



Extractos de vainilla: una mezcla de componentes químicos de aroma y sabor

T.S. Cid-Pérez* y A. López-Malo

*Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Fundación Universidad de las Américas Puebla.
Exhacienda Sta. Catarina Mártir S/N, Cholula, Puebla. C.P.72810. México.*

Resumen

El sabor a vainilla es el más popular del mundo y se puede utilizar de manera individual o como complemento de otros sabores. La vainillina es el principal componente de las vainas de vainilla al que se le ha atribuido un tercio del sabor y aroma característico. Sin embargo, se han determinado otros componentes que contribuyen al sabor y aroma a vainilla y a los cuales no se les ha dado la misma importancia. Esta revisión propone mostrar los diversos componentes químicos de las vainas de vainilla y sus extractos, así como su participación en el aroma y sabor. La caracterización química reportada en diversas investigaciones muestra que el uso de diferentes técnicas de extracción, separación y elucidación, arroja discrepancias en la identificación de componentes, haciendo difícil la comparación, por lo que se requiere estandarizar y homogenizar técnicas para obtener comparaciones efectivas. No obstante, se puede establecer que la mezcla de componentes volátiles, semivolátiles y no volátiles son los que hacen de los extractos de vainilla una mezcla de aroma y sabor.

Palabras clave: vainilla, vaina, curado, vainillina.

Abstract

Vanilla is the world's most popular flavor, which exotic aroma can act individually or as a complement to other flavors. Vanillin is the main chemical compound in the vanilla pods and that has been attributed a third of the flavor and aroma. However, other components have been identified to which contribute to vanilla's flavor and aroma that have not been given the same importance. This review proposes show the various chemical constituents of vanilla beans and extracts, and their participation in the aroma and flavor. The chemical characterization reported in several studies demonstrates that the use of different techniques of extraction, separation and elucidation, reveals discrepancies in the identification of vanilla components, making them not comparable, so it is necessary to standardize and homogenize techniques for effective comparisons. However, we can establish that a mixture of volatile, semi-volatile and nonvolatile compounds make vanilla extracts a complex mixture of aromas and flavors.

Keywords: vanilla, pod, curing process, vanillin.

*Programa de Doctorado en Ciencia de Alimentos
Tel: +52 222 229 2126, fax: +52 222 229 2727
Dirección electrónica: teresa.cidpz@udlap.mx

Introducción

La vainilla es una planta nativa de México utilizada como esencia en las bebidas de los dioses que después de la conquista fue conocida alrededor del mundo. Hoy es el saborizante más utilizado en la industria de los alimentos, cuyo sabor y olor característicos son resultado de varios procesos químicos y biológicos, que tienen lugar durante el proceso de curado de las vainas de vainilla (Kouri, 2000; Odoux *et al.*, 2003b).

Existen pocos trabajos que muestren los perfiles químicos de extractos de vainilla debido a que en la mayoría de las investigaciones sólo se determina a los grupos funcionales que se encuentran y no se caracteriza a los componentes químicos específicos de los extractos. Además de no mostrar el proceso o técnica analítica por el cual fue extraído, separado y/o purificado para determinar su dilucidación estructural.

Pese a esto, en las vainas de vainilla se ha reportado ampliamente a la vainillina como el componente químico volátil más importante en la caracterización química, ya que la mayor concentración de ésta se ha relacionado con una mejor calidad de sabor y aroma en las vainas curadas y sus extractos. Sin embargo, existen algunos perfiles químicos que reflejan una gran cantidad de componentes, semivolátiles o no volátiles que otorgan un papel significativo a estos compuestos al impartir a la vainilla o a sus extractos aroma y sabor característico (Sun *et al.*, 2001; John y Jamin, 2004; Rocha *et al.*, 2007; Sinha *et al.*, 2008).

No obstante existen de forma aislada trabajos que reportan componentes volátiles o componentes no volátiles, no así de investigaciones conjuntas donde se muestre un perfil químico amplio (volátiles, no volátiles y semivolátiles), que ayude a

entender como los extractos de vainilla no sólo deben su sabor al componente mayoritario vainillina.

Por tanto, el objetivo de esta revisión es mostrar los diversos componentes químicos de las vainas de vainilla y sus extractos, así como su participación en el aroma y sabor.

Revisión bibliográfica

1. Generalidades de la vainilla

En el siglo XIII el emperador azteca Izcóatl conquistó territorio totonaco obligando a sus habitantes al pago de diversos tributos entre los cuales se encontraba el fruto de la vainilla o flor negra (tlilxochitl). Fue Moctezuma quien invitó a Hernán Cortés a tomar una bebida especial para los dioses denominada chocolatl que se preparaba con semillas de cacao en polvo y vainilla molida que según la leyenda se sirvió con utensilios de oro (Bonfis 1988; Damirón, 2004; Florza-Martínez *et al.*, 2007). A su partida, los españoles recibieron una gran cantidad de obsequios entre los cuales se encontraba la vainilla, fruto cuyo olor y sabor conquistó al viejo continente (Gatfield, 2002; Damirón, 2004).

