

ELABORACIÓN DE UN SABORIZANTE DE ALMENDRA DULCE

Ariel Ortega Luis^{1,}, Jorge A. Pino^{1,2}, Milenys Rondón¹ y Stephanie Polanco¹*

¹Instituto de Investigación para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, La Habana, C.P. 17100, Cuba.

²Dpto. de Alimentos, Instituto de Farmacia y Alimentos, La Habana, Cuba.

E-mail: *ariel@iia.edu.cu*

Recibido: 09-12-2021 / Revisado: 15-12-2021 / Aceptado: 22-12-2021 / Publicado: 04-01-2022

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar un saborizante de almendra dulce tostada. El saborizante presentó 17 componentes para una concentración de 6,99 % m/m. Los aldehídos y cetonas fueron cualitativamente superiores, pero desde el punto de vista cuantitativo fueron los alcoholes seguidos de aldehídos y cetonas. Los cinco compuestos de mayor aporte sensorial fueron tres aldehídos con notas a malta, herbáceo y especiada, una pirazina con notas a café, nuez, tostado y madera y un éster con notas a melocotón cremoso, graso afrutado y mantecoso. La evaluación de la calidad sensorial del saborizante aplicado en leche saborizada a una dosis de 0,04 % obtuvo una puntuación media de 4,3 (S = 0,4) que corresponde a una calificación de bueno.

Palabras clave: sabor almendra dulce, GC-MS, evaluación sensorial.

ABSTRACT

Preparation of a sweet almond flavoring

The objective of this work was to develop a toasted sweet almond flavoring. The flavoring presented 17 components for a concentration of 6.99% w/w. The aldehydes and ketones were qualitatively higher, but from a quantitative point of view were the alcohols followed by aldehydes and ketones. The five compounds with the sensory highest contribution were three aldehydes with malt, herbaceous and spicy notes, a pyrazine with a brown, nutty, roasted and woody notes and an ester with creamy, fatty, fruity and buttery peach notes. The evaluation of the sensory quality of the flavoring applied to flavored milk at a dose of 0.04% obtained a mean score of 4.3 (S = 0.4) which corresponds to a good rating.

Keywords: sweet almond flavor, GC-MS, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

La almendra dulce es un término aplicado a la semilla del almendro (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb), una especie dentro de la familia de las Rosáceas. En las almendras tostadas, el calor genera nuevos productos volátiles a través de una serie de reacciones, oxidación de lípidos, pirolisis de los azúcares y reacciones de Maillard. Los compuestos volátiles resultantes de las reacciones de Maillard incluyen al 2-furfural, 2,5-dimetilpirazina, 2-etilpirazina, 2-metilpirazina, 2-acetilpirrol, y 2- y 3-metilbutanal (1-8).

**Ariel Ortega-Luis: Licenciado en ciencias farmacéuticas (U.H, 1995) y Doctor en Ciencias de los Alimentos (IFAL, 2014). Investigador Auxiliar. Trabaja en la investigación y desarrollo de saborizantes líquidos y en polvo, emulsiones, esencias y extractos naturales para uso en nuevos productos y para la industria. Es miembro del consejo científico del IIA y profesor Asistente de la Universidad de la Habana.*

Los furanos, como el 2-furfural y el alcohol furfurílico, también son reportados frecuentemente en almendras tratadas térmicamente y tienen un olor a almendras dulces/pan y azúcar cocido, respectivamente (2). Aunque estos compuestos tienen un umbral de olor alto (3,0 y 1,9 mg/L, respectivamente), el 2-furfural y alcohol furfurílico se informaron en concentraciones superiores al umbral de olor en almendras Comuna tostadas (2).

