

CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE EL AROMA DE LA PAPAYA

Jorge A. Pino

*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

Este trabajo presenta una visión general de los aspectos fundamentales relacionados con los compuestos volátiles que influyen en el aroma y sabor de la papaya. Utilizando diferentes técnicas analíticas, los compuestos volátiles se han analizado en conjunción principalmente con cromatografía de gases-espectrometría de masas. En la fruta, se han reportado más de 380 compuestos volátiles, pero solo algunos de estos volátiles se consideran contribuyentes importantes al sabor. Veinticinco constituyentes se consideraron como compuestos activos del olor, de los cuales el butanoato de etilo, isotiocianato de bencilo, 1-hexen-3-ona, (*E*)- β -ionona y benzoato de metilo son los más importantes. **Palabras clave:** papaya, *Carica papaya*, compuestos volátiles, aroma, sabor.

ABSTRACT

Knowledge about the volatile constituents influencing papaya flavor

This work presents an overview on fundamental aspects related to the volatile compounds influencing papaya flavor. Using different analytical techniques, the volatile compounds have been analyzed in conjunction mainly with gas chromatography-mass spectrometry. In the fruit, more than 380 volatile compounds have been reported, but only few of these volatiles are considered important contributors to the flavor. Twenty-five constituents were considered as active odor compounds, of which ethyl butanoate, benzyl isothiocyanate, 1-hexene-3-one, (*E*)- β -ionone and methyl benzoate are the most important.

Keywords: papaya, *Carica papaya*, volatile compounds, flavor.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta nativa de América tropical, pero actualmente está diseminada a lo largo de las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Es una fruta muy popular para los consumidores, apreciada por su alto contenido de azúcares, vitamina C y carotenoides, así como por su sabor agradable (1). Las frutas maduras en el campo son mejores para el consumo inmediato y solo es necesario quitar la cáscara; mientras que el resto se procesa industrialmente como confituras, mermelada, jalea y néctares.

La primera mención de la existencia de la planta de la papaya se registró en 1535 por el autor español G. H. de Oviedo, en su libro, «La historia natural de las Indias» en el cual informó al rey de España del descubrimiento de papayas que crecen entre el sur de México y el norte de Nicaragua. Se cree que de esta región

***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 alimentos y aceites esenciales.

fueron tomadas las primeras semillas y extendieron a Panamá, Santo Domingo, ciertas islas caribeñas y parte de América del Sur (2).

Algunos autores apoyan la creencia de que esta especie se originó en el sur de México y Nicaragua (3), mientras otros sugieren un origen relacionado al noroeste de América del Sur (4). Después del descubrimiento del Nuevo Mundo, la planta de papaya se extendió ampliamente a lo largo de las regiones tropicales. La papaya es cultivada en casi todos los países del América tropical (Central y del Sur y en el estado americano de Hawái). También se cultiva extensivamente en la India, Sri Lanka, otros países asiáticos, así como en las Antillas y África tropical (3).

La papaya es una baya larga, de varios tamaños, con una piel delgada lisa y un color verdoso-amarillo. Su pulpa es espesa, con un color de amarillo a rojo y posee un sabor agradable y dulce (5). Esta especie requiere temperaturas de cultivo entre 21 y 33 °C y no tolera el clima frío (5-7), mientras que períodos prolongados de seca reducen el rendimiento de la cosecha (8).

La producción mundial de papaya ha aumentado dramáticamente durante las últimas décadas, principalmente en América. En la actualidad, Brasil se destaca como el productor más grande, con el 25 % de la demanda mundial, seguido por México (14 %), Nigeria (11 %), India e Indonesia con 10 %. Otros productores de papaya que incrementan su producción son Venezuela, China, Perú, Congo y Etiopía; sin embargo, en la actualidad estos últimos solamente contribuyen en menos de 3 % del suministro mundial (9, 10).

El cultivo de la papaya se ha hecho una opción excelente de una perspectiva socioeconómica en los países que la producen, su calidad está sujeta a las condiciones y prácticas adoptadas durante la comercialización (11, 12). La papaya es una fruta climatérica con un incremento típico en la respiración debido a la producción de etileno durante la maduración. Este incremento de etileno causa varios cambios en los atributos sensoriales, como la firmeza de la pulpa, color y sabor. Además, el número de compuestos beneficiosos a los seres humanos, como los carotenoides, puede afectarse adversamente por el suplemento o falta de etileno (13). La papaya, como muchas frutas climatéricas sufre una variedad de cambios físicos y químicos después de la cosecha. En primer lugar, la fase de madurez determina

la calidad final de la fruta. Los desórdenes fisiológicos pueden causar restricciones a veces contra la exportación de la fruta fresca y pérdida de producción que tiene un impacto financiero negativo a lo largo de la cadena de producción de la papaya (14).

