

DESARROLLO DE SABORIZANTES PARA LICORES (NARANJA DULCE Y LIMÓN)

Ariel Ortega Luis^{1,3}, Yohansel Aragüez¹, Milenys Rondón¹, Isabel Rivero Paez², Edel Hernández Bustos², Osley Suweaut García², Jose Dunieski Sardiñas², Marien Silva Mendoza², Tamara Rodríguez Medina², Anaily Alba González³.

*¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.
Carretera al Guatao km 3 ½, La Habana CP 19200, Cuba. E-mail: ariel@iia.edu.cu*

² Empresa CubaRon S. A. de Cárdenas

³ Departamento de Alimentos: Instituto de Farmacia y Alimento (IFAL)

Recibido: 02-04-2024 / Revisado: 15-04-2024 / Aceptado: 21-04-2024 / Publicado: 30-08-2024

RESUMEN

Cuba se destaca por ser una gran productora de ron y licores, marcando la diferencia a escala internacional por la calidad exquisita de nuestras bebidas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar saborizantes de naranja y de limón para licores. El naranja presentó 7 componentes aromáticos para una concentración 0,13 % m/m y una esencia destilada con 99,87 % m/m, en su distribución química predominaron los ésteres, cetonas y aldehídos como el octanal y decanal. En el

limón se incorporaron 3 sustancias aromáticas de concentración 0,18 % m/m, a una esencia destilada, que resultó el 99,82 % m/m, las sustancias que prevalecen son las cetonas y aldehídos, donde destaca el citral. Los saborizantes naranja y limón, fueron aplicados en licores, en dosis de 4,0; 9,7 mL/L respectivamente, y fueron calificados como muy bueno por los catadores.

Palabras Clave: licor, saborizante, naranja, limón, evaluación sensorial.

ABSTRACT

Development of flavoring for liquors (sweet orange and lemon).

Cuba stands out for being a great producer of rums and liquors, making a difference internationally with the exquisite quality of our drinks. The aim of this work was to develop orange and lemon flavoring for liqueurs. The orange presented 7 aromatic components for a concentration of 0, 13% m/m and a terpeneless essence with 99,87% m/m. Esters, ketones and aldehydes such as octanal and decanal predominated in its chemical distribution. In the lemon, 3 aromatic substances with a concentration of 0,18% m/m were incorporated into a terpeneless essence, which was 99,82% m/m. The predominant substances are ketones and aldehydes, where citral stands out. The orange and lemon flavoring were applied in liqueurs, in doses of 4,0; 9,7 mL/L respectively, and were evaluated as very good by tasters.

Keywords: liquor, flavoring, orange, lemon, sensory evaluation

INTRODUCCIÓN

La naranja dulce es una fruta cítrica que proviene de la especie *Citrus sinensis L.*, cuyo origen se remonta al Asia, aunque se ha extendido en la región Mediterránea y en el resto del mundo (1). La naranja es ácida, con pH entre 2,5 y 3,0 según la madurez, sin embargo, gracias a su contenido de azúcares simples no destaca tanto el sabor ácido. El componente nutricional más importante es el ácido ascórbico (vitamina C) (2). De la naranja, no solamente se aprovechan su jugo, sino de la cáscara se pueden obtener pectina y aceite esencial. Este último representa el 1,5% en peso del fruto, en el cual el componente mayoritario es el monoterpeno D-Limoneno además, de hidrocarburos alicíclicos y aromáticos, alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres, en su mayoría insolubles en agua, pero fácilmente solubles en alcohol, éter y aceites vegetales. Estos aceites tienen varios usos en las industrias de alimentos, perfumería y farmacéutica (3).

