

## **CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES EN PURÉS DE ACEROLA, MANGO Y ACEROLA-MANGO**

*Jorge A. Pino\*, Lismary Más-Rodríguez e Isora Iglesia-Enríquez*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, CP 19200, Cuba.*

*E-mail: jpino@iiaa.edu.cu*

### **RESUMEN**

Los compuestos volátiles de purés de acerola, mango y acerola-mango fueron aislados por microextracción en fase sólida y analizados por cromatografía de gases-espectrometría de masas, en total, 78, 112 y 117 compuestos en los purés de acerola, mango y acerola-mango, respectivamente. Los constituyentes mayoritarios del puré de acerola fueron el 2-furfural (13,7 %); 3-metil-3-buten-1-ol (10,8 %); ácido hexanoico (6,4 %) y 3-metilbutanal (5,6 %). En el puré de mango fueron mayoritarios el  $\alpha$ -3-careno (51,3 %); terpinoleno (5,2 %) y 2-furfural (5,0 %). En el puré de acerola-mango fueron predominantes el  $\alpha$ -3-careno (47,6 %) y 2-furfural (5,7 %).

**Palabras clave:** compuestos volátiles, purés, acerola, mango, acerola-mango.

### **ABSTRACT**

#### **Characterization of volatile compounds in acerola, mango and acerola-mango puree for infants**

Volatile components were isolated from acerola, mango and acerola-mango purees for infants by solid phase-microextraction and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. In total, 78, 112 y 117 compounds were found in acerola, mango and acerola-mango purees, respectively. Major constituents in acerola puree were 2-furfural (13.7 %), 3-methyl-3-buten-1-ol (10.8 %), hexanoic acid (6.4 %) and 3-methylbutanal (5.6 %). In mango puree were predominant:  $\alpha$ -3-carene (51.3 %), terpinolene (5.2 %) and 2-furfural (5.0 %). Major compounds in acerola-mango puree were  $\alpha$ -3-carene (47.6 %) and 2-furfural (5.7 %).

**Keywords:** volatile compounds, puree for infants, acerola, mango, acerola-mango.

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, se consideran relevantes las características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de los alimentos por contribuir directamente al bienestar y calidad de vida de las personas. Se han encontrado diversidad de compuestos con capacidad antioxidante en los derivados de frutas, que, al ser consumidos en forma regular, influyen en uno o más procesos fisiológicos según sea su interacción con otros constituyentes (1).

En Cuba existe la tendencia de elaborar productos a base de frutas con el empleo de pulpas importadas, las cuales han sido sometidas a tratamiento previo a la importación; también se pone en práctica la adición de sustancias sintéticas a estos alimentos, cuyo objetivo es elevar el contenido de nutrientes, inhibir la actividad bacteriana o extender su vida de anaquel.

---

*\*Jorge A. Pino Alea: Licenciado en Química (Universidad de La Habana, 1975). Investigador Titular y miembro de la Academia de Ciencias de Cuba. Doctor en Ciencias Técnicas (Centro Nacional de Investigaciones Científicas, 1980) y Doctor en Ciencias (Instituto de Farmacia y Alimentos, 2011). Desarrolla sus investigaciones principalmente en la química analítica y tecnología de aromas de los alimentos y aceites esenciales.*

Dichos productos pueden afectar la salud de los consumidores, sobre todo de los niños cuyo organismo es muy susceptible. Por tanto, se deben buscar alternativas para obtener productos naturales sin la adición de químicos, que sean inocuos, beneficiosos para la salud y capaces de saciar el gusto y las necesidades nutricionales de los niños.

El mango (*Mangifera indica* L.) y acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), así como su combinación, son excelentes candidatos para la elaboración de purés debido al alto contenido en vitamina C y exquisito sabor. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar los compuestos volátiles presentes en los tres tipos de purés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los mangos (cultivar Keitt) y acerola (mezcla de variedades) provinieron de la Cooperativa Agrícola Héroes de Yaguajay (Jagüey Grande) y del Instituto Tecnológico de Fruticultura Tropical (Alquízar), respectivamente.