En la almendra se destacan los aldehídos, como el hexanal de nota herbácea y los compuestos 2- y 3-metilbutanal y metional que tienen muy bajos umbrales de olor en aceite (0,01; 0,0054 y 0,0002 mg/kg, respectivamente) y son incluidos con frecuencia en estudios de compuestos volátiles de almendras tostadas, donde aportan notas a chocolate, malta y papa cocida a las muestras, respectivamente (9-10). Los compuestos 2- y 3-metilbutanal se encontraron en concentraciones por encima del umbral en Butte/Padre (4), Nonpareil (7) y almendras españolas fritas (6), mientras que concentraciones supraumbrales de metional fueron reportadas en almendras Nonpareil (7), así como Marcona y Comuna (2).

El estudio de Erten y Cadwallader (7) es el trabajo más completo realizado hasta la fecha sobre la contribución sensorial de los compuestos volátiles en la almendra dulce cruda, tostada y tostada en aceite. Un total de 17 compuestos fueron detectados, que incluyeron seis aldehídos, dos cetonas, dos compuestos nitrogenados, un compuesto azufrado, dos ácidos, un furanona y tres compuestos desconocidos. El compuesto predominante del aroma fue la 1-octen-3-ona (olor a hongo) con el valor mayor del factor-FD de 27. El resto de los componentes, principalmente aldehídos tuvieron bajos valores de factor-FD de 3, indicando que individualmente estos compuestos hacen un poco contribución al aroma. El bajo valor de factores-FD de los compuestos detectados está de acuerdo con el débil aroma de las almendras. Según plantean estos autores, las principales vías de formación de los compuestos del aroma en las almendras, es mediante la reacción de Maillard, degradación de los lípidos y de los azúcares.

El desarrollo de un saborizante de almendra dulce tostada, permite a la industria aumentar el surtido de nuevos sabores para ofertar a la población. Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un saborizante de almendra dulce tostada para leche saborizada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los compuestos volátiles de la almendra dulce fueron aislados de almendras tostadas adquiridas en Alicante (España) las cuales fueron almacenadas en refrigeración y en envases de polietileno hasta su análisis. El procedimiento seguido fue el mismo reportado antes (6). Las almendras molidas (1 g) se colocaron con 2 mL de una solución de NaCl 2 M y una barra de agitación en un vial de 8 mL con tapa de rosca y membrana de politetrafluoroetileno/silicona. La fibra de SPME utilizada fue divinilbenceno/carboxeno/polidimetilsiloxano (DVB/CAR/PDMS) de 50/30 mm, StableFlex y 1 cm de largo (Supelco, Bellefonte, PA, EE.UU.). El vial se colocó en un baño de agua a 50 °C y con agitación a 500 min⁻¹. Después de 10 min de equilibrado de la muestra, se realizó la extracción por 30 min. La fibra se desorbió inmediatamente en el puerto de inyección del GC-MS a 250 °C durante 12 min (modo *splitless*). Se hicieron corridas en blanco antes del análisis de la muestra para asegurarse de que no hubiera contaminación.

El análisis de los compuestos volátiles se hizo en un GC-MS QP-2010 Ultra (Shimadzu, Japón) que operó en modo de ionización electrónica (EI 70 eV). Las temperaturas de la fuente de iones y de la línea de transferencia de GC-MS fueron de 230 y 250 °C, respectivamente. Se utilizó una columna de 30 m x 0,25 mm x 0,25 mm de DB-Wax (J&W Scientific, Folsom, CA, EE.UU.) que se programó de 50 °C por 2 min hasta 280 °C a 4 °C/min e isotérmico final por 10 min. Se utilizó helio como gas portador (1 mL/min). La identificación de los compuestos se realizó en modo de barrido completo (m/z 30 a 400) comparando los espectros de masas con los de los compuestos estándar y bases de datos comerciales (NIST 05, NBS 75 k, Wiley 6 y Adams 2001). Además, la identificación se realizó por comparación de los índices de retención lineales (IRL) determinados con una serie de *n*-alcanos (C₈ a C₂₀) con los de compuestos patrones. La evaluación semicuantitativa de la concentración de cada componente se estimó por normalización interna, basado en la comparación del porcentaje de área del pico cromatográfico con respecto al área cromatográfica total.