Muchos cultivares de papaya son cultivados en varias partes del mundo y se conoce que varían notablemente sus características de sabor. Los cultivares 'Solo' y 'Taiwán' son comunes en Brasil (15), 'Maradol' (también conocida como 'Maradol Roja') en Cuba, México y Colombia (16), 'Sekaki' (también conocida como 'Hong Kong') y 'Eksotika' en Malasia, y 'Khack Dum' cultivado en Tailandia (3).

La investigación analítica de los compuestos del aroma de la papaya se ha llevado a cabo durante 40 años y estos estudios se han discutido y revisado por diferentes autores (17-22). Como resultado, se han identificado varios centenares de constituyentes volátiles en la fruta fresca; sin embargo, sólo se han reconocido un limitado número de ellos como importantes contribuyentes del aroma y sabor de la papaya (23).

En este trabajo se revisa el estado del arte sobre la composición volátil de la fruta y su influencia en el sabor de la papaya. Se ha recopilado información de todos aquellos trabajos que han determinado, por alguna vía, la influencia de los compuestos volátiles identificados en el aroma y sabor.

Componentes que influyen en el aroma y sabor de la papaya

El aroma y sabor consisten principalmente en compuestos volátiles lipofílicos, pero estructuras químicas no volátiles también juegan una parte importante de la sensación general. Como se ha encontrado para muchas otras frutas, el aroma y sabor de la papaya es una combinación de compuestos volátiles percibidos por el sistema olfativo humano y componentes no volátiles (principalmente azúcares y ácidos) reconocidos por sensores de la lengua. De hecho, el sabor es una combinación de ambos, sabor y olor (24).

La evaluación olfativa por expertos de muestras de pulpa de frutas maduras e inmaduras mostró que la fruta madura tiene notas frutales exóticas (papaya, albaricoque, plátano y piña) con notas florales laterales, mientras que la fruta verde se describió como fruta

exótica (papaya, albaricoque, notas de plátano y piña) algo de fruta más débil que la fruta madura, notas florales y verdes en el fondo, aroma amargo picante (25). En general, la pulpa de la papaya madura es de color anaranjado pálido con un sabor dulce.

El aroma y sabor de la papaya madura es una mezcla de muchos componentes volátiles y no volátiles, presente en pequeñas cantidades y en mezclas complejas. Varios de estos compuestos han sido identificados e informados por varios autores a partir de fruta fresca y productos procesados. Sin embargo, la comparación entre estos resultados informados es difícil, ya que se han utilizado diferentes cultivares, los resultados se dan en diferentes unidades y bases, y las técnicas de aislamiento varían entre los estudios. Hay más de 380 compuestos identificados que incluyen hidrocarburos, ésteres, lactonas, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, furanos, fenoles, óxidos, compuestos S y N, pero cualitativa y cuantitativamente, los más importantes son ésteres y terpenos (23).

Numerosas publicaciones han investigado acerca de la identificación de componentes volátiles en la papaya, pero solo algunos estudios han realizado esfuerzos para evaluar la contribución del aroma de estos compuestos volátiles.

Es importante identificar los compuestos traza que contribuyen significativamente al aroma de los alimentos. Para este fin, es necesario utilizar métodos apropiados de aislamiento e identificación para la detección de constituyentes contribuyentes de olores en combinación con la evaluación sensorial de la fruta y sus componentes individuales.

Se ha demostrado para un número considerable de productos alimenticios que todos los compuestos volátiles presentes no son capaces de interactuar con los receptores olfativos humanos. En cambio, solo un número pequeño de los denominados odorantes claves son obviamente detectados por los receptores del olor y, en consecuencia, participan en la creación de la impresión de aroma respectiva en el cerebro (26).

Un enfoque bien aceptado para separar los compuestos volátiles activos de olores de la mayoría de los volátiles inodoros es la GC-Olfatometría (GC-O) en diluciones en serie de los destilados de aroma, como, por ejemplo, el análisis de dilución de extracto de aroma (AEDA).

Las técnicas de umbral de olor a base de dilución, como AEDA, son métodos útiles para el análisis de los odorantes importantes en productos alimenticios, pero estos métodos no permiten un estudio sobre la influencia de la matriz alimentaria en la unión de los odorantes ni sobre las interacciones de odorantes en la impresión general de olor. Estas limitaciones se resuelven cuando las concentraciones de los odorantes individuales se correlacionan con los respectivos umbrales de olor usando el concepto de valor de actividad del olor (OAV) (26).

La primera aplicación de la evaluación del olor a los volátiles de la papaya se realizó en frutas cultivadas en Sri Lanka, que tienen una nota pronunciada y sudorosa al aroma (27). La calidad percibida del olor del butanoato de metilo sugiere que este éster es principalmente, si no exclusivamente, responsable del olor característico de la fruta de Sri Lanka. Otro aldehído, 2-metilbutanal, también podría contribuir en cierto modo a ese olor (27).