Las pulpas fueron elaboradas en una planta piloto perteneciente al Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), a partir de las frutas seleccionadas en buen estado para su empleo e higienizadas en una lavadora de vórtices, a la cual se añadió hipoclorito de sodio (2 ppm) y enjuague con agua potable. Posteriormente, las frutas fueron trituradas por un molino y pasadas por un refinador de malla de 1,2 mm de diámetro, eliminando cáscaras y semillas. Una vez obtenida la pulpa, esta fue pasada a una marmita (tacho) con agitación continua hasta alcanzar aproximadamente los 95 °C durante 10 min a partir de la ebullición. Se procedió a envasar en caliente, en cubetas plásticas polietileno de alta densidad con una capacidad de 20 kg y enfriamiento rápido hasta temperatura ambiente ( $T = 22$  a  $32$  °C y  $HR = 92$  a  $95$  %). Las pulpas se conservaron en cámaras refrigeradas a temperaturas de congelación ( $T = 0$  a  $-2$  °C y  $HR = 70$  a  $80$  %) hasta su empleo.

Para la elaboración de los purés se emplearon las pulpas de mango y acerola previamente elaboradas, azúcar refino (AZCUBA, producción nacional), almidón de maíz (ALMEX, México) y ácido cítrico anhidro (RZBC, JUXIAN, China). Inicialmente se pesaron todas las materias primas a emplear. Se disolvió el

almidón de maíz en el agua para preparar el engrudo, en marmita de acero inoxidable a temperatura moderada y agitación constante con una paleta de acero inoxidable hasta que el almidón comenzó a cristalizar. Se añadió el azúcar y a continuación el ácido cítrico sin dejar de agitar. Se añadió la pulpa (mango, acerola o acerola-mango 1:1 m/m) y se prolongó la agitación hasta obtener una mezcla homogénea durante 10 a 15 min, la cual fue pasada luego por un homogeneizador. La mezcla se trasvasó nuevamente al tacho, dejándola calentar hasta 95 a 100 °C; después que comenzó a ebullición se dejó 15 min más. Se envasó en caliente en frascos de cristal de 250 mL, los cuales fueron esterilizados a 90 °C por 30 min y enfriados hasta alcanzar los 35 a 40 °C. Los productos fueron almacenados a temperatura ambiente.

Los compuestos volátiles fueron aislados por microextracción en fase sólida (SPME) a partir de los néctares. Se utilizó una fibra de 50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS (Supelco, Park, Bellefonte, Pa.). La fibra fue acondicionada previo al análisis e inmediatamente usada después del acondicionamiento. La extracción se hizo a 40 °C con 7 g de puré y 1 g de NaCl en un vial de 15 mL sellado con una membrana de PTFE. La agitación magnética se mantuvo a 600  $\text{min}^{-1}$ . Los tiempos de pre-extracción y extracción fueron 10 y 30 min, respectivamente. Los análisis se hicieron por duplicado. Estas condiciones experimentales fueron seleccionadas de acuerdo con reportes anteriores (2, 3).

El análisis de los compuestos adsorbidos en la fibra se hizo por cromatografía de gases con detector selectivo de masas (GC-MS) en un equipo QP-2010 Ultra (Shimadzu, Japón) con una columna capilar de 30 m x 0,25 mm i.d. x 0,25  $\mu\text{m}$  del tipo DB-5ms (J & W Scientific, Folsom, CA, EE. UU.). El programa de temperatura fue 50 °C por 2 min, incremento hasta 250 °C a 4 °C/min e isotérmico final por 8 min. El flujo del gas portador helio fue 1 mL/min. El inyector se mantuvo a 250 °C y la inyección se hizo en modo *splitless* por 2 min. La espectrometría de masas se hizo por impacto electrónico a 70 eV y la fuente iónica e interfase se mantuvieron a 250 °C. La adquisición se hizo en modo *scan* en el rango de  $m/z$  35 a 400.

Los compuestos fueron identificados mediante comparación de sus espectros de masas con los de bases comerciales (NIST 05, Wiley 6, NBS 75 k y Adams 2001)

y la base propia Flavorlib, así como por comparación de sus índices de retención lineales con sustancias patrones o datos publicados (4).