Después de la conquista de México, en diversos países de Europa se intentó la producción de vainas de vainilla pero las flores nunca llegaron a producir frutos (vainas), ni siquiera en climas y suelos benefactores para su cultivo. Por esto, durante más de 300 años la producción de vainas de vainilla sólo fue de Papantla México, lo que convirtió a esta ciudad veracruzana en un punto de importancia económica a nivel mundial (Kouri, 2000; Damirón, 2004). Fue hasta 1836 que Charles Morren encontró que las orquídeas no daban frutos en otras partes del mundo debido a

que la polinización natural se daba por avispas de la región (abeja melipona) y/o por el pájaro colibrí, ambos nativos de México (Morris y Mackley, 1999), los cuales no sobreviven en condiciones diferentes a las de las zonas de cultivo. Morren desarrolló un método de polinización artificial, que dio paso a la producción de grandes volúmenes de vainilla (Damirón, 2004), siendo hoy el secreto de la polinización manual el que permite la producción exitosa de vainilla en el mundo.

Desde hace varias décadas México dejó de ser el principal país productor de vainilla, ocupando este lugar Indonesia y Madagascar (FAO, 2008). Sin embargo, México, sigue siendo considerado como el centro clásico e histórico de cultivo y un lugar donde se producen las vainas más finas del mundo (Hernández-Hernández, 2005). La especie *Vanilla planifolia*, es cultivada principalmente en el clima húmedo y cálido del norte de Veracruz (Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Martínez de la Torre, Cazon de Herrera, entre otros) en donde se produce cerca del 95% de la vainilla mexicana. Otros estados productores son Puebla y Oaxaca con pocas hectáreas de cultivo (Romeu, 1999; SAGARPA, 2008).

1.1 Botánica

La vainilla es una orquídea trepadora nativa de México del género *Vanilla* (familia: Orquidaceae), de la cual existen un total de 110 especies. Sin embargo, sólo tres de éstas tienen importancia comercial debido a que producen frutos comestibles: *V. planifolia* Andrews o *V. fragrans* (vainilla mexicana o genuina); *V. tahitensis* JW Moore (vainilla de Tahití) y *V. pompona* (vainilla del oeste de la India) *Schiede*. Siendo la variedad *V. planifolia* predominantemente cultivada para la obtención de vainas de vainilla (Bonfis, 1988; Damirón, 2004; Anandaraj *et al.*,

2005; Mariezcurrena *et al.*, 2008; Sinha *et al.*, 2008).

La planta de vainilla es una herbácea de enredadera que utiliza un gran número de árboles como tutores y sombra, cuyas raíces se desarrollan sin profundizar en el suelo extendiéndose superficialmente a varios metros de distancia (Anónimo, 2006). Sus flores son hermafroditas, siendo el *rostellum* un órgano especial que hace imposible el contacto del polen con el estigma, lo que causa que la polinización natural deba ser realizada por insectos o por el corte o fisura de este órgano, en el caso de la polinización manual. El fruto es una cápsula verde que al ser cosechado alcanza un promedio de 15-20 cm de largo. Las vainas son firmes, gruesas, de color verde amarillento, sin olor; con semillas muy pequeñas de color oscuro casi negro y globosas con la testa sólida (Bonfis, 1988).

1.2 Proceso de curado en las vainas de vainilla

Originalmente, el fruto maduro de la vainilla no tiene un aroma significativo. Los componentes químicos de aroma y sabor se producen en el proceso de curado también denominado beneficiado de la vainilla. Éste consiste en evitar la respiración de las vainas aplicándoles calor, lo que provoca una deshidratación y una lenta fermentación (Dunphy y Bala, 2010). Los productores y beneficiadores de vainilla consideran que 5 kg de vainilla verde son requeridos para producir 1 kg de vainilla curada (Sachan, 2005).

Los cosechadores mexicanos desarrollaron el proceso de curado de las vainas de vainilla con una duración de cinco a seis meses. Después las colonias francesas de Madagascar y Comoros desarrollaron el proceso llamado Bourbón (Gatfield, 2002). El proceso de curado en México es muy

complejo, multifacético y secuencial. Se lleva a cabo durante un periodo aproximado de 150 días, convirtiendo vainas maduras sin sabor con un contenido de humedad del 80% en vainas de vainilla curadas de color marrón oscuro con un contenido de humedad del 20 al 30% con aroma característico (Dunphy y Bala, 2010). El proceso de curado de las vainas de vainilla en México sigue diversas etapas, las cuales son básicas para la obtención de una vainilla de alta calidad (Roldan *et al.*, 1988; Gillette y Hoffman, 1992; Damirón, 2004; Anandaraj *et al.*, 2005). Este proceso se describe a continuación:

1.- Recepción de la vainilla. Se observan y pesan las vainas de vainilla para determinar su buen estado.