El enfoque GC-O se usó en la evaluación de los compuestos volátiles aislados del cv. Maradol Roja, donde se encontró que los ésteres de ácidos de cadena corta contribuyen al aroma de la fruta (28).

Con el uso de la misma técnica analítica, se analizó el perfil volátil de frutos maduros e inmaduros cultivados en Camerún (25) y se determinó una combinación de alta concentración de linalol, alcoholes y ésteres de cadena corta (olor afrutado exótico y floral también se conoce del linalol y sus derivados), más algunos compuestos C6 (p. ej., (*E*)-3-hexen-1-ol) en cantidades medias o bajas (notas verdes de fruta verde), mientras que una impresión de olor picante agrio se encuentra en la fruta no madura, esto se debe a isotiocianato de bencilo (aroma de aceite de mostaza) en grandes cantidades. El aroma del isotiocianato de bencilo diluido se describió como afrutado y parecido a la papaya (29).

Los constituyentes volátiles de cuatro cultivares de papaya de Indonesia y uno de Brasil se analizaron mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y GC-O, se encontró que los odorantes de impacto de carácter eran hexanal (herbáceo), (*Z*)-2-penten-1-ol (química), nonanal (herbácea), (*Z*)-óxido de linalol (floral), linalol (floral), sulfóxido de dimetilo (dulce), ácido butanoico (apestoso), verbenona (florado), butanoato de fenilmetilo (dulce, floral), δ -octalactona (floral) e isotiocianato de bencilo (humo) (30).

Recientemente, las investigaciones sobre cv. Maradol Roja demostraron la identidad de olores potentes que son responsables del aroma general de este cultivar mediante la aplicación de AEDA y valores de actividad de olor (30). Veinticinco odorantes fueron considerados compuestos odorantes activos, de los cuales el butanoato de etilo (afrutado), isotiocianato de bencilo (similar a la papaya), 1-hexen-3-ona (herbáceo), (*E*)- β -ionona (leñosa) y el benzoato de metilo (afrutado, dulce) fueron los compuestos con más olor activo (31).

Consideraciones finales

La papaya se cultiva en varios países tropicales del mundo, pero su consumo abarca todo el mundo, donde EE.UU. y Europa constituyen los principales mercados. Las frutas maduras son mejores para comer frescas, pero se pueden preparar muchos productos procesados. Entre sus notables características nutricionales, los contenidos elevados de vitaminas son comúnmente citados, además de ser una excelente fuente de azúcares.

Se han identificado más de 380 componentes volátiles en papayas fresca y procesada. Por lo tanto, el sabor de la papaya consiste en una gran variedad de compuestos volátiles. Entre ellos, veinticinco odorantes se consideran como compuestos activos del olor, de los cuales el butanoato de etilo, isotiocianato de bencilo, 1-hexen-3-ona, (*E*)- β -ionona y benzoato de metilo son los más importantes. Sin embargo, factores tales como la etapa de madurez de la fruta, trastornos fisiológicos, modificaciones genéticas y condiciones de procesamiento, pueden afectar directamente el perfil del aroma y sabor. Por otra parte, la información es escasa sobre su impacto en los compuestos de aroma y cómo cambian durante la acción de estos factores. Los estudios en este tema aún son muy limitados, se deben realizar más esfuerzos no solo para determinar la influencia de estos factores en los compuestos odorantes activos, sino también para estudiar los cambios durante el procesamiento y almacenamiento, así como las prácticas previas y posteriores a la recolección.