El limón pertenece al género *Citrus*, donde se desarrolla comúnmente en regiones tropicales, subtropicales y semitropicales. La corteza o cáscara se la utiliza para la extracción de aceite esencial, el cual es muy útil en la industria cosmética y alimentaria. El aceite de limón, contiene aproximadamente 2% de sustancias no volátiles, mientras que, las sustancias volátiles se distribuyen en 18 alcoholes, 16 aldehídos, 11 ésteres, 3 cetonas, 4 ácidos, y 23 hidrocarburos. Los componentes mayoritarios del aceite esencial obtenido por prensado de la cáscara son: 63 % limoneno (Monoterpeno monocíclico), 12 % beta-pineno (Monoterpeno Bicíclico) y 9 % gama-terpineno (Monoterpeno monocíclico) (4).

Para elaborar esencias cítricas solubles y ser aplicados en licores se requiere un proceso de destemperación hidroalcohólicas del aceite esencial. En la destemperación un disolvente polar como la mezcla etanol-agua, extraerá moléculas polares del aceite esencial que resultan ser los compuestos oxigenados de mayor impacto en el aroma y que rara vez representan más del 1% (5). Es por ello que se logra separar en la fracción apolar mayormente el limoneno, un monoterpeno apolar, que está entre 60-95% en el aceite de naranja o un 48 % en aceite esencial de limón (6).

Los saborizantes están conformados por sustancias aromáticas de diverso impacto sensorial, las cuales pueden ser naturales, artificiales o mezcla de ambas (7). Actúan intensificando el sabor propio del alimento o logran conseguir un sabor y/o aroma novedoso que sea más atractivo por el consumidor. La elaboración de saborizantes de naranja y limón validados por su inocuidad y con gran potencial inventivo resulta una alternativa factible para su uso en la cartera de licores.

En Cuba, la Ronera de Cárdenas de Matanzas, mantiene una producción estable de licores, entre los de mayor demanda se encuentran el licor de naranja (triple sec) y limón, ambos elaborados a partir de saborizantes importados. La propuesta

entonces, de saborizantes producidos a escala nacional y que reúnan los requisitos de calidad es de utilidad. Este trabajo tiene como objetivo desarrollar saborizantes de naranja y de limón para licores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas empleadas fueron:

Aceite esencial de naranja exprimido en frío, líquido transparente y de color amarillo intenso en apariencia, con olor a fruta fresca (naranja), sin notas oxidadas ni olores ajenos al producto (8); su densidad: $0,8450 \pm 0,001$ g/ml (9); índice de refracción: $1,4740 \pm 0,001$ (10) y contenido de compuestos carbonilos: $1,6 \pm 0,7$ % expresado como decanal (11).

Aceite esencial de limón exprimido en frío, líquido transparente de color amarillo pálido a intenso en apariencia, con olor a limón, sin notas oxidadas ni olores ajenos al producto (NC ISO 5496); su densidad: $0,855 \pm 0,003$ g/mL (9); índice de refracción: $1,4750 \pm 0,001$ (10); contenido de compuestos carbonilos: $4,0 \pm 1,0$ % expresado como citral (11).

Alcohol etílico clase A % Alc-Vol: 95,3 (12).

Agua tratada desmineralizada, obtenida mediante resina de intercambio iónico en ciclo sódico y cloruro de sodio (calidad alimentaria).

Azúcar refino clase A (13) para preparar los licores.

Para la preparación de las esencias destiladas de naranja y limón se utilizó el procedimiento descrito en la patente de Ortega (14), donde se empleó la relación aceite esencial/disolvente (1:10 % m/m). Para impartir las notas de jugo de naranja y de limón se incorporó a las esencias diferentes sustancias aromáticas, características del jugo de naranja y de limón y reportados por varios autores (6, 15-16, 18-19).

Cada formulación de saborizante se elaboró pesando 50 g del total de los compuestos que integran el sabor, efectuando los ajustes cuantitativos y cualitativos mediante el método de evaluación de olores sobre tiras aromáticas (8). En cada preparación se pesó el disolvente en un vaso de precipitado, al cual se añadieron las sustancias aromáticas siguiendo el orden establecido en la formulación. La mezcla de disolvente y sustancias aromáticas se agitó con 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 que permitió conformar el aroma.