La cuantificación de los compuestos se hizo por normalización interna a partir de las áreas de los picos cromatográficos y los resultados se expresaron como porcentaje de área del cromatograma. Al ser los purés productos similares, se despreció el posible efecto matriz entre las muestras y por tanto son comparables las áreas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, 129 compuestos volátiles fueron identificados en las tres muestras, correspondiendo 78, 112 y 117 compuestos en los purés de acerola, mango y acerola-mango, respectivamente (Tabla 1). La mayoría de los constituyentes volátiles identificados han sido reportados antes en los estudios de las frutas de acerola (5) y mango (6, 7).

Cualitativamente, se encuentran presentes casi todas las funciones químicas orgánicas conocidas: ésteres, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, furanos, compuestos azufrados e hidrocarburos. De acuerdo con el grado de insaturación, hay representantes alifáticos e insaturados, dentro de estos últimos se encontraron muchos compuestos terpénicos volátiles.

Los constituyentes mayoritarios, considerando aquellos con más de 5 % de área cromatográfica, del puré de acerola-mango fueron el  $\alpha$ -3-careno (47,6 %) y 2-furfural (5,7 %). Por su parte, en el puré de acerola fueron mayoritarios el 2-furfural (13,7 %); 3-metil-3-buten-1-ol (10,8 %); ácido hexanoico (6,4 %) y 3-metilbutanal (5,6 %); mientras que en el puré de mango fueron predominantes el  $\alpha$ -3-careno (51,3 %); terpinoleno (5,2 %) y 2-furfural (5,0 %).

La presencia mayoritaria de 2-furfural puede ser explicada por la degradación parcial del ácido ascórbico de las pulpas. Es conocido que el calentamiento bajo condiciones ácidas, tales como la pasteurización, genera un gran número de compuestos furánicos y piránicos, algunos de los cuales aparecen en la Tabla 1. La formación de ellos puede ser explicada por la enolización y deshidratación de los carbohidratos (8).

Resulta interesante señalar que la alta proporción del hidrocarburo monoterpénico  $\alpha$ -3-careno es característico de la var. Keitt usada en este trabajo (6).

En general, el perfil de compuestos volátiles del puré de acerola-mango responde a los compuestos predominantes del mango (6, 7), debido a que el mango es mucho más aromático que la acerola.

En el aroma y sabor de las frutas y sus productos, como sucede con todos los alimentos, la importancia sensorial de los compuestos volátiles está en dependencia de su estructura química y en que sobrepasen sus concentraciones umbrales (concentración mínima para que una sustancia sea sensorialmente detectada). Estudios de este tipo no se han realizado con suficiente profundidad en la acerola, pero el 3-metil-3-buten-1-ol y sus ésteres se señalaron como contribuyentes potenciales al aroma y sabor de la acerola (5). Este alcohol insaturado y algunos de sus ésteres están presentes en los purés de acerola, así como mango y acerola.

Por otro lado, en el aroma y sabor del mango se han reportado resultados que señalan como odorantes importantes a la (*E*)- $\beta$ -damascenona, 2-metilpropanoato de etilo, butanoato de etilo, (*E*)- $\beta$ -ionona, decanal,  $\alpha$ -3-careno,  $\beta$ -cariofileno, 2-metilbutanoato de etilo, limoneno, mirceno, linalol, nonanal y hexanal (9, 10). Todos estos compuestos están en el puré de mango y acerola, por lo que es de esperar que el aroma del mango se destaque en el nuevo producto.

La determinación de la importancia sensorial de los compuestos identificados será objeto de estudios posteriores.

## CONCLUSIONES

El perfil de aroma de los purés se caracterizó por una alta complejidad que es representativa de los compuestos volátiles que contribuyen al aroma del mango y la acerola. Los constituyentes mayoritarios del puré de acerola fueron el 2-furfural, 3-metil-3-buten-1-ol, ácido hexanoico y 3-metilbutanal, mientras que en el puré de mango fueron mayoritarios el  $\alpha$ -3-careno, terpinoleno y 2-furfural. En el puré de acerola-mango fueron predominantes el  $\alpha$ -3-careno y 2-furfural.

