerivado

n. d.: No determinado o no detectado; NI: No identificado; U. V.: Luz ultravioleta; BAW: eluyente *n*-butanol-ácido acético-agua (v:v:v); HOAc 2 %: eluyente éter de petróleo-acetona.

CUADRO 4. Valores de rf, máximos de absorción ($\lambda_{\text{máx}}$) y reacciones de color de los compuestos fenólicos aislados de la pulpa de zapote mamey, segunda evaluación, diciembre de 2002.

Banda	Valores de rf ^x			Reacciones de color			
	BAW (4:1:5)	HOAc 2 %	$\lambda_{\text{máx}}$ ^y	Luz visible	UV	NA + luz visible	NA + U V
1. Ácido cinámico ^v	88.4 ± 4.22	0.0	n. d.	s. c.	Amarillo	s. c.	Amarillo
2. Ácido cinámico ^v	81.3 ± 4.74	0.0	n. d.	s. c.	Azul	s. c.	s. c.
3. Ácido cinámico ^v	77.3 ± 0.0	0.0	n. d.	s. c.	Amarillo	s. c.	Azul
4. Ácido cinámico ^v	61.3 ± 5.0	0.0	n. d.	s. c.	Azul	s. c.	Azul
5. Ácido cinámico ^v	50.1 ± 4.5	0.0	n. d.	s. c.	Violeta	Amarillo	Amarillo-verde
6. Ácido cinámico ^v	36.8 ± 3.4	0.0	n. d.	s. c.	Violeta	Amarillo	Amarillo
7. Ácido cinámico ^v	86.0 ± 1.4	28.7 ± 8.5	n. d.	s. c.	Azul	Amarillo	Amarillo
8. Quercetina ^w	72.0 ± 3.0	17.8 ± 4.2	262, 353	s. c.	Café	Naranja	Naranja fosforescente
9. Ácido cinámico ^v	62.2 ± 4.0	11.1 ± 2.7	n. d.	s. c.	Amarillo	s. c.	Amarillo
10. Catequina	67.9 ± 1.8	44.5 ± 8.4	272	s. c.	Violeta	s. c.	Violeta
11. Ácido cinámico ^v	89.3 ± 2.7	46.6 ± 7.7	n. d.	s. c.	Azul	Amarillo	Azul
12. Ácido cinámico ^v	82.9 ± 4.1	62.3 ± 8.2	n. d.	s. c.	Azul	Amarillo	Azul

^xIntensidad de color al revelar con este agente cromogénico [NP: ácido difenilborico 2-amino etil ester (reactivo de Naturstoff)].

^yLectura realizada en metanol.

^wCada valor representa la media de tres cromatogramas ± error estándar.

^vGlucósido.

^dDerivado.

n. d.: No determinado o no detectado; NI: No identificado. U.V.: Luz ultravioleta; s. c.: sin color; BAW: eluyente *n*-butanol-ácido acético-agua (v:v:v); HOAc 2 %: eluyente éter de petróleo-acetona.

visible y ultravioleta más reactivo de NA (Figura 3) correspondientes a los flavonoles (Markham, 1989). El reactivo de NA origina una coloración naranja fluorescente lo que está relacionado con la presencia de dos grupos hidroxilo en este anillo (quercetina; Figura 3), que genera una mayor absorción naranja fluorescente; sin embargo, un grupo hidroxilo libre (kaempferol) resulta en fluorescencia amarillo-verde (Wagner y Bladt, 1996).

Los resultados de las dos evaluaciones indican la presencia de derivados del ácido cinámico, catequinas y flavonoles (glucósido de quercetina) en la pulpa del zapote mamey. Se ha reportado que en la familia Sapotaceae los fenoles que se presentan son proantocianidinas, flavonoles pero no se indica el órgano de la planta analizado (Watson y Dallawitz, 1999). Se ha determinado la presencia de miricetina, ácido gálico, delfinidina y cianidina en extractos hidrolizados de hojas del zapote mamey (Waterman y Mahamoud, 1991).

Se ha indicado que la concentración relativa de compuestos fenólicos en frutos son ácidos cinámicos > catequinas ≅ leucoantocianidinas (flavan- 3, 4, dioles) > flavonoles (Pratt y Hudson, 1990). Aunque no se cuantificaron las concentraciones individuales de los fenoles identificados en el presente trabajo, en número de manchas indica una tendencia similar de ácidos cinámicos > catequinas > flavonoles (Cuadros 3 y 4). En frutos de chicozapote (*Achras zapota*) y *Synsepalum dulcificum*, ambos de la familia Sapotaceae, se ha reportado la presencia de catequina, epicatequina, ácido gálico y glucósidos de quercetina, kaempferol y miricetina, respectivamente (Macheix *et al.*, 1990). Lo anterior concuerda parcialmente con nuestros resultados.