Para desarrollar el sabor de almendra tostada dulce fueron utilizados aromáticos químicos autorizados en alimentos y reconocidos como seguros por la FDA y el Concilio Europeo y etanol de 95 °GL empleado como

disolvente para las sustancias aromáticas incorporadas. El proceso de formulación del saborizante se realizó tomando en cuenta la información en la literatura sobre componentes volátiles presentes en la almendra (1-8) y la experiencia del saborista.

Cada formulación se elaboró pesando 50 g del total de los compuestos que componen el sabor, efectuando los ajustes cuantitativos y cualitativos mediante el método de evaluación de olores sobre tiras aromáticas (11). La mezcla de disolvente y sustancias aromáticas se agitó con un agitador magnético durante 30 min, hasta lograr su total disolución. La preparación se mantuvo en reposo 24 h en un recipiente de color ámbar, debidamente tapado para estabilizar las presiones de vapor y reacciones químicas entre los constituyentes y con el disolvente, lo cual permitió conformar el aroma.

En el sabor se analizó la distribución cuantitativa por grupo químico y el aporte sensorial de cada componente a través del cálculo de su unidad de olor (Uo) que corresponde al cociente entre la concentración del componente (ppb) y su umbral de detección en agua (ppb) el cual fue obtenido de la base de datos desarrollado en el departamento. En el análisis se consideró la dosis de saborizante aplicada en el producto final. Los valores previamente se llevaron a notación logarítmica para facilitar el análisis. Así, toda contribución mayor que cero indicará un aporte positivo del compuesto en el aroma.

En las evaluaciones de la calidad del olor y sabor del saborizante de almendra tostada dulce se usó una comisión de 10 catadores adiestrados y una escala de cinco puntos: excelente (5); muy bueno (4); bueno (3); regular (2); malo (1). En el procesamiento de los datos se calculó el valor medio y la desviación estándar (12). El saborizante fue caracterizado con las determinaciones siguientes: apariencia, sabor, densidad a 20 °C (13) e índice de refracción a 20 °C (14).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta los 35 compuestos identificados en la muestra analizada de almendra dulce tostada. Se aprecia que los aldehídos y cetonas resultaron el grupo químico mayoritario con 85,3 % del total de compuestos identificados con presencia de compuestos de impacto como el benzaldehído, 2 y 3-metilbutanal y el 2-furfural. Como segundo grupo con 9,7 % resultaron las

pirazinas con 2,5 y 2,6-dimetilpirazina y 3-etil 2,5-dimetilpirazina que son compuestos de impacto y aportan notas a nuez, café y a tostado. Estas sustancias también fueron reportadas por diversos autores (4-6, 15-20). Sin embargo, los aldehídos C5-C11 son productos comunes de oxidación del ácido oleico y linoleico y se informa en concentraciones muy variables en los estudios de almendras amargas (6).

El saborizante de almendra que resultó de mejor y más intenso buqué de almendra dulce tostada, fue definido por la totalidad de catadores expertos en la evaluación olfativa. La composición por clases químicas (Fig. 1) presentó un mayor porcentaje cualitativo de aldehídos-cetonas y otros compuestos, destacando el 3-metilbutanal, 2-etil-3,5-dimetilpirazina y 2,5-dimetilpirazina, reportados de impacto (2-8). Desde el punto de vista cuantitativo resultan mayoritario los alcoholes y el grupo de aldehídos-cetonas, que también fue mayoritario en el estudio de identificación realizado (Tabla 1), el cual presentó el benzaldehído como compuesto clave de la nota de almendra cruda (4, 6, 18-22). Dentro de los alcoholes fue mayoritario el alcohol bencílico que presenta nota floral, fenólica y tiene la cualidad de fijar los aromas por su elevada presión de vapor, este compuesto también fue reportado en nuestro estudio (Tabla 1) y por varios autores (6, 18-20).