**Tabla 1. Compuestos volátiles identificados en los purés (%)**

Compuesto	Acerola	Mango	Acerola-mango
ácido acético	3,9	2,5	3,7
3-metilbutanal	5,6	1,2	1,3
2-metilbutanal	nd	0,3	1,0
1-hidroxi-2-propanona	1,4	nd	0,9
2-pentanona	nd	t	t
2,3-pentanodiona	t	0,2	0,5
pentanal	0,9	nd	t
acetato de propilo	nd	t	nd
propanoato de etilo	nd	t	t
3-hidroxi-2-butanona	t	0,2	t
butanoato de metilo	nd	nd	nd
3-metil-3-buten-1-ol	10,8	0,1	1,3
3-metilbutan-1-ol	t	nd	0,4
disulfuro de dimetilo	t	0,3	t
3-metiltiofeno	t	t	0,5
2-metilpropanoato de etilo	t	0,1	t
hexan-2-ona	nd	t	nd
hexanal	1,5	t	0,8
butanoato de etilo	t	4,5	0,6
ácido butanoico	nd	t	t
2-furfural	13,7	5,0	5,7
(Z)-crotonato de etilo	nd	2,1	t
2-metilbutanoato de etilo	nd	t	nd
(E)-crotonato de etilo	nd	1,9	0,5
3-metilbutanoato de etilo	nd	t	nd
(Z)-3-hexenol	1,8	nd	1,6
<i>p</i> -xileno	nd	0,2	nd
hexan-1-ol	1,3	nd	0,5
acetato de 3-metilbutilo	nd	t	t
acetato de 2-metilbutilo	nd	t	nd
acetato de 3-metil-3-buten-1-ilo	t	t	t
heptan-2-ona	nd	t	t
butanoato de propilo	nd	0,2	nd
heptanal	t	0,3	0,7
$\gamma$ -butirolactona	t	0,2	t
2(5 <i>H</i> )-furanona	1,8	t	2,2
$\alpha$ -pineno	nd	0,6	t
$\alpha$ -fencheno	nd	nd	0,3
benzaldehído	t	0,1	0,3
5-metil-2-furfural	t	t	nd
trisulfuro de dimetilo	t	nd	t
$\beta$ -pineno	nd	t	nd
1-octen-3-ol	t	t	t

**Tabla 1 (cont.)**

Compuesto	Acerola	Mango	Acerola-mango
6-metil-5-hepten-2-ona	t	t	t
mirreno	nd	2,6	3,0
butanoato de butilo	nd	0,3	nd
hexanoato de etilo	nd	0,5	0,5
octanal	t	0,4	1,1
ácido hexanoico	6,4	t	1,2
$\alpha$ -felandreno	nd	0,7	0,4
$\delta$ -3-careno	3,6	51,3	47,6
$\alpha$ -terpineno	nd	0,4	0,3
<i>p</i> -cimeno	t	0,3	t
limoneno	t	3,0	2,4
2-etilhexan-1-ol	3,0	nd	t
fenilacetaldehído	t	t	t
salicilaldehído	t	t	t
2-furoato de etilo	t	nd	t
4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2 <i>H</i> )-furanona	t	t	t
butanoato de 3-metilbutilo	nd	0,3	t
$\gamma$ -terpineno	nd	0,1	t
acetofenona	t	t	t
octan-1-ol	t	t	0,6
<i>cis</i> -óxido de linalol (forma furanoide)	t	t	t
hexanoato de alilo	t	t	t
terpinoleno	nd	5,2	2,8
<i>p</i> -cimeneno	nd	t	t
linalol	t	t	t
nonanal	1,6	0,3	0,8
2-feniletanol	t	nd	t
maltol	t	t	t
<i>p</i> -1,3,8-mentatrieno	nd	t	t
<i>endo</i> -fenchol	nd	t	t
<i>cis-p</i> -2-menten-1-ol	nd	t	t
ácido 2-etilhexanoico	t	nd	t
3-hidroxihexanoato de etilo	nd	t	t
terpinen-1-ol	nd	t	t
fenilacetnitrilo	nd	t	t
2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4 <i>H</i> -piran-4-ona	1,8	t	t
( <i>Z</i> )-3-nonen-1-ol	nd	t	t
<i>p</i> -menta-1,5-dien-8-ol	nd	0,4	t
benzoato de etilo	nd	t	t
terpinen-4-ol	t	t	t
succinato de dietilo	nd	nd	t
ácido octanoico	t	t	0,4
ácido benzoico	t	nd	t
$\alpha$ -terpineol	t	0,1	0,3