El fruto de zapote mamey presenta oscurecimiento de la pulpa durante la maduración o cuando se expone la pulpa al aire, los compuestos fenólicos actúan como sustratos de polifenol oxidasas y peroxidasas (Robards, 1999). Es probable que algunos de los compuestos detectados (derivados del ácido cinámico) sirvan como sustratos para este oscurecimiento. Se indica que los sustratos más comunes para polifenol oxidasas son: catecol, 4-metil catecol, ácido clorogénico y catequinas (Walker, 1995). Es necesario comparar posteriormente las manchas aisladas con estándares para poder determinar que compuestos pueden servir como sustratos para el oscurecimiento.

El flavonol (glucósido de quercetina) es el de mayor concentración en la pulpa de los frutos de zapote mamey, esto debido a la gran intensidad de la mancha observada durante las dos evaluaciones (Figura 2 y 3): posteriormente sería importante evaluar la concentración de este glucósido, mediante técnicas más sofisticadas como cromatografía líquida de alta resolución. La química básica de los flavonoides hace que sean buenos antioxidantes, aunque este aspecto es generalmente discutida con relación a su función en humanos y otros animales, pero no existe duda que esto pueda ser relevante en las plantas mismas (Parr y Bolwell, 2000). Por lo tanto, de igual forma que para los carotenoides, es necesario evaluar el efecto de las concentraciones de los flavonoides en diferentes desórdenes del fruto de zapote mamey (ej. daño por frío, oscurecimiento, etc.).

Una hipótesis que ha avanzado es que la protección contra enfermedades en humanos, tales como cáncer y enfermedades cardiovasculares, se puede atribuir a un gran

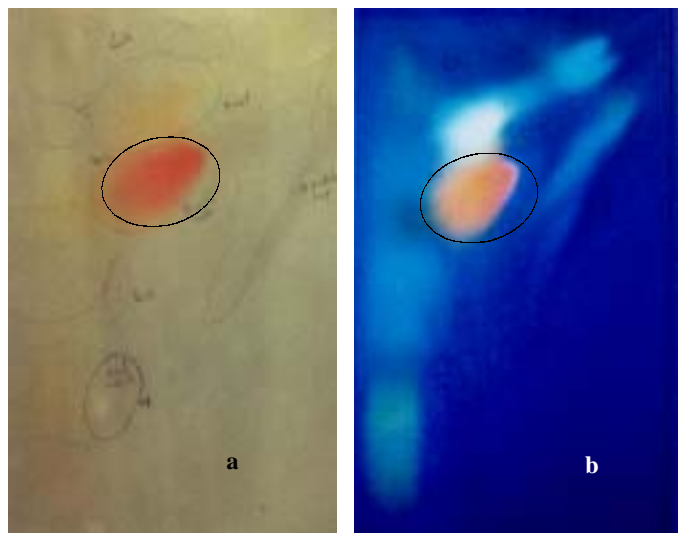


FIGURA 2. Apariencia de cromatogramas de papel de compuestos en (a) luz visible y (b) luz ultravioleta revelado con el reactivo de Naturstoff. El círculo indica la mancha más intensa correspondiente a un flavonol (glucósido de quercetina).

grupo de fitoquímicos antioxidantes denominados flavonoides, presentes en frutos y hortalizas (Prio y Cao, 2000) En los frutos los flavonoides están presentes como glucósidos (unidos a un azúcar); sin embargo, el aglicón es liberado del glucósido en el tracto digestivo por acción de la microflora. Los conjugados de quercetina contribuyen mucho a la actividad antioxidante *in vivo* de quercetina proveniente de alimentos vegetales (Terao, 1999).

CONCLUSIONES

Los análisis cromatográficos detectaron la presencia de β -caroteno, el de mayor concentración de los carotenoides, además de α y ζ -carotenoides. En cuanto a fenoles se detectó flavonoles (glucósido de quercetina) como el de mayor intensidad al observarse en luz ultravioleta y al aplicar los agentes cromogénicos, también se detectó la presencia de derivados del ácido cinámico y catequinas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a POMEP (UAEMOR-PTC-90) por el apoyo al presente estudio.

LITERATURA CITADA

ALIA-TEJACAL I.; COLINAS-LEÓN, M. T.; MARTÍNEZ-DAMIAN M. T.; SOTO-HERNANDEZ, R. M. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & stearn) durante poscosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 8(2): 263-281.