Como parte del desarrollo de los saborizantes de limón y naranja se analizó la distribución cuantitativa por grupo químico y el aporte sensorial de cada componente a través del cálculo teórico de su valor de actividad de olor (VAO) que corresponde al cociente entre la concentración del componente (μ g/L) y su umbral de detección en agua (μ g/L) (20), el que fue obtenido de la base de datos del Departamento de Aromas. En el análisis se consideró la dosis de saborizantes aplicada en el licor.

Los saborizantes fueron caracterizados con las determinaciones siguientes: apariencia, densidad relativa a 20° C (9) e índice de refracción a 20° C (10). Se determinó a cada licor el porcentaje de etanol (12) y contenido de sólidos solubles (21).

La evaluación de la intensidad del olor de los saborizantes desarrollados se realizó mediante el método de tiras olfativas, mientras que, la evaluación del sabor se efectuó adicionando el saborizante en un licor base que estaba conformado por 56 % m/m de agua tratada, 29 % m/m de azúcar refino y 15 % m/m de etanol, donde se determinó su calidad sensorial mediante una escala de cinco puntos desde excelente (5); muy bueno (4); bueno (3); regular (2) hasta malo (1) (22).

La evaluación sensorial final de los licores con la adición de los saborizantes naranja y limón desarrollados se realizó mediante el procedimiento analítico de evaluación sensorial (PAES) para licores (23). Para facilitar la evaluación, se empleó como estándar o patrón de calidad sensorial, un licor, que representaba la excelencia de los atributos de cada sabor. En la ejecución de las pruebas sensoriales participaron un total de 5 catadores adiestrados de la Ronera de Cárdenas.

En la preparación de los licores se aplicó las formulaciones y normas de consumos aprobadas por la corporación Cubaron para la fabricación de cada tipo de licor. Se realizó la mezcla de todos los ingredientes y se presentaron tres variantes de cada tipo de saborizante en conjunto con una muestra estándar o patrón, con una relación de dosis de 50, 100 y 120 ó 150 % de acuerdo con el índice de consumo establecida para cada sabor evaluado. El licor se dejó en reposo un tiempo de maduración de 7 días, antes de su evaluación sensorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de área total de siete compuestos claves en el aceite esencial de naranja y en la fase terpénica producto de la desterpenación.

Se observa que el aceite esencial de naranja dulce tiene un contenido de limoneno entre el 90 y el 97 % (*C. sinensis*), aunque este porcentaje puede ser hasta un 64 % (24). El mayor contenido de compuestos oxigenados extraídos en la esencia fue de linalol seguido de octanal y decanal de notas a cítrico, floral, dulce, a madera, cerosa, con matiz de cáscara verde que en su conjunto contribuyen en el aroma de la naranja (15-18). La eficiencia de extracción en la esencia soluble fue 79,1 %, definida como la relación porcentual entre la masa de compuestos oxigenados en la esencia con relación a la presente en el aceite esencial de partida. Estos resultados coinciden con los de Owusu (25); donde obtuvieron extractos alcohólicos con 80 % de compuestos oxigenados.

Tabla 1. Desterpenación de aceite esencial de naranja

Componente	Aceite esencial de naranja (% de área total)	Hidrocarburos* monoterpenicos (Fase terpénica)	Compuestos* oxigenados (Esencia)
Limoneno	92,50	75,90	16,60
Octanal	0,33	0,06	0,27
Decanal	0,34	0,12	0,22
Linalol	0,72	0,09	0,63
Geranial	0,11	0,02	0,09
β -Sinensal	0,05	0,02	0,03
α -Sinensal	0,03	0,02	0,01

*Ortega y colaboradores (14)

En la Tabla 2 se presenta el área total de cuatro compuestos claves identificados en el aceite esencial de limón y en la fase terpénica de la desterpenación.