**Tabla 1 (cont.)**

Compuesto	Acerola	Mango	Acerola-mango
butanoato de hexilo	nd	nd	t
octanoato de etilo	t	0,1	t
decanal	1,4	0,2	t
$\alpha$ -ioneno	1,6	t	t
5-hidroximetilfurfural	1,6	0,2	t
nonanoato de metilo	t	t	t
hexanoato de 3-metilbutilo	t	t	t
acetato de 2-feniletilo	nd	t	0,4
hexanoato de 3-metil-2-butenilo	1,1	t	t
safrol	t	t	t
ácido nonanoico	t	t	t
megastigma-4,6( <i>E</i> ),8( <i>E</i> )-trieno	0,8	nd	0,3
undecanal	nd	t	t
hexanoato de ( <i>Z</i> )-3-hexenilo	t	nd	t
hexanoato de hexilo	nd	t	t
( <i>E</i> )- $\beta$ -damascenona	t	t	t
ácido decanoico	1,2	t	0,4
decanoato de etilo	nd	t	t
dodecanal	t	t	t
$\alpha$ -gurjuneno	nd	t	t
( <i>E</i> )- $\beta$ -damascona	t	nd	t
$\beta$ -cariofileno	0,9	1,1	1,9
<i>trans</i> - $\alpha$ -bergamoteno	1,1	nd	t
acetato de ( <i>E</i> )-cinamilo	nd	t	t
$\alpha$ -humuleno	nd	0,8	1,5
geranil acetona	t	t	t
germacreno D	nd	t	t
( <i>E</i> )- $\beta$ -ionona	t	t	t
viridifloreno	nd	t	t
$\gamma$ -cadineno	nd	t	t
( <i>Z</i> )- $\gamma$ -bisaboleno	t	t	t
ácido dodecanoico	3,6	0,9	1,0
dodecanoato de etilo	nd	t	t
tetradecanal	t	t	t
ácido tridecanoico	t	0,1	t
ácido tetradecanoico	5,1	3,8	3,2
tetradecanoato de etilo	nd	t	t
acetato de ( <i>Z,E</i> )-farnesilo	1,6	0,5	0,5
ácido pentadecanoico	6,4	2,0	1,7
ácido ( <i>Z</i> )-9-hexadecenoico	5,8	2,9	3,3
ácido hexadecanoico	5,5	1,1	1,3

t: traza (<0,1 %). nd: no detectado.

## REFERENCIAS

1. Terpinic P, Abramovic H. Kinetic approach for evaluation of the antioxidant activity of selected phenolic acids. *Food Chem* 2010; 121(2):366-71.
2. Pino J, Bent L. Odour-active compounds in guava (*Psidium guajava* L. cv. Red Suprema). *J Sci Food Agric* 2013; 93:3114-20.
3. Pino J, Roncal E. Characterisation of odour-active compounds in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit. *Flavour Fragr J* 2016; 31:143-8.
4. Adams RP. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream, IL: Allured Publishing Co.; 2001.
5. Pino J, Marbot R. Volatile flavor constituents of acerola (*Malphigia emarginata* DC.) fruit. *J Agric Food Chem* 2001; 49:5880-2.
6. Pino J, Mesa J, Muñoz Y, Martí MP, Marbot R. Volatile components from mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *J Agric Food Chem* 2005; 53:2213-23.
7. Quijano CE, Salamanca G, Pino J. Aroma volatile constituents of Colombian varieties of mango (*Mangifera indica* L.). *Flav Fragr J* 2007; 22(5):401-6.
8. Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2009, p. 264.
9. Pino J, Mesa J. Contribution of volatile compounds to mango (*Mangifera indica* L.) aroma. *Flav Fragr J* 2006; 21(1):214-21.
10. Pino J. Odour-active compounds in mango (*Mangifera indica* L. cv. Corazón). *Int J Food Sci Technol* 2012; 47:1944-50.