- ASTORG, P. 1997. Food carotenoids and cancer prevention: An overview of current research. Trends Food Sci. Tech. 8: 406-413
- CAMPBELLI, J. C. F.; ZILL, G.; MAHADEEM, H. 1997. New mamey sapote cultivars from tropical America. Proc. Inter. Soc. Trop. Hort. 41: 219 -222.
- CHYTILL, F. 1999. Vitamin A: not for vision only. British Journal of Nutrition 82: 161-162.
- DE RITTER, E.; PURCELL, A. E. 1981. Carotenoids analytical methods, pp. 815-923. *In: Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors.* BAUERNFEIND J. C. (ed.). Academic Press. Gainesville, Fla. USA.
- GRAYER, R. J. 1989. Flavonoids, pp: 283-323 *In: Methods in Plant Biochemistry.* HARBORNE, J. B. (ed.). Academic Press. London, UK.
- GROSS, J. 1987. Pigments in fruits. Academic Press. Orlando, Florida, USA. 303 p.
- HARBORNE, J. B. 1989. Procedures and measurement of total phenolics, pp. 1-28. *In: Methods in Plant Biochemistry.* HARBORNE, J. B. (ed.). Academic Press. London, UK.
- HIERMANN, A.; BUCAR, F. 1994. Diphenyltin dichloride as a chromogenic reagent for the detection of flavonoids on thin layer plates. Journal of Chromatography 675: 276-281.
- IKAN, R. 1991. Natural Products: A Laboratory Guide. Academic Press. New York, USA. 360 p.
- KLEIN, B. P.; KURILICH, A. C. 2000. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. HortScience. 35: 580-584
- KURILICH, A. C.; TSAU, G. J.; BROWN, A.; HOWARD, L.; KLEIN, B. P.; JEFFERY, E. H.; KUSHAD, M.; WALLING, M. A.; JUVIK, J. A. 1999. Carotene, tocopherol and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleraceae*. Journal Agric. Food Chem. 47: 1576-1581.
- MACHEIX, J. J., FLEURIET, A.; BILLOT, J. 1990. Fruit Phenolics. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 378 p.
- MARKHAM, K. R. 1989. Flavones, flavonols and their glycosides, pp. 197-235. *In: Methods in plant biochemistry.* HARBORNE, J. B. (ed.). Academic Press. London, UK.
- PARR, A. J.; BOLWELL, P. G. 2000. Phenols in the plant and in man: the potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying phenols content or profile. Journal of Sci. Agric. 80: 985-1012.
- PENNINGTON, T. D.; SARUKHÁN, J. 1998. Árboles tropicales de México: Manual para la Identificación de las Principales Especies. Universidad Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. D. F., México. 518 p.
- PRATT, D. E.; HUDSON, B. J. F. 1990. Natural antioxidants not exploited commercially, pp. 171-191. *In: Food Antioxidants* HUDSON, B. J. F. (ed.). Elsevier. Amsterdam, Netherlands.
- PRIOR, R. L.; CAO, G. 2000. Antioxidants phytochemical in fruit and vegetables: diet and health implications. HortScience 35: 588-592
- RAMÍREZ-MARTÍNEZ, J. R.; LUH B. S. 1973. Phenolics compounds in frozen avocados. Journal Sci. Food Agric. 24, 219-225
- RICE-EVANS, C.; MILLER, N. J. 1995. Antioxidants-the case for fruit and vegetables in the diet. British Food Journal 97: 35-40.
- ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. 1999. Phenolic compounds and their role in oxidative processes. Food Chem. 66: 401-436
- SCHULZ, S. E.; RODRÍGUEZ, N. 1998. Polifenoles en cultivos y su importancia. Composición fenólica de semillas de cacao

- (*Theobroma cacao* L.). *Revista Alcance* 53.
- STARVIC, B. 1997. Antioxidants, pp: 53-88. *In: Functionality of Food Phytochemicals*. JOHNS, T.; ROMEO, J. T. (eds.). Plenum Press. New York, USA.
- TERAO, J. 1999. Chemoprotective agents in foods. pp: 255-281. *In: Antioxidants Food Supplements in Human Health*. PACKER, L.; HIRAMATSU, M.; YOSHIKAWA, T. (eds.). Academic Press. USA.
- WAGNER, H.; BLADT, S. 1996. *Plant Drug Analysis A Thin Layer Chromatography Atlas*. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 384 p.
- WALKER, J. R. L. 1995. Enzymatic browning in fruits: its biochemistry and control. pp: 8-22. *In: Enzymatic Browning and its Prevention*. LEE, C. L.; WHITAKER, J. R. (eds.). ACS. Washington, D.C., USA.
- WATERMAN, P. G.; MAHAMOHUD, E. N. 1991. pp: 51-74. *In: The Genera Sapotaceae*. PENNINGTON, T. D. (ed.). Royal Botanic Garden, Kew, UK. 295 p.
- WATERMAN, P. G.; MOLE, S. 1994. *Analysis of Phenolic Plant Metabolites*. Blackwell, Oxford, UK. 238 p.
- WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. 1999. *The families of flowering plants: Descriptions, Illustrations, Identification and Information Retrieval*. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>.