En la esencia la mayor extracción de compuestos oxigenados a partir del disolvente utilizado en la patente de Ortega y colaboradores (14), fueron el neral y geranial con 92 y 90 % respectivamente, el conjunto de estas dos sustancias contribuye significativamente a la calidad de sabor y aroma a

limón. El contenido total de los compuestos oxigenados fue de 5,08 (% de área total), este contenido resultó mayor que el obtenido por Skiff (26). La esencia presentó una eficiencia en

la extracción de compuestos de impacto de 90,1 %, mientras que, para el proceso con etanol diluido es de 79,4 %.

Tabla 2. Desterpenación aceite esencial de limón

Componente	Aceite esencial de Limón (% de área total)	Hidrocarburos* monoterpenicos (Fase terpénica)	Compuestos* oxigenados (Esencia)
Limoneno	67,00	72,34	5,34
Linalol	0,18	0,02	0,16
Neral	2,00	0,19	1,81
Geranial	3,63	0,36	3,27

*Ortega y colaboradores (14)

En la Tabla 3 se muestran la caracterización de las esencias de naranja y limón que constituyen el 99,93 % m/m y 99,82 % m/m de los sabores naranja y limón para licores.

Tabla 3. Caracterización de las esencias de naranja y limón

Parámetros físico-químicos	Esencias	
	Naranja	Limón
Densidad a 20 °C (g/mL)	0,8905 (0,0001)	0,9063 (0,0002)
Índice de refracción a 20 °C	1,3505 (0,0001)	1,3590 (0,0001)

n=3, valor medio (desviación estándar)

El saborizante de naranja (código AN-19b) fue el que mostró en su evaluación olfativa una marcada intensidad de nota a jugo de naranja. Está conformado por la esencia de naranja y por componentes aromáticos agrupados por clases químicas según muestra la Figura 1.

Se observa que la mayor cantidad y concentración de compuestos aromáticos está en el grupo de aldehídos y cetonas, en este grupo se destacan el octanal, un aroma característico de nota cerosa, cítrica con un matiz de cascara verde y decanal con una descripción de cascara cerosa, grasa y cítrica de naranja con una ligera intensidad de melón verde (27), ambos resultan compuestos claves de la nota a naranja

(18). Como segundo grupo están los ésteres que imparten una nota frutal-dulce y floral-cítrica a la preparación y se consideran aromas de contribución.

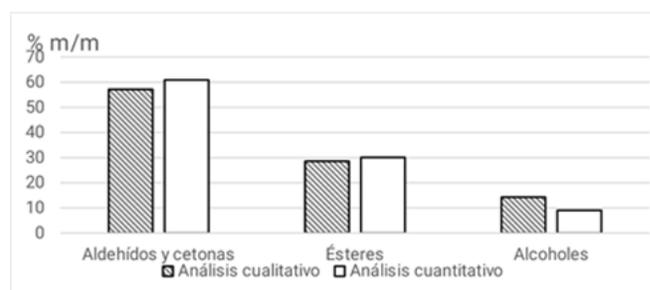


Fig. 1. Distribución por grupos químicos del saborizante de naranja

La Figura 2 muestra la contribución sensorial de cada componente según la dosis aplicada en el licor. El saborizante de naranja presentó 7 componentes para una concentración de 0,13 % m/m, el 99,87 % m/m es la esencia de naranja desterpada. Los compuestos 2 y 4 son los de mayor contribución sensorial, estos corresponden a un éster de nota etérea, afrutado, dulce, con un matiz de uva y cereza (27) y un aldehído de nota floral-cítrico que han sido informados por diferentes autores (17-19; 28) mientras que, las otras sustancias aromáticas son incorporados para reforzar la nota a jugo de este cítrico y que fue requerido como parte del *bouquet* de este tipo de licor.

