

ANÁLISIS SENSORIAL APLICADO A LA CONSERVACIÓN DE AGUAS SABORIZADAS DE FRESA Y PIÑA

Cira Duarte-García^{1,2}, Ariel Ortega-Luis^{1,2}*

¹ *Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3 ½, CP 17100,
La Habana, Cuba. E-mail: cira@iiia.edu.cu*

² *Dpto. Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.*

Recibido: 02-10-2025 / Revisado: 05-11-2025 / Aceptado: 21-11-2025 / Publicado: 30-12-2025

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estudiar el comportamiento sensorial de las aguas saborizadas, una de fresa y piña con edulcorantes a temperatura ambiente y en envases PET durante seis meses. Primeramente, 5 expertos comprobaron la calidad sensorial de los saborizantes añadidos como ingrediente mediante su olfateo en tiras, calificándolos con ayuda del método con especificaciones. La metodología seguida en el estudio de conservación de las aguas coincidió con la empleada en los estudios de durabilidad, por lo que en una sesión inicial siete catadores describieron la apariencia, olor y sabor de ambos productos en tiempo cero, emitiendo un dictamen en una escala de cinco categorías de calidad, desde

pésimo hasta excelente. Dicha descripción sirvió como estándar para las posteriores evaluaciones en el tiempo. En cada evaluación se indicaban los cambios sensoriales percibidos respecto al tiempo cero y a