

CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE EL AROMA DE CHILE HABANERO (*CAPSICUM CHINENSE* JACQ.)

Odri Sosa-Moguel^{1*}, Luis Cuevas-Glory¹, Jorge A. Pino² y Enrique Sauri-Duch¹

¹Instituto Tecnológico de Mérida, División de Estudios de Postgrado e Investigación. Av. Tecnológico s/n, Yucatán C.P. 97118, México.

²Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, La Habana, CP 19 200, Cuba.

E-mail: odrimar@hotmail.com

RESUMEN

Capsicum chinense Jacq., conocida comúnmente en México como chile Habanero, es altamente valorada por sus atributos sensoriales como son el color, olor y pungencia. El aroma característico del chile Habanero es proporcionado por algunos de los compuestos volátiles presentes en el fruto. Su aroma es de suma importancia ya que es considerado un parámetro de calidad. De esta manera, esta reseña recopila toda aquella información sobre el estudio de la composición de su aroma publicado hasta la fecha. De acuerdo con los estudios publicados, el perfil de compuestos volátiles de chile Habanero se caracteriza principalmente por la abundancia de ésteres que aportan en su mayoría notas verdes o frutales según su etapa de maduración. Dependiendo de la variedad, nivel de maduración del chile y método analítico empleado, el aroma es diferente debido a contrastes en el perfil de compuestos volátiles.

Palabras clave: *Capsicum chinense*, aroma, HS-SPME, DES.

ABSTRACT

Current knowledge about aroma of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.)

Capsicum chinense Jacq., commonly known in Mexico as Habanero pepper, is highly valued for its sensory attributes such as color, smell and pungency. Characteristic aroma of pepper is provided by some of the volatile compounds present in the fruit. Aroma is of great importance since it is considered a quality parameter. In this way, this review was compiled with information on the study of the composition of its aroma announced to date. According to the published studies, the volatile profile of Habanero pepper is mainly characterized by the abundance of esters that contribute mostly to green or fruity notes according to their stage of maturation. Depending to the variety, level of maturation of the pepper and analytical method used, the aroma is different due to contrast in the profile of volatile compounds.

Keywords: *Capsicum chinense*, aroma, HS-SPME, SDE.

INTRODUCCIÓN

Capsicum es un género de plantas originarias de América que tiene una larga tradición cultural en México. Conocido popularmente como chile, su fruto se consume generalmente por el placer de su sabor y picor (pungencia).

En la actualidad el género *Capsicum* pertenece a la familia Solanaceae, entre las que incluye por lo menos 26 especies, de las cuales 12 son consumidas por el hombre y solo 5 han sido domesticadas: *C. annuum* L., *C. chinense*, *C. pubescens* R. & P., *C. frutescens* L. y *C. baccatum* L. (1). El estado de Yucatán ocupa el primer lugar en México en superficie sembrada y

***Odri Marina Sosa Moguel:** Químico Biólogo Bromatólogo (Universidad Autónoma de Yucatán). Doctora en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología. Es miembro del Sistema Nacional de Investigación otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México. Sus principales líneas de investigación son aroma y compuestos funcionales.

toneladas de producción de la especie *C. chinense* Jacq. Conocido como chile Habanero, es uno de los principales cultivos hortícolas en el sureste de México, debido a su valor cultural, gastronómico y económico, así como su alto potencial para exportación e industrialización (2, 3). A pesar de que la pungencia en el chile Habanero es uno de los atributos más importantes, la fracción volátil ha sido estudiada debido a que sus componentes afectan directamente al aroma y sabor, considerándose así un parámetro de calidad. Atendiendo a la especie, etapa de maduración y condiciones de cultivo, el aroma es característico, debido a diferencias en el perfil de compuestos volátiles (4).

Es por lo anterior, que esta reseña tuvo como objetivo recopilar toda aquella información referente al aroma del chile Habanero y destacar este atributo en la industria alimentaria.