El aporte sensorial de cada componente según la dosis de saborizante utilizada (Fig. 2) muestra 17 componentes que integran el sabor almendra para una concentración de 6,99 % m/m. La mayor parte de los compuestos que conforman este sabor están reportados por diversos autores (2-8) y otros son incorporados como parte del proceso de creación que permiten diferenciar un mismo tipo de sabor. De los compuestos presentes en la formulación los que más aportan sensorialmente de acuerdo a su elevada concentración y bajo umbral de detección, fueron el 3, 4, 5, 7 y 10, que corresponden a tres aldehídos con notas a malta, herbáceo y especiada, respectivamente, una pirazina con notas a quemado, café, nuez, tostado y madera y un éster con notas a melocotón cremoso, graso afrutado y mantecoso (23).

La evaluación de la calidad sensorial del saborizante aplicado en leche de vaca a una dosis, determinada previamente mediante pruebas de observación de 0,04 %, obtuvo una puntuación media de 4,3 (S = 0,4) que

Tabla 1. Compuestos volátiles identificados en la almendra dulce tostada

Compuesto	IRL ^a	Descriptor de olor ^b	%
butanal	806	pungente	0,11
butan-2-ona	907	albaricoque	0,16
2-metilbutanal	915	malta, chocolate	9,35
3-metilbutanal	987	malta, chocolate	1,61
pentanal	987	frutal, fermentado	3,12
disulfuro de dimetilo	1079	cebolla	0,32
hexanal	1088	herbal,	59,60
heptan-2-ona	1189	frutal, especiado	0,16
heptanal	1191	graso, rancio	0,89
(<i>E</i>)-2-hexenal	1226	graso, verdoso	0,29
pentan-1-ol	1262	frutal	3,73
2-metilpirazina	1274	cacao, nuez tostada	2,02
octanal	1295	naranja	0,26
2,5-dimetilpirazina	1328	cacao, nuez tostada	3,26
(<i>E</i>)-2-heptenal	1331	verdoso	0,19
2,6-dimetilpirazina	1335	nuez, café	0,86
2,3-dimetilpirazina	1352	nuez, café, cacao	0,19
trisulfuro de dimetilo	1384	col	0,16
2-etil-6-metilpirazina	1391	papa tostada	0,42
2-etil-5-metilpirazina	1396	nuez, tostado	0,94
nonanal	1400	verde	0,84
trimetilpirazina	1409	tostado	0,89
(<i>E</i>)-2-octenal	1436	graso, pepino	1,24
3-etil-2,5-dimetilpirazina	1450	tostado	0,63
1-octen-3-ol	1461	dulce, terroso	0,13
heptan-1-ol	1465	hongo, herbal	0,08
2-furfural	1476	madera, almendra	4,63
decanal	1506	floral, cítrico	0,08
benzaldehído	1532	almendra amarga	1,44
octan-1-ol	1567	cítrico	0,29
		caramelo, almendra	
5-metil-2-furfural	1580	amarga	0,58
fenilacetaldehído	1635	floral, miel	0,74
alcohol furfurílico	1651	azúcar quemada	0,65
alcohol bencílico	1791	quemado	0,03
2-feniletanol	1812	rosa	0,11

^aL: índice de retención lineal. ^b Descriptor de olor (24)

Grupos químicos

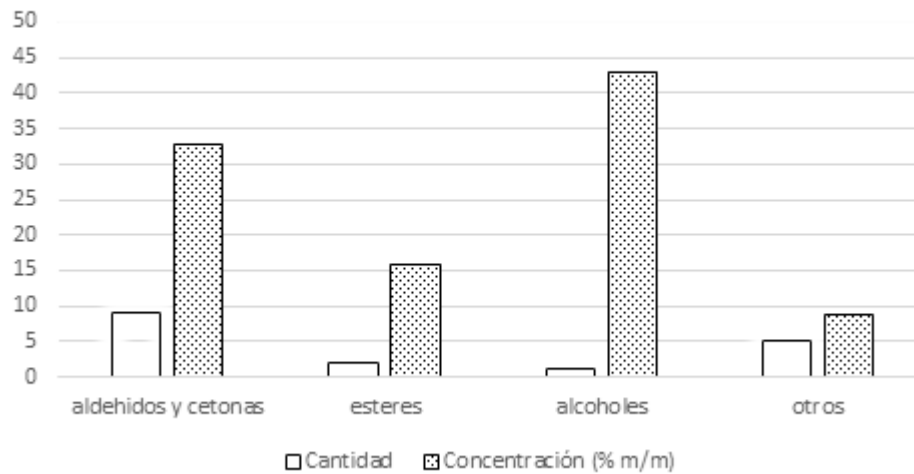


Fig. 1. Distribución por grupos químicos del saborizante.