REFERENCIAS

1. Bari L, Hassa P, Absar N, Haque ME, Khuda MIIE, Pervin MM, Khatun S, Hossain MI. Nutritional analysis of two local varieties of papaya (*Carica papaya* L.) at different maturation stages. *Pakistan J Biol Sci* 2006; 9:137-40.
2. Lassoudière A. Le papayer: Description e genetique. *Fruits* 1968; 23(11);585-96.
3. Chan YK, Paull RE. Papaya *Carica papaya* L., Caricaceae. En: Janick J, Paull RE, Ed. *Encyclopedia of Fruit and Nuts*, Wallingford, United Kingdom: CABI; 2008. pp. 237-47.
4. Serrano LAL, Cattaneo LF. O Cultivo do Mamoeiro no Brasil. Disponible en: <http://www.todafruta.com.br>. Acceso 18 junio 2018.
5. Crane JH. Papaya growing in the Florida home landscape. IFAS Extension. University of Florida; 2005.
6. Rivera-Pastrana D, Yahia EM, González-Aguilar GA. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and their contents under low temperature storage. *J Sci Food Agric* 2010; 90:2358-65.
7. Fuggate P, Wongs-Aree C, Noichinda S, Kanlayanarat S. Quality and volatile attributes of attached and detached «Pluk Mai Lie» papaya during fruit ripening. *Scientia Hort* 2010; 126:120-9.
8. Almeida FT, Bernardo S, Souza EF, Marin SLD, Grippa S. Growth and yield of papaya under irrigation. *Scientia Agric* 2003; 60(3):419-24.
9. Benassi AC. Informes sobre a produção de mamão. Disponible en: <http://www.todafruta.com.br>. Acceso 18 junio 2018.
10. FAOSTAT. Papayas: U.S. import-eligible countries; world production and exports. Disponible en: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acceso 15 junio 2018.
11. Nunes BN, Cruz AG, Faria JAF, Sant'Ana AS, Silva R, Moura MRL. A survey on the sanitary condition of commercial foods of plant origin sold in Brazil. *Food Control* 2010; 21:50-4.
12. Gonçalves de Olivera J, Vitória AP. Papaya: Nutritional and pharmacological characterization, and quality loss due to physiological disorders. An overview. *Food Res Int* 2011; 44:1306-13.
13. Rossetto MRM, Do Nascimento JRO, Purgatto E, Fabi JP, Lajolo FM, Cordenunsi BR. Benzylglucosinolate, benzylisothiocyanate, and myrosinase activity in papaya fruit during development and ripening. *J Agric Food Chem* 2008; 56:9592-99.
14. Campostrini E, Pommer CV, Yamanishi OK. Environmental factors causing physiological disorders in papaya plants. *Acta Hort* 2010; 851:453-8.
15. Trindade AV, Dantas JLL, Almeida FP, Maia ICS. Estimative of the genotypic determination coefficient in papaya (*Carica papaya* L.) in response to inoculation of arbuscular mycorrhizal fungus. *Rev Bras Fruticult* 2001; 23(3):607-12.

16. Almora K, Pino JA, Hernández M, Duarte C, González J, Roncal E. Evaluation of volatiles from ripening papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol roja). *Food Chem* 2004; 86:127-30.
17. Nursten HE. Volatile compounds: The aroma of fruits. En: Hulme AC, Ed. *The Biochemistry of Fruits and their Products*, Vol. 2. New York: Academic Press; 1970. pp. 239-68.
18. Shibamoto T, Tang CS. Minor tropical fruits – mango, papaya, passion fruit and guava. En: Morton ID, MacLeod AJ, Eds. *Food Flavours Part C: The Flavour of Fruits*. Amsterdam: Elsevier; 1990. pp. 221-80.
19. TNO. Papaya (*Carica papaya* L.). En: Nijssen LM, Visscher CA, Maarse H, Willemsens LC, Boelens MH, Eds. *Volatile Compounds in Food, Qualitative and Quantitative Data*. Zeist, The Netherlands: TNO Nutrition and Food Research Institute; 1996.
20. Ortega A, Pino J. Los constituyentes volátiles de las frutas tropicales. 2. Frutas de las especies de *Carica*. *Alimentaria* 1997; (286):27-40.
21. Winterhalter P. Fruits IV. En: Maarse H, Ed. *Volatile Compounds in Foods and Beverages*. New York: Marcel Dekker Inc.; 1991. pp. 389-409.
22. Wijaya CH, Feng C. Flavour of papaya (*Carica papaya* L.) fruit. *Biotropia* 2013; 20(1):50-71.
23. Pino J. Guava fruit aroma compounds: State of the art research. En: Murphy A., Ed. *Guava. Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits*, New York: Nova Science Publishers, Inc.; 2017, pp. 71-108.
24. Reineccius GA. *Flavor Chemistry and Technology*, Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group; 2006, pp. 3-18.
25. Jirovetz L, Buchbauer G, Shahabi M. Aroma compounds of mango and papaya from Cameroon. *Perf & Flav* 2003; 28(3):40-52.
26. Schieberle P. Recent developments in methods for analysis of flavor compounds and their precursors. En: Goankar A, Ed. *Characterization of Food: Emerging Methods*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier; 1995. pp. 403-31.
27. MacLeod AJ, Pieris NM. Volatile components of papaya (*Carica papaya* L.) with particular reference to glucosinolate products. *J Agric Food Chem* 1983; 31:1005-8.
28. Pino J, Almora K, Marbot R. Volatile components of papaya (*Carica papaya* L., Maradol variety) fruit. *Flav Fragrance J* 2003; 18(6):492-6.
29. Fischer N. Flavour components in selected exotic fruits. *Dragoco Reports: Flavoring Information Service* 1996; 4:137-40, 142-45, 147.
30. Ulrich D, Wijaya CH. Volatile patterns of different papaya (*Carica papaya* L.) varieties. *J App Bot Food Qual* 2010; 83:128-32.
31. Pino J. Odour-active compounds in papaya fruit cv. Red Maradol. *Food Chem* 2014; 146:120-6.