Características generales del chile Habanero

El fruto del chile Habanero es una baya hueca, con forma oblonga o de trompo, el color del chile Habanero es naranja en su estado de madurez, debido a pigmentos como los carotenoides y antocianinas y verde cuando está inmaduro debido principalmente a la clorofila (Fig.1). En su interior las paredes que los separan son incompletas y se unen en la parte apical del fruto para formar estructuras membranosas que comúnmente se denominan venas. La placenta es de color blanco amarillento y se inserta en la base del fruto quedando suspendida libremente dentro de la cavidad interna. Es de forma irregular y apariencia esponjosa con mucha variación en tamaño, el cual al parecer guarda poca relación con el tamaño del fruto. Este tejido es muy

importante porque en esta parte del fruto se sintetizan los capsaicinoides, compuestos alcaloides responsables del picor o pungencia del chile Habanero (5).

Aroma del chile Habanero

La composición de las especies de chile es bastante compleja, sustancias volátiles y no volátiles contribuyen a su sabor que es un elemento sensorial importante (6). El aroma es un factor fundamental para la calidad organoléptica en los alimentos. El análisis de compuestos volátiles en frutos frescos de chile ha sido evaluado empleando diferentes métodos analíticos (4). En el caso de chile Habanero existen diversos trabajos con respecto al estudio de su fracción volátil mediante técnicas analíticas como son destilación-extracción simultáneas (DES) (7-9), hidrodestilación (10) y microextracción en fase sólida en espacio de cabeza (HS-SPME) (11-15).

La DES ha sido el método más utilizado para la determinación de la fracción volátil de chile. De esta forma, fue realizado un estudio acerca de los cambios en la fracción volátil del chile Habanero en estado maduro e inmaduro mediante DES y diclorometano como solvente de extracción (7). Se identificaron 102 compuestos volátiles, de los cuales (*E*)-2-hexenal, 3-metilbutanoato de hexilo, 3-metilbutanoato de (*Z*)-3-hexenilo, pentanoato de hexilo, 3,3-dimetilciclohexano y ácido hexadecanoico fueron los mayores constituyentes. De acuerdo con los autores, durante la maduración del chile Habanero la mayoría de los compuestos con notas de olor verde disminuyeron o incluso desaparecieron, mientras, por el contrario, ésteres con notas de olor afrutado aumentaron su contenido.



Fig. 1. Frutos de chile Habanero (*C. chinense* Jacq.).

En otro trabajo se estudió la fracción volátil de diez variedades de chile Habanero de Yucatán clasificadas por sus colores (rojo, naranja y marrón) (8). Se identificaron 63 compuestos volátiles entre estos cultivares, presentando un mayor rendimiento de volátiles las variedades naranja y marrón (6,68 a 11,84 mg/kg). Los compuestos mayoritarios en todos los cultivares fueron isopentanoato de hexilo, isopentanoato de (Z)-3-hexenilo, pentanoato de hexilo y 3,3-dimetilciclohexano. Los chiles naranja y marrón presentaron una mayor cantidad de ésteres con notas frutales que los cultivares rojos.

La determinación de los compuestos volátiles de los cultivares P-3717, P-3198 y P-3227 de chile Habanero (cachucha) maduro, cultivado en Cuba, fue realizada mediante DES con éter dietílico (9). Una notable diferencia entre la composición de estos cultivares fue demostrada (110,66; 124,41 y 302,53 mg/kg). Un total de 136 compuestos fueron identificados, de los cuales 67 son reportados por primera vez en esta variedad. Los compuestos mayoritarios fueron en su mayoría ésteres como isopentanoato de hexilo, pentanoato de hexilo, 2-metilbutanoato de hexilo y otros, como 3,3-dimetilciclohexanol, γ -himachaleno y germacreno D.

Con respecto a la extracción mediante HS-SPME se identificaron 34 compuestos volátiles en chiles Habaneros amarillos, rojos y púrpura mediante HS-SPME con una fibra de polidimetilsiloxano (PDMS), 44 min y 64 °C para la extracción. Alcoholes, terpenos y ácidos carboxílicos fueron observados en estos chiles, relacionando a los compuestos pentanoato de hexilo, tetradecano y humuleno con los chiles de color púrpura, y 4,11,11-trimetil-8-metilenbicyclo [7.2.0] undec-3-eno en chiles rojos como respuesta del análisis de componentes principales (6).