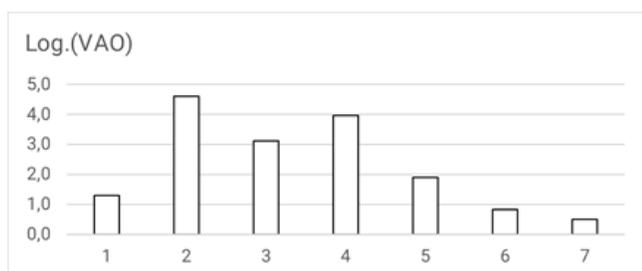


Fig. 2. Valores de actividad de olor (VAO) para el saborizante de naranja

El saborizante de limón No. 3 presentó la mayor persistencia en olor a jugo de limón, según las pruebas olfativas realizadas por catadores expertos del IIIA y catadores adiestrados de la Ronera de Cárdenas. El saborizante presenta componentes aromáticos agrupados por clases químicas según muestra la Figura 3.

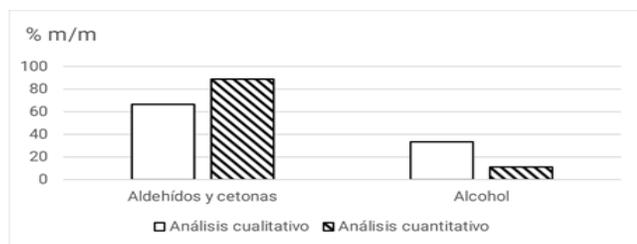


Fig. 3. Distribución por grupos químicos del saborizante de limón

Se observa una mayor cantidad y concentración de compuestos aromáticos en el grupo de aldehídos y cetonas, en este grupo se destaca el citral, de notas a cáscara de limón fresca y jugosa, con un dulce matiz verde picante (27). En la corteza de limón la proporción es aproximadamente 40 % neral y 60 % geranial, mientras que, en el zumo, el citral contiene 5 % neral y 95 % de geranial (15).

La Figura 4 muestra la contribución sensorial de cada componente según la dosis aplicada en el licor. El sabor lo componen 3 sustancias aromáticas para una concentración de 0,18 % m/m, el 99,82 % m/m es la esencia de limón desterpada. El compuesto 2 es el de mayor contribución sensorial, este corresponde a un alcohol oxigenado de notas cítrico, naranja, limón, floral, ceroso y a madera que ha sido informado como clave por diferentes autores (6, 15-16, 29-30).

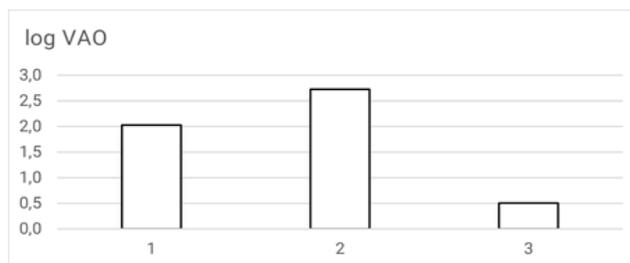


Fig. 4. Valores de actividad de olor (VAO) para el saborizante de limón

En la Tabla 4 se muestran la caracterización de las esencias de naranja y limón que constituyen el 99,93 % m/m y 99,82 % m/m de los saborizantes naranja y limón, respectivamente.

Tabla 4. Caracterización de los saborizantes de naranja y limón

Sabor	Apariencia	Sabor	Densidad a 20 °C (g/mL)	Índice de refracción a 20°C
Naranja AN-19b	Amarillo pálido	A jugo naranja, intensidad marcada	0,9100 (0,003)	1,3585 (0,002)
Limón No. 3	Amarillo pálido	A jugo de limón, intensidad marcada	0,8812 (0,003)	1,3625 (0,002)

n=3 valor medio (desviación estándar)

Los saborizantes de naranja y limón desarrollados no presentaron turbidez, partículas en suspensión ni sedimentos durante su elaboración, en el tiempo de reposo, ni durante su aplicación, mostrando en todo momento la misma apariencia y sabor logrado en su diseño. Su olor a naranja y a limón resultó marcado y su sabor, adicionado al licor base, fue calificado de muy bueno por los catadores. Las especificaciones de los licores de naranja y limón se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Especificaciones de los licores naranja y limón