2.- Despezonado. A cada vaina se le desprende el pedúnculo o pezón al que viene adherida y mediante la revisión visual se separan las vainas con algunas fisuras para llevar a cabo el curado de forma independiente.

3.- Enmaletado o encajonado. Se colocan en una manta de 20 a 25 kilogramos de vainas de vainilla y se atan o se colocan en cajones.

4.-Escaldado. Las vainas de vainilla atadas se colocan en un horno permaneciendo de 48 a 60 horas, con una temperatura de 40 a 80° C las primeras 24 horas y las siguientes horas a 65 °C; la capacidad de un horno común es de 300 cajas o maletas.

5.-Primer sudado. Se sacan las vainas de vainilla del horno (vainilla de color marrón) y se cubren con mantas durante 24 a 48 horas para eliminar una gran cantidad de agua.

6.- Asoleado. En esta etapa las vainas de vainilla se tienden en petates o mantas en los patios, aprovechando las horas más intensas

de sol. Después de este tiempo las vainas son colocadas nuevamente en cajas tapándolas con mantas para que suden durante la noche; las asoleadas se seguirán alternando por un mínimo de 15 veces.

7.- Selección. Etapa final en la que se realiza la clasificación de vainas dependiendo de su grosor. Después de esta selección las vainas de vainilla se someten a 3 o 4 asoleadas más con sus respectivas etapas de sudado.

Diversas enzimas están involucradas en la biogénesis del sabor e incluyen a las glucosidasas, oxidasas, sintetetasas, metil transferasas, proteasas y fenilalanina amoniasas. La mayoría de los componentes volátiles se forman de su precursor inmediato o glucósido fenólico al curarse las vainas (Ranadive, 2006). La hidrólisis de varios glucósidos da lugar a componentes del tipo monohidroxifenoles, siendo algunos de los componentes fenólicos oxidados a quinonas aromáticas (Gatfield *et al.*, 2007; Dunphy y Bala, 2010).

Estudios botánicos de las vainas de vainilla revelan que los precursores del sabor se encuentran en el interior de las vainas en la región de la placenta alrededor de las semillas, mientras que las enzimas hidrolíticas y otras enzimas se encuentran principalmente en la pared exterior de la vaina (Sreedhar *et al.*, 2007).

2. Vainilla como saborizante

La vainilla es la segunda especia más cara a nivel mundial, sólo después del azafrán. Sin embargo, es el sabor más popular en el mundo. Tiene un aroma exótico y muy evocador que puede actuar como sabor individual o como complemento de otros sabores como el chocolate (Morris y Mackey, 1999; Soto-Arenas, 2006). La

vainilla como saborizante se puede dividir en tres categorías:

Categoría 1. Corresponde a un extracto de vainilla natural, los alimentos a los que se les adiciona este tipo de extracto son etiquetados como alimentos de vainilla.

Categoría 2. Es un producto de vainilla-vainillina considerado un saborizante natural-artificial, en el que el componente natural aporta el sabor a vainilla característico. Los productos alimenticios a los que se les adiciona este extracto deben ser etiquetados como alimentos saborizados con vainilla.

Categoría 3. Corresponde a saborizantes de vainillina artificial y los productos que los contienen deben ser etiquetados como alimentos de vainilla saborizados artificialmente (Sachan, 2005).

2.1 Extractos de vainilla natural

Las esencias o extractos de vainilla natural se elaboran picando finamente vainas de vainilla y colocándolas en maceración o infusión en mezclas de alcohol y agua. El proceso generalmente se mantiene a temperatura ambiente (de preferencia frío) para reducir las pérdidas del sabor, aunque algunos fabricantes sugieren que la aplicación de calor favorece la extracción (Jacobs, 1998). Para que un extracto sea comercializado como esencia natural (comercialmente denominado como una gruesa), las vainas utilizadas deben contener un nivel de humedad del 25% y ser maceradas en una solución hidro-alcohólica al 35% en una proporción de 13.35 onzas (380 g) de vainas de vainilla por galón internacional (equivalente a 3.78 L). La presentación inferior de solución hidro-alcohólica al 35% debe ser etiquetada como sabor de vainilla, según la legislación estadounidense (Gatfield *et al.*, 2007).

La vainilla concentrada o de dos gruesas es el producto que se obtiene al extraer 26.7 onzas de vainas de vainilla por galón de solución hidro-alcohólica. La combinación de extractos naturales de vainas de vainillas de las regiones de Bourbon-Tahití tiene el nombre de sabor vainilla francesa (Sachan, 2005).