Un total de 155 compuestos fueron identificados para el chile Habanero (farolillo) de Ecuador con 40 min y 40 °C mediante HS-SPME con una fibra DVB/CAR/PDMS (11). Los ésteres y terpenoides fueron los grupos principales, aunque otros compuestos minoritarios como derivados de fenoles, compuestos sulfurados, alcoholes e hidrocarburos también fueron identificados. Los compuestos 3-metilbutanoato de 4-metilpentil, 2-metilbutanoato de 4-metilpentil, 4-metilpentanoato de 4-metilpentil fueron los ésteres mayoritarios en esta variedad. En coincidencia con otros autores (7), se

observó la presencia de grandes cantidades de α -, β - y γ -himachaleno, germacreno D y varios isómeros de germacreno, productos derivados tales como α - y β -cubebeno y γ - y δ -cadineno, α - y β -copaeno y γ -muuroloeno, no reportado previamente en esta variedad. Algunos alcoholes, furanos, cetonas y aromáticos fueron encontrados como componentes minoritarios. Alcoholes como el etanol y 4-metilpentan-1-ol fueron los más abundantes.

Otro estudio determinó una cantidad similar de compuestos (154 compuestos) para la variedad UPV-22337 de Ecuador mediante HS-SPME, con una fibra DVB/CAR/PDMS (12). Ésteres (75), terpenos (44), alcoholes (14), hidrocarburos (3), furanos (2), cetonas (1) fueron encontrados en esta variedad. La abundancia de ésteres fue observada en este estudio, siendo los ésteres 3-metilbutanoato de 4-pentilo, 2-metilbutanoato de 4-metilpentilo, 4-metilpentanoato de 4-metilpentilo y 2-metilpropanoato de 4-metilpentilo los más abundantes. Terpenos como α -copaeno, germacreno D, α -cubebeno y γ -himachaleno fueron mayoritarios. Sin embargo, el estudio realizado mediante olfatometría demostró que los compuestos con mayor contribución al aroma fueron el 4-metilpentanoato de etilo (frutal, exótico), β -ionona (frutal, floral), α -ionona (floral), 2/3-metilbutanoato de etilo (frutal, dulce), 3-metilpentanoato de etilo (frutal, exótico), 2/3-metilbutanoato de hexilo (frutal), 3-metilbutanoato de 4-metilpentilo (frutal, durazno), 4-metilpentanoato de 4-metilpentilo (jabonoso, frutal débil), 2-heptanotiol (chile, verdoso), 7,8-dihidro- β -ionona (frutal, floral), ectocarpeno (verdoso, dulce) y sotolona (jabonoso, especiado).

El chile Habanero (*muripi*) de Brasil fue estudiado en dos etapas de maduración mediante HS-SPME con una fibra DVB/CAR/PDMS. Las condiciones de aislamiento fueron 15 min de equilibrio, así como 80 min y 40 °C para la extracción (13). Alrededor de 77 compuestos volátiles fueron identificados, en su mayoría ésteres y sesquiterpenos. Los compuestos mayoritarios en esta fracción fueron (ésteres) y germacreno D (aceitoso, verdoso, madera) y β -ionona (violetas, floral, madera) estos últimos descritos en otras variedades de chile Habanero como el farolillo de Ecuador (11) y cachucha de Cuba (9).

El sistema de HS-SPME ha sido utilizado como un sistema de pre-extracción en un estudio realizado con chile Habanero Scotch Bonnet rojo (10), en donde la extracción de los compuestos volátiles se realizó previamente mediante hidrodestilación y posterior HS-SPME con una fibra CAR/PDMS, 30 min y 55 °C de extracción. Cerca de 70 compuestos fueron identificados en su mayoría ésteres, alcoholes y terpenos. Los compuestos mayoritarios fueron pentanoato de hexilo, isopentanoato de hexilo, 3-metilbutanoato de pentilo, 10-undecanol, 3,3-dimetilciclohexanol y β -chamigreno. Los compuestos isopentanoato de hexilo e isobutanoato de hexilo han sido reportados como portadores de una intensa nota frutal (16).