Tipo de Licor (sabor)	Grado Alcohólico (% v/v)	Concentración ° Brix
Triple sec (naranja)	35-36	25-26
Limón (limón)	25-26	29-31

La calidad sensorial de los licores utilizando la dosis de saborizante establecida de acuerdo a los indicadores de consumo de la Ronera de Cárdenas se muestra en la Tabla 6. En la degustación de los licores con los nuevos saborizantes y en diferentes sesiones por los catadores se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 6. Evaluación sensorial de los licores

Tipo de Licor (Sabor)	Dosis (%)	Dosis (mL/L)	Evaluación cualitativa	Puntuación total
Triple sec (Naranja AN-19b)	50	1,70	Bueno	18,0
	100	3,30	Bueno	18,2
	120	4,00	Muy Bueno	19,7
Limón (Limón No. 3)	50	4,85	Bueno	18,3
	100	9,70	Muy Bueno	19,5
	120	11,64	Bueno	18,2

Licor Triple sec: se aprobó el licor triple sec con el saborizante naranja AN-19b en una dosis de 4,0 mL/L, mostrando que define a naranja, afrutado típico de este licor. Cumple con las características y atributos del procedimiento aplicado para la evaluación sensorial del licor. Sensorialmente no se detectaron diferencias con respecto a la muestra utilizada como estándar para la calificación de su calidad sensorial.

Licor limón: se aprobó el saborizante limón No. 3 en una dosis de 9,7 ml/L. Este se encuentra balanceado en lo referente al olor y sabor con notas a jugo. No hubo diferencias en el sabor con la muestra empleada como estándar o patrón.

CONCLUSIONES

El saborizante naranja desarrollado presentó 7 componentes para una fracción aromática de 0,13 % m/m y el 99,87 % m/m de esencia desterpenada. En su distribución química predominó el grupo de aldehídos y cetonas seguido de los ésteres, donde destacan el octanal y decanal.

En el saborizante limón desarrollado hay 3 sustancias aromáticas para una concentración de 0,18 % m/m, la esencia de limón desterpenada constituye el 99,82 % m/m. Como grupo químico prevalecen aldehídos y cetonas, donde destaca el citral (neral y geranial).

Los saborizantes naranja y limón desarrollados fueron evaluados de muy bueno aplicados en licor y definido en dosis de 4,0 y 9,7 mL/L respectivamente.

REFERENCIAS

Ordúz-Rodríguez J, Garzón C, Diana L Alternancia de la producción y comportamiento fenológico de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Corpoica cienc. tecnol. agropecu* 2012; 13(2):136-44.

2. Duran R. Evolución de los parámetros de calidad de naranja valencia producida en el municipio de chimichagua, cesar - Colombia. *Temas agrarios* 2013; 18(1):66-74.

3. Rueda Y, Lugo M, Parada P. Estudio del aceite esencial de la cascara de naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad valencia) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). *Bistua* 2007; 5(1):3-8.

4. Cueva M, Vargas E. Aceites esenciales de Citrus limon, Piper aduncum y Mentha spicata: Propiedades antioxidantes y aplicaciones específicas en la industria. *TAYACAJA* 2023; 6(2):79-86.

5. Jing L, Lei Z, Li L, Xie R, Xi W, Guan Y, Sumner L, Zhou Z. Antifungal activity of citrus essential oils. *J. Agric. Food Chem* 2014; 62(14): 3011-33.

6. González C, Rambla L, López-Gresa P, Blázquez A, Granell A. Volatile Compounds in Citrus Essential Oils: A Comprehensive Review. *Front. Plant Sci* 2019; 10:12-5.

7. Espinosa J. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Capítulo 4. Métodos de evaluación sensorial. Editorial Universitaria, Habana, Cuba; 2007.