La vainillina es uno de los componentes naturales que da sabor y olor a los extractos de vainilla (Negishi *et al.*, 2009). Recientes investigaciones del perfil químico de los extractos de vainilla la han colocado como el componente principal de las vainas curadas con una concentración del 0.3 a 3%, reconociendo que representa un tercio del sabor y olor de los extractos de vainilla (Shyamala *et al.*, 2007). La vainillina es un compuesto de coloración ligeramente amarilla, volátil, con un olor dulce y carácter cremoso (Tenailleau *et al.*, 2004), que se encuentra acumulado en las vainas verdes de vainilla como un glucósido. Su aroma es liberado sólo después del curado, en el cual el glucósido de la vainillina (glucovainillina) es hidrolizado enzimáticamente por la β -glucosidasa, liberando a la glucosa y a su aglicona la vainillina (Vega, 1993; Odoux *et al.*, 2003a; Gatfield *et al.*, 2007). Sin embargo, los otros dos tercios de sabor son atribuidos en gran medida a una gran cantidad de componentes no volátiles (glucósidos) o macromoléculas que se encuentran en los extractos de vainilla, los cuales realzan y complementan el sabor de los mismos (Sinha *et al.*, 2008).

Adicionalmente a los extractos y sabores puros de vainilla existen otras opciones para impartir un sabor tipo vainilla.

2.2 Saborizantes tipo vainilla

Un perfil químico del extracto de vainilla natural muestra una mezcla de componentes

químicos que proporcionan aroma y sabor. Sin embargo, la producción industrial se ha limitado a imitar sintéticamente a la vainillina. La síntesis de vainillina es la forma más económica de saborizante artificial y se obtiene principalmente de la lignina (desecho de la industria papelera), del guayacol (derivado del carbón del alquitrán) o del eugenol (Damirón, 2004; Soto-Arenas, 2006).

La etil vainillina es otro componente que se obtiene sintéticamente con el mismo sabor de la vainillina pero con un poder saborizante 2.5 veces mayor, el cual es utilizado comúnmente en los saborizantes de imitación (Gatfield *et al.*, 2007).

Un caso intermedio entre lo natural y artificial es el extracto vainilla-vainillina (líquido o en polvo), el cual es un extracto al que se le ha agregado vainillina sintética (Gatfield, 2002).

3. Composición química de los extractos de vainilla

Las vainas de vainilla contienen una gran cantidad de componentes químicos los cuales le otorgan su sabor y aroma característicos. Siendo los extractos con disolvente los comercialmente utilizados, es reconocido que en el disolvente de extracción se obtendrán componentes volátiles, semivolátiles y una gran cantidad de macromoléculas y componentes no volátiles, lo que hace muy difícil su caracterización química. Sin embargo, algunos de estos extractos se han caracterizado y reportado en la bibliografía. En la Tabla I se muestran los diferentes componentes obtenidos en diversas investigaciones. Se observa que la vainillina se logró identificar en todos los extractos de vainas de vainilla, ya sea como glucósido o aglicona. Mientras que el alcohol vainílico, p-hidroxibencil alcohol, ácido p-

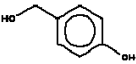
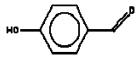

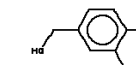
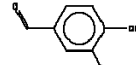
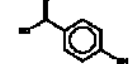
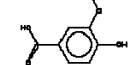
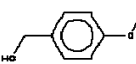
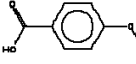
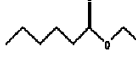
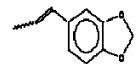
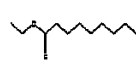
hidroxibenzoico, p-hidroxibenzaldehído y ácido vainílico, fueron las únicas coincidencias en tres investigaciones distintas. Por tanto no es posible establecer alguna relación entre técnicas de extracción, separación y purificación con la caracterización química.

Pese a esto, se pueden clasificar como componentes volátiles a todos aquellos que se separaron de los diversos extractos de vainilla mediante cromatografía de gases: vainillina, p-hidroxibencil alcohol, p-hidroxibenzaldehído, alcohol vainílico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido vainílico, alcohol anísico, ácido anísico, etil hexanoato, etil nonanoato, etil decanoato, p-metoxibenzaldehído, entre otros. A estos compuestos se les atribuyen totalmente las propiedades de aroma debido a su volatilidad, además del sabor que otorgan a los extractos de vainilla (Kaunzinger *et al.*, 1997; Sostaric *et al.*, 2000).

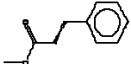
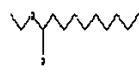
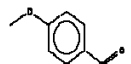
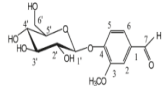
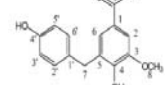
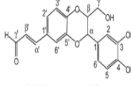
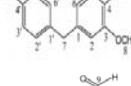
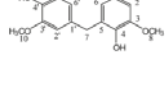
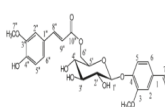
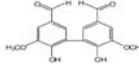
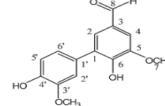
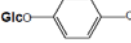
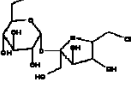
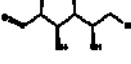
En la técnica de microextracción en fase sólida se encuentran componentes químicos volátiles y semivolátiles, los cuales se obtienen por espacio de cabeza. Estos componentes químicos pueden ser separados mediante cromatografía líquida o de gases, siendo los componentes semivolátiles de las vainas de vainilla a los que se les ha atribuido la menor contribución al aroma y sabor (Sostaric *et al.*, 2000).