Por otra parte, el análisis de la composición volátil de tres variedades de chile Habanero se hizo mediante HS-SPME, fibra DVB/CAR/PDMS por 60 min a 45 °C (14). Como resultado, 64 constituyentes fueron identificados, en su mayoría ésteres (51 %) y terpenos (17 %), seguidos por alcanos (13 %), alcoholes (9 %), cetonas (7 %) y ácidos grasos (3 %). Los perfiles cromatográficos no demostraron diferencia cualitativa entre las variedades, mientras que 26 compuestos fueron comunes entre las muestras, otros 13 únicamente entre dos de ellas. Sin embargo, una gran diferencia cuantitativa se observó en el compuesto mayoritario 3,3-dimetilciclohexanol (dulce, floral) para las tres variedades, el cual se presenta en mayor concentración en la variedad Biquinho. Otro compuesto mayoritario entre las variedades fue el

3-metilbutanoato de hexilo (verdoso, floral) presentándose en mayor concentración en la variedad Seriema. De acuerdo con los resultados de estos autores, las diferencias descriptivas del aroma entre estas variedades son debido a la concentración de sus compuestos volátiles.

Un estudio de optimización del método de HS-SPME en chile Habanero de Yucatán fue realizado mediante un diseño factorial fraccionado 2^{k-2} (15). Ocho factores bajo estudio (tiempo de equilibrio, temperatura de extracción, tiempo de extracción, adición de cloruro de sodio, pH, tipo de fibra, tamaño del vial y agitación) determinaron la mejor respuesta con 14 min de equilibrio, 53 °C y 46 min de extracción, fibra PDMS/DVB/CAR y vial de 15 mL. La Fig. 2 muestra el perfil cromatográfico con las mejores condiciones. Aproximadamente 55 compuestos volátiles fueron identificados para el chile Habanero en dos etapas de maduración (verde y naranja). Los compuestos más abundantes fueron isopentanoato de hexilo, 3,3-dimetilciclohexanol, pentanoato de hexilo, isopentanoato de (Z)-3-hexenilo e isopentanoato de heptilo.

El aroma característico del chile Habanero es de suma importancia ya que es considerado un parámetro de calidad. De acuerdo con los estudios publicados, el perfil de compuestos volátiles del chile Habanero se caracteriza principalmente por la abundancia de ésteres que aportan en su mayoría notas verdes o frutales según su

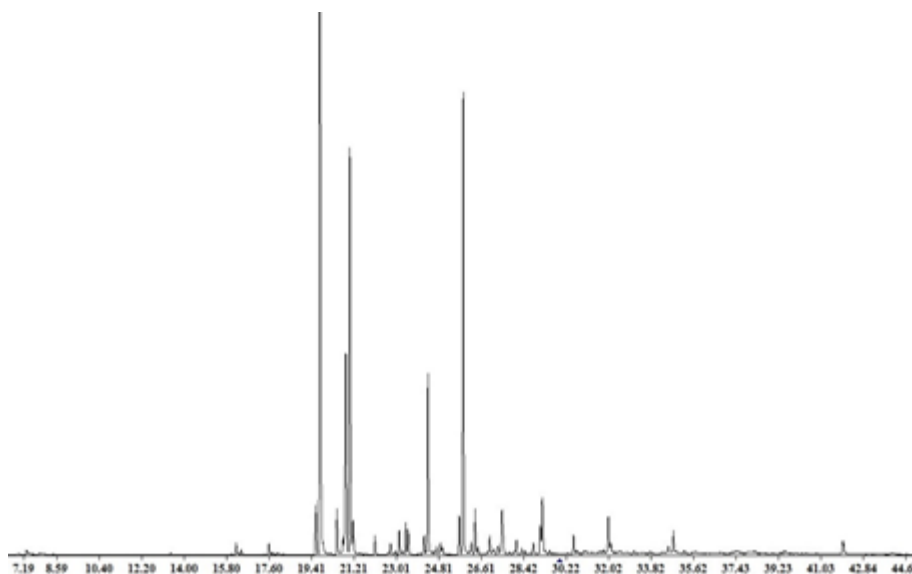


Fig. 2. Cromatograma del chile Habanero en el óptimo alcanzado mediante HS-SPME (15).

etapa de maduración. Dependiendo de la variedad, nivel de maduración del chile y método analítico empleado, el aroma es diferente debido a contrastes en el perfil de compuestos volátiles.