NC- ISO 5496. Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de evaluadores en la detección y reconocimiento de olores. Cuba; 2021.

9. NC- ISO 279. Determinación de la densidad relativa a 20 °C. Cuba; 2003.

10. NC-ISO 280. Determinación del índice de refracción en aceites esenciales y otras sustancias aromáticas. Cuba; 2004.

11. NC-ISO 1279. Aceites esenciales. Determinación del contenido de grupos carbonilos. Cuba; 2006.

12. NC 290. Determinación del grado alcohólico en alcoholes, bebidas alcohólicas destiladas, vinos, licores, bebidas alcohólicas preparadas, cocteles y extractos hidroalcohólicos. Cuba, 2007.

13. NC 377. Azúcares blancos. Especificaciones. Cuba; 2013.

14. Ortega A, Pino J, Villavicencio NM. Procedimiento de obtención de una esencia soluble con bajo contenido de terpenos a partir de aceites esenciales cítricos. Patente 2017/000062.

15. Wang H, HongWei X, Yulong W, Feng Z, Chun H, Long B, Sara S, y Wei Z. Characterization of volatile compounds and microstructure in different tissues of 'Eureka' lemon (*Citrus limon*). *Int J Food Prop* 2022; 25(1): 404-21.

16. Aguilar-Hernández G, Sánchez-Bravo P, Hernández F, Carbonell-Barrachina A, Pastor-Pérez J, Legua P. Determination of the Volatile Profile of Lemon Peel Oils as Affected by Rootstock. *Foods* 2020; 249 (2):241-43.
17. González-Mas C, Rambla L, Alamar C, Gutiérrez A, Granell A. Comparative analysis of the volatile fraction of fruit juice from different Citrus species. *PLoS One* 2011; 6 (7): e22016.
18. Mahattanatawee K, Rouseff R, Valim M, Naim M. Identification and aroma impact of norisoprenoids in orange juice. *J. Agric. Food Chem* 2005; 53(2):393-97.
19. Hinterholzer A, Schieberle P. Identification of the most odour active volatiles in fresh, hand extracted juice of Valencia oranges by odour dilution techniques. *Flavour Fragr J* 1998; 13(1):49-55.
20. Grosch W. Evaluation of the key odorants of foods by dilution experiments, aroma models and omission. *Chem. Senses* 2001; 26(5):533-45.
21. NC 707. Determinación del contenido de sólidos solubles. Cuba; 2013.
22. Duarte C, Ortega AL, Cruz L. Metodología para el adiestramiento de los catadores que se emplearán en la evaluación de la calidad sensorial de los saborizantes. En: Simposio Innovación para la sostenibilidad de la Industria Alimentaria; 2023 Sept 22; La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 2023.
23. PAES. Procedimiento analítico para la evaluación sensorial de los licores. Cuba, 2007.
24. Chen Y, Wu J, Xu Y, Fu M, Xiao G. Effect of Second Cooling on the Chemical Components of Essential Oils from Orange Peel (*Citrus sinensis*). *J Agric Food Chem* 2014; 62(35):8786-90.
25. Owusu-Yaw J, Matthews R, West P. Alcohol Deterpenation of Orange Oil. *J Food Sci* 2006; 51(5):1180-82.
26. Skiff R. Process for producing washed citrus oil flavors. Patente WO2001093703.
27. Burdock GA. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. Boca Raton, FL., CRC Press; 2010.
28. Buettner A, Schieberle P. Evaluation of aroma differences between hand-squeezed juices from Valencia late and Navel oranges by quantitation of key odorants and flavor reconstitution experiments. *J Agric Food Chem* 2001; 49(5):2387-94.
29. Lota L, de Rocca D, Tomi F, Jacquemond C, Casanova J. Volatile components of peel and leaf oils of lemon and lime species. *J Agric Food Chem* 2002; 50(4):796-805.
30. Moufida S, Marzouk B. Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange. *Phytochemistry* 2003; 62(8):1283-92.