Log Uo

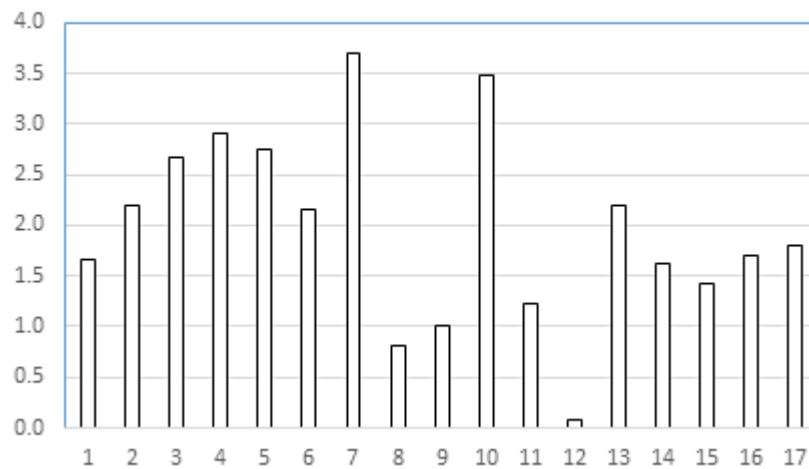


Fig. 2. Unidades de olor (Uo) para el saborizante.

corresponde a una calificación de bueno. La Tabla 2 presenta los promedios de la caracterización física, química y sensorial del saborizante desarrollado. En su aspecto el sabor no presentó turbidez, partículas en

suspensión ni sedimentos, durante su elaboración, tiempo de reposo y aplicación, mostrando en todo momento la misma apariencia y sabor característico.

Tabla 2. Caracterización del saborizante de almendra dulce tostada

Característica	Resultado
Apariencia	Amarillo pálido
Sabor	Almendra tostada
Densidad a 20 °C (g/mL)	0,8273 (0,001)
Índice de refracción a 20 °C	1,3685 (0,002)

Valor medio (desviación estándar); n = 3

CONCLUSIONES

Se identificaron 35 compuestos volátiles en la almendra dulce tostada donde el mayor porcentaje correspondió a los aldehídos y cetonas con 85,3 %. El saborizante de almendra dulce presentó 17 componentes para una concentración de 6,99 % m/m. El mayor porcentaje cualitativo fue de aldehídos y cetonas y cuantitativos fue de los alcoholes, seguido de aldehídos y cetonas, los que son responsables del sabor a almendra tostada. Los cinco compuestos de mayor aporte sensorial fueron tres aldehídos con notas a malta, herbáceo y especiada, una pirazina con notas a quemado, café, nuez, tostado y madera y un éster con notas a melocotón cremoso, graso afrutado y mantecoso. La evaluación de la calidad sensorial del saborizante aplicado en leche a una dosis de 0,04 % obtuvo una calificación de bueno.