REFERENCIAS

1. Nuez F, Gil R, Costa J. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid. Mundiprens; 1996.
2. Soria-Fregoso M, Tun-Suarez R, Trejo R, Terán S. Tecnología para la Producción de Hortalizas a Cielo Abierto en la Península de Yucatán. Yucatán. C-Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal; 1996.
3. Tun-Dzul J. Chile Habanero. Características y tecnología de producción. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2001.
4. Mazida M, Salleh M, Osman H. Analysis of volatile aroma compounds of fresh chilli (*Capsicum annum*) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME). J Food Compost Anal 2005; 18(5):427-37.
5. IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial). Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. Declaratoria General de Protección de la Denominación de Origen Chile Habanero de Yucatán. México; 2008 Disponible en: http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/declaratoria_general_de_proteccion_de_la_denominacion. Acceso 11: junio 2009.
6. Teixeira E, Rodrigues F, Martins C, Santos de Oliveira F, Pereira A, Andrade J. Multivariate optimization and HS-SPME/GC-MS analysis of VOCs in red, yellow and purple varieties of *Capsicum chinense* sp. Peppers 2006; Microchem J 82:142-49
7. Pino J, Sauri E, Marbot R. Changes in volatile compounds of Habanero chile pepper (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening stages. Food Chem 2006; 94(3):394-8.
8. Pino J, González M, Ceballos L, Centurion-Yah A, Trujillo-Aguirre J, Latournerie-Moreno L., Sauri-Duch E. Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. Food Chem 2007; 104(4):1682-6.
9. Pino J, Fuentes V, Barrios O. Volatile constituents of Cachucha peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) grown in Cuba. Food Chem 2011; 125(3):860-4.
10. Gahungu A, Ruganintwali E, Karangwa E, Zhang X, Mukunzi D. Volatile compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers (*Capsicum chinense*) scotch bonnet variety at red stage. Adv J Food Sci Technol 2011; 3(3):211-8.
11. Rodríguez-Borruezo A, Kollmannserber H, González-Mas M, Nitz S, Nuez F. HS-SPME comparative analysis of genotypic diversity in the volatile fraction and aroma-contributing compounds of *Capsicum* fruits from the *annuum-chinense-frutescens* complex. J Agric Food Chem 2010; 58(7):4388-400.
12. Kollmannsberger H, Rodríguez-Burruezo A, Nitz S, Nuez F. Volatile and capsaicinoid composition of ají (*Capsicum baccatum*) and rocoto (*Capsicum pubescens*), two Andean species of chile peppers. J Sci Food Agric 2011; 91:1598-611.
13. Bogusz S, Marchi-Tavares A, Teixeira J, Alcaraz C, Teixeira H. Analysis of the volatile compounds of Brazilian chilli peppers (*Capsicum* spp.) at two stages of maturity by solid phase micro-extraction and gas chromatography-mass spectrometry. Food Res Int 2012; 48:98-107.
14. Garruti D, Frederico-Pinto N, Castro-Alves V, Azevedo-Penha M., Castro-Tobaruela E, Silva-Araújo I. Volatile profile and sensory quality of new varieties of *Capsicum chinense* pepper Perfil de voláteis e qualidade sensorial de novas variedades de pimentas *Capsicum chinense*. Ciênc Tecnol Aliment 2013; 33:102-8.
15. Cuevas-Glory L, Sosa-Moguel O, Pino J, Sauri-Duch E. GC-MS Characterization of volatile compounds in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) by optimization of headspace solid-phase microextraction conditions. Food Anal Methods 2015; 8:1005-13.
16. Forero M, Quijano C, Pino J. Volatile compounds of chili pepper (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) at two ripening stages. Flavour Fragr J 2009; 24(1), 25-30.