Como componentes no volátiles se tienen a todos aquellos que presentan elevado peso molecular y/o estructuras altamente polares como glucosa, sacarosa, piranos, glucósidos y otros compuestos separados o fraccionados por cromatografía líquida o cromatografía en columna (Palama *et al.*, 2009; Schwartz Hofmann, 2009) y cuyas estructuras fueron determinadas por un espectrómetro de masas (estructura conocida) y/o resonancia magnética nuclear (estructura desconocida). A estos componentes se les ha atribuido la

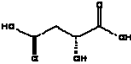
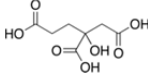
Tabla I. Caracterización química de extractos de vainilla, con diferentes métodos de separación y elucidación estructura

Especie	CAS	Compuesto	Autor	Método	Estructura
<i>V. planifolia</i> <i>V. pompona</i> <i>V. planifolia</i>	623-05-2	p-hidroxibencil alcohol	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Shymala <i>et al.</i> , 2007 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG-EMRI CLAR CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. pompona</i> <i>V. planifolia</i>	123-08-0	p- hidroxibenzaldehído	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Shymala <i>et al.</i> , 2007 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG- EMRI CG- EMRI CLAR CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. pompona</i> <i>V. planifolia</i> <i>V. planifolia</i>	121-33-5	Vainillina	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Shymala <i>et al.</i> , 2007 Schwarz <i>et al.</i> , 2009 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG-EMRI CG-EMRI MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM CLAR CL-EM/RMN CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i> <i>V. pompona</i> <i>V. planifolia</i>	498-00-0	Alcohol vainíllico	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Shymala <i>et al.</i> , 2007 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG-EMRI CLAR CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>	139-85-5	3,4-Dihidroxibenzen-carbonal	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. planifolia</i>	99-96-7	Ácido p-hidroxibenzoico	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG-EMRI CG-EMRI CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i> <i>V. pompona</i> <i>V. planifolia</i>	121-34-6	Ácido vainíllico	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Shymala <i>et al.</i> , 2007 Palama <i>et al.</i> , 2009	CG-EMRI CLAR CL-EM/RMN	
<i>V. tahitensis</i>	105-13-5	Alcohol anísico	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997	CG-EMRI	
<i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i>	100-09-4	Ácido anísico	Kaunzinger <i>et al.</i> , 1997 Sostaric <i>et al.</i> , 2000	CG-EMRI MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i>	123-66-0	Etil hexanoato	Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i>	120-58-1	1,3-Benzodioxole, 5-(1-propenil)	Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i> <i>V. tahitensis</i>	123-29-5	Etil nonanoato	Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000 Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM MEFS/CG-EM	

Cont...Tabla I. Caracterización química de extractos de vainilla, con diferentes métodos de separación y elucidación estructural.

Especie	CAS	Compuesto	Autor	Método	Estructura
<i>V. tahitensis</i>	103-26-4	Ácido cinámico	Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>			Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>			Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>	110-38-3	etil decanoato	Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>			Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>			Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. tahitensis</i>	123-11-5	p-metoxi benzaldehído	Sostaric <i>et al.</i> , 2000	MEFS/CG-EM	
<i>V. planifolia</i>	494-08-6	Glucovainillina	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>			Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		5-(4-hidroxibenzil) vainillina	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		Americanin A	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		4-(4-hidroxibencil)-2-metoxifenol	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		4-hidroxi-3-(4-hidroxi-3-metoxibencil)-5-metoxibenzaldehído	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		(1-O-vanillil)-(6-O-feruloil)-β-D-glucopiranosido	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		Divanillin	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		4,6-dihidroxi-3,5-dimetoxi-[1,1-bifenil]-3-carboxaldehído	Schwartz y Hofmann, 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		p-hidroxibenzaldehído o glucósido	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>	7-50-1	Sacarosa	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>	50-99-7	Glucosa	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	

Cont...Tabla I. Caracterización química de extractos de vainilla, con diferentes métodos de separación y elucidación estructural.

Especie	CAS	Compuesto	Autor	Método	Estructura
<i>V. planifolia</i>	636-61-3	Acido málico	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>	3562-74-1	Ácido homocítrico	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		bis[4-(β-D-glucopiranosiloxi)-benzil]-2-isopropiltartrato	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	
<i>V. planifolia</i>		bis[4-(β-D-glucopiranosiloxi)-bencil]-2-(2-butil)tartrato	Palama <i>et al.</i> , 2009	CL-EM/RMN	

MEFS/CG-EM: Microextracción en fase sólida y cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas.