REFERENCIAS

1. Sathe S, Teuber S., Gradziel T, Roux K. Electrophoretic and immunological analyses of almond (*Prunus dulcis* L.) genotypes and hybrids. *J Agric Food Chem* 2001; 49:2043-52.
2. Vazquez-Araújo L, Enguix L, Verdú A, García-García E, Carbonell-Barrachina Ai. Investigation of aromatic compounds in toasted almonds used for the manufacture of turrón. *Eur Food Res Technol* 2008; 227:243-54.
3. Vazquez-Araújo L, Verdú A, Navarro P, Martínez-Sánchez F, Carbonell-Barrachina Ai. Changes in volatile compounds and sensory quality during toasting of Spanish almonds. *Int J Food Sci Technol*. 2009; 44:2225-33.
4. Xiao L, Lee J, Zhang G, Ebeler SE, Wickramasinghe N, Seiber J, Mitchell A. HS-SPME GC/MS characterization of volatiles in raw and dry-roasted almonds (*Prunus dulcis*). *Food Chem* 2014; 151:31-9.
5. Manzano P, Diego JC, Bernal JL, Nozal MJ, Bernal J. Comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled with static headspace sampling to analyze volatile compounds: Application to almonds *J Sep Sci* 2014; 37:675-83.
6. Valdes A, Beltrán A, Karabagias I, Badeka A, Kontominas M, Garrigos M. Monitoring the oxidative stability and volatiles in blanched, roasted and fried almonds under normal and accelerated storage conditions by DSC, thermogravimetric analysis and ATR-FTIR. *Eur J Lipid Sci Technol* 2015; 117:1199-1213.
7. Erten E, Cadwallader K. Identification of predominant aroma components of raw, dry roasted and oil roasted almonds. *Food Chem* 2017; 217:244-53.
8. Franklin L, Chapman D, King E, Mau M, Huang G, Mitchell A. Chemical and sensory characterization of oxidative changes in roasted almonds undergoing accelerated shelf life. *J Agric Food Chem* 2017; 65:2549-63.
9. Parker J. Thermal generation of aroma. En: Parker J, Elmore S, Methven L (Eds.) *Flavour Development, Analysis and Perception in Food and Beverages*, Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 2015.

10. Luebke B. The Good Scents Company; disponible en: <http://www.the-good-scents-company.com/pricoffr.html>. Acceso 10 Agosto 2021.
11. NC-ISO 5496:1992 Análisis sensorial—metodología—iniciación y entrenamiento de jueces en la detección y reconocimiento de olores, Cuba.
12. Zamora E, Duarte C. Metodología para el control de la calidad de los aromas, en CICTA VI, marzo, Palacio de las Convenciones, La Habana, 1998.
13. NC-ISO 279. Determinación de la densidad relativa en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2003.
14. NC-ISO 280. Determinación del índice de refracción en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2204.
15. Rinaldi A. The scent of life. EMBO Rep 2007; 8: 629-3.
16. Varela P, Salvador A, Fiszman S. On the assessment of fracture in brittle foods II. Biting or chewing. Food Res Int 2009; 42:1468-74.
17. Belitz H, Grosch W, Schieberle P. Lipids. En: Food Chemistry. 4th ed.; Springer-Verlag, Berlin, Germany; 2009.
18. Mexis S, Badeka A, Chouliara E, Riganakos K, Kontominas M. Effect of α -irradiation on the physicochemical and sensory properties of raw unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). Innov Food Sci Emerg Technol 2009; 10:87-92.
19. Mexis S, Kontominas M. Effect of oxygen absorber, nitrogen flushing, packaging material oxygen transmission rate and storage conditions on quality retention of raw whole unpeeled almond kernels (*Prunus dulcis*). LWT 2010; 43:1-11.
20. Rogel-Castillo C, Zuskov D, Chan BL, Lee J, Huang G, Mitchell A. The effect of temperature and moisture on the development of concealed damage in raw almonds (*Prunus dulcis*). J Agric Food Chem 2015; 63:8234-40.
21. Moayedi A, Rezaei K, Moini S, Keshavarz B. Chemical compositions of oils from several wild almond species. J Am Oil Chem Soc 2011; 88:503-8.
22. Agila A, Barringer S. Effect of roasting conditions on color and volatile profile including HMF level in sweet almonds (*Prunus dulcis*). J Food Sci 2012; 77:C461-8.
23. Leffingwell & Associates. Odor Detection Threshold and References. Disponible en: <http://www.leffingwell.com/odorthre.htm>. Acceso 14 septiembre 2021.
24. Burdock GA. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. Sixth edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA; 2010.