RMN: Resonancia magnética nuclear.

CG-EMRI: Cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas de relación isotópica

CLAR: Cromatografía líquida de alta resolución

CL-EM/RMN: Cromatografía líquida acoplada a un espectrómetro de masas y resonancia.

mayor aportación de sabor en las vainas y extractos de vainilla.

A continuación se hace un resumen de las investigaciones reportadas en la Tabla I, respecto a la vainilla utilizada para explicar las diferencias en los perfiles químicos, ya que estas discrepancias se deben al disolvente o mezcla de disolventes utilizados, tipo de extracción, técnica de separación, así como el equipo espectroscópico utilizado en la caracterización de las vainas de vainilla. En la siguiente sinopsis se podrán observar éstas:

Se han identificado como componentes químicos de la *V. pompona* nativa de la India (Shymala *et al.*, 2007) a la: vainillina, ácido vainílico, alcohol vainílico, p-hidroxibenzaldehído y p-hidroxibencil alcohol en extractos alcohólicos. El perfil químico se obtuvo por la comparación de los

tiempos de retención de estándares y extractos en un cromatógrafo de líquidos de alta resolución.

La vainilla *V. tahitensis* fue evaluada por Sostaric *et al.* (2000) para determinar los perfiles químicos y componentes volátiles de extractos etanólicos de vainas cultivadas en diferentes regiones (Indonesia, Bourbon y Tahití) por cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas (CG-EM). Los componentes fueron extraídos mediante microextracción en fase sólida, e inyectados directamente al cromatógrafo. Para el extracto de Tahití se logró caracterizar etil hexanoato, 5-propenil-1-1,3-benzodioxole, etil nonanoato, ácido metiléster 2-propenoico, etil decanoato, vainillina, p-metoxibenzaldehído y ácido anísico, Mientras que para los extractos de Indonesia y Bourbon se logró determinar sólo a los seis primeros componentes.

De manera similar Kaunzinger *et al.* (1997) analizaron diversos extractos alcohólicos de *V. tahitensis* de dos diferentes cosechas para determinar los perfiles químicos de autenticidad de la vainilla de esta especie (a través de la caracterización química de componentes). Se utilizó un cromatógrafo de gases adaptado a un espectrómetro de masas de relación isotópica (CG-EMRI), determinando a p-hidroxibenzaldehído, vainillina, alcohol anísico, ácido anísico y ácido p-hidroxibenzoico como los componentes mayoritarios. De la misma forma se determinó la autenticidad de la vainilla de la especie *V. planifolia* encontrando al p-hidroxibencil alcohol, p-hidroxibenzaldehído, vainillina, alcohol vainílico, ácido p-hidroxibenzoico y ácido vainílico como los componentes de esta especie (Kaunzinger *et al.*, 1997).

Palama *et al.* (2009) determinaron los cambios que ocurren en las diferentes etapas de maduración de las vainas verdes de *V. planifolia*, en extractos metanol-agua (concentración 1:1), logrando identificar a los metabolitos: p-hidroxibenzaldehído glucósido, glucovainillina, vainillina, p-hidroxibenzaldehído, sacarosa, glucosa, ácido málico, bis[4-(β-D-glucopiranosilo)-benzil]-2-isopropiltartrato, bis[4-(β-D-glucopiranosilo)-benzil]-2-(2-butil) tartrato y ácido homocítrico, mediante resonancia magnética nuclear (RMN). Con ayuda de un cromatógrafo de líquidos acoplado a un espectrómetro de masas (CL-EM) consiguieron caracterizar a los componentes minoritarios de las vainas verdes entre los que se encontraron: p-hidroxobencil alcohol, protocatechualdehído, alcohol vainílico, ácido p-hidroxibenzoico y ácido vainílico.

Por otro lado Schwartz y Hofmann (2009) identificaron moléculas activas con

propiedades organolépticas en vainas curadas de *V. planifolia*. La obtención de componentes activos se realizó con extracciones sucesivas de disolventes (heptano, acetato de etilo y agua), los cuales fueron eliminados a vacío para posteriormente realizar el análisis de perfiles de sabor en soluciones acuosas. Se demostró que la fracción de acetato de etilo tiene una evaluación de sabor superior a las otras dos fracciones, por lo que se llevó a cabo la separación de sus componentes químicos (fracción de acetato) mediante cromatografía líquida preparativa. Se obtuvieron 29 subfracciones que fueron evaluadas por el panel de jueces para determinar el factor de dilución y el impacto del sabor. A las subfracciones con mayor potencial de sabor se les realizaron comparaciones espectroscópicas (CL-EM, RMN) para determinar las estructuras químicas. Estos autores encontraron los siguientes componentes en las subfracciones: 4-(4-hidroxibencil)-2-metoxifenol, 4-hidroxi-3-(4-hidroxi-3-metoxibencil)-5-metoxibenzaldehído, (1-O-vanilloil)-(6-O-feruloil)-β-D-glucopiranosido, americanin A, 4',6'-dihidroxi-3',5'-dimetoxi-[1,1'-bifenil]-3-carboxaldehído, 5-(4-hidroxibencil), glucovainillina, divainillina y vainilla. De las primeras cinco estructuras no se tenía información de su presencia en las vainas de vainilla.

Si bien es reconocido que la mayoría de los componentes volátiles (carbonilos, alcoholes aromáticos, ácidos aromáticos, ésteres aromáticos, alcoholes alifáticos, ácidos, ésteres, lactonas, hidrocarburos aromáticos, terpenoides, hidrocarburos alifáticos y heterocíclicos) que fueron separados y caracterizados mediante cromatografía de gases-espectrómetro de masas son responsables de la esencia de las vainas de vainilla, existen también diversas macromoléculas y metabolitos no volátiles (separados y caracterizados mediante

cromatografía de líquidos-espectrómetro de masas) que contribuyen al olor y sobre todo al sabor. Tal es el caso de compuestos como taninos, polifenoles, resinas, ácidos grasos, aminoácidos libres, ácido caféico, minerales, proteínas, ligninas, entre otros (Sinha *et al.*, 2008; Dunphy y Bala, 2010). Son todos estos componentes químicos los que producen un delicado y delicioso aroma a especias de maderas dulces y balsámicas (Ranadive, 2006).

Conclusión

Se han mostrado los diversos componentes químicos en los extractos de vainas de vainilla, estableciendo que el perfil químico obtenido depende de la especie o variedad de vainilla utilizada, método de extracción y/o disolventes empleados, así como del equipo analítico con el que se lleva a cabo la caracterización química. Se concluye que el olor y sabor de los extractos de vainilla depende de una mezcla de componentes volátiles, semivolátiles y no volátiles que hace del extracto de vainilla una esencia exótica que sigue conquistando al mundo. Sin embargo, en términos de caracterización, son necesarias más investigaciones que aporten información sobre la composición cualitativa y cuantitativa de las fracciones volátiles y no volátiles en vainas curadas de vainilla y sus extractos. También se detectó la necesidad de estandarizar técnicas de separación y caracterización con la finalidad de establecer perfiles de comparación entre diferentes extractos y variedades de vainilla.

Agradecimientos

A la Universidad de las Américas Puebla y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(CONACyT, México) por el financiamiento recibido para la realización de este trabajo.

Referencias

- Anandaraj, M., Rema, J., Sasikumar, B. y Suseela-Bhai. 2005. Vanilla extension Pamphlet. Printer-Castle, Kochi. India. 1-11.
- Anónimo. Proyecto Chinantla. 2006. Vainilla. Productos forestales no maderables de la Chinantla. 1. (4):1-2. Disponible en:
<http://grupomesofilo.org/folleto-no-maderables.pdf>
- Fecha de consulta: 15 de marzo del 2011.
- Bonfis, C. 1988. Vainilla. *Revista de revisión Facultad de Ciencias UNAM*. 51: 1-2.
- Damirón, R. 2004. La vainilla y su cultivo. Dirección General de Agricultura del Estado de Veracruz. Disponible en:
<http://www.concitver.com/archivosenpdf/EI%20Cultivo%20de%20la%20Vainilla.pdf>.
- Fecha de consulta: 15 de marzo del 2011.
- Dunphy, P. y Bala, K. 2010. Review: A flavor of vanilla. *Perfumer & Flavor*. 35:1-8.
- FAO. 2008. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de vainilla. Disponible en:
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> . Fecha de consulta: 12 de abril del 2011.
- Florza-Martínez, P., López-Herrera, M., Hernández-Fuentes, A., Olmedo-Pérez, G. y Domínguez-Barradas, C. 2007. Efecto del tipo de tutor sobre el contenido de vainillina y clorofila en vainas de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews) en Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Agrícola*. 7: 228-236.
- Gatfield, I. 2002. Ingredientes al día: La biotecnología de los aromas. *Industria Alimentaria* 21:50-58. www.industriaalimentaria.com.
- Fecha de consulta: 13 de marzo del 2011.
- Gatfield, I., Hilmer, J., Weber, B., Hammerschmidt, F. Reib, I., Poutot, G. y Bertram, G. 2007. Chemical and Biochemical changes occurring during the traditional Madagascar vanilla curing process. *Perfumer & Flavor*. 32:1-8.

- Gillette, M. y Hoffman, P. 1992. Vanilla extract. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Wiley New York. 4: 2641-2657.
- Hernández-Hernández, J. 2005. Vanilla production in México. III Congreso Internacional de Vainilla, 15 y 16 de noviembre. Boca del Río, Veracruz, México. Disponible en: http://www.baktoflavors.com/vanilla2005/Hernandez_abstract.html.
- Fecha de consulta: 14 de marzo del 2011.
- Jacobs, M. 1998. The Chemical Analysis of Foods and Food Products. Tercera edición. Van Nostrand Reinhold. New York. 22-24 p.
- John, T.V., y Jamin, E. 2004. Chemical Investigation and Authenticity of Indian Vanilla beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 7644-7650.
- Kaunzinger, A., Juckelka, D. y Mosandl, A. 1997. Progress in the Authenticity Assessment of Vanilla. 1. Initiation of Authenticity Profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45:1752-1757.
- Kouri, E. 2000. La vainilla de Papantla: Agricultura, comercio y sociedad rural en el siglo XIX. *Signos Históricos*. II. (3):105-130.
- Mariezcurrana, M., Zavaleta, H., Waliszewski, K. y Sánchez, V. 2008. The effect of killing conditions on the structural changes in vanilla (*Vanilla planifolia*, Andrews) pods during the curing process. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 1452-1457.
- Morris, S. y Mackley L. 1999. La gran enciclopedia de las especias. Ediciones Hyma-Grupo editorial Edipresse. España. 45 p.
- Negishi, O., Sugiura, K. y Negishi, Y. 2009. Biosíntesis of Vanillin via Ferulic Acid in *Vanilla planiflora*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57:9956-9961.
- Odoux, E., Chauwing, A. y Brillouet, J. 2003a. Purification and Characterization of Vanilla Bean (*Vanilla planiflora* Andrew) α -D-Glucosidasa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51:3168-3173.
- Odoux, E., Escoute, J., Verdeil, J. y Brillouet, J. M. 2003b. Localization of β -D-glucosidase activity and glucovanillin in vanilla bean (*Vanilla planifolia* Andrews). *Annals of Applied Biology*. 92:437-444.
- Palama, T., Khatib, A., Choi, Y., Payet, B., Fock, I., Verpoorte, R. y Kodja, H. 2009. Metabolic Changes in Different Developmental Stages of *Vanilla planifolia* Pods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 7651-7658.
- Ranadive, A. 2006. Chemistry and Biochemistry of Vanilla flavor. *Perfumer & Flavor*. 31: 38-46.
- Rocha, L., Rodríguez, E., y Bezerra. 2007. Análisis multivariado de perfiles obtenidos por cromatografía líquida de alta eficacia para la discriminación de especies vegetales de *Phyllanthus*. *Productos naturales*. 4:11-14.
- Roldán, I., Eleuterio, C., Mata, J., Lara, M. y Paz, J. 1988. El cultivo de la vainilla en Usila, Oaxaca. Organización y Autogestión Campesina. Dirección General de Culturas Populares, SEP. México. 63-65 p.
- Romeu, E. 1999. La vainilla: de Papantla a Papantla, el regreso de un cultivo. <http://www.Conabio.gob.mx/biodiversitas/Vainilla>.
- Fecha de consulta: 15 de marzo del 2011.
- Sachan, D. 2005. Vanilla and its potential in India. *Brief on New Publications*. 17: 1-4.
- SAGARPA. 2008. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Vainilla Beneficiada. Disponible en: <http://siap.sagarpa.gob.mx/vainilla>. Fecha de consulta: 12 de abril del 2011.
- Schwartz, B. y Hofmann, T. 2009. Identification of Novel Orosensory Active Molecules in Cured Vanilla Beans (*Vanilla planifolia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 3729-3737.
- Shyamala, B., Madhava, M., Sulochanamma, G. y Srinivas, P. 2007. Studies on the Antioxidant activities of natural Vanilla Extract and Its constituent compounds through *in Vitro* models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 7738-7743.
- Sinha, A., Sharma, U. K. y Sharma N. 2008. A comprehensive review on vanilla flavor: Extraction, isolation and quantification of vanillin and others constituents. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 59(14): 299-326.
- Sostaric, T., Boyce, M. C. y Spickett, E. 2000. Analysis of the volatile Components in vanilla extracts and Flavoring by Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

48:5802-580.

Soto-Arenas, A. 2006. La vainilla: retos y perspectivas de su cultivo. CONABIO. *Biodiversitas*. 66: 1-9.

Sreedhar, R., Roohie, K., Venkatachalam, L., Narayan, M. y Bhagyalaksmi, N. 2007. Specific Pretreatments Reduce Curing Period of Vanilla (*Vanilla planifolia*) Beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 2947-2955.

Sun, R., Sacalis, J., Chin C. y Still C. 2001. Bioactive Aromatic Compounds from Leaves and Stems of

Vanilla fragrans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 5161-5164.

Tenailleau, E. J., Lancelin, P., Robins, R. J. y Akoka S. 2004. Authentication of the origin of vanillin using Quantitative Natural Abundance ¹³ C NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52:7782-7787.

Vega, J. 1993. Transformación de materiales lignicos a compuestos de alto valor agregado. Seminario de San José, Laboratorio de Polímeros, Universidad de Costa Rica. 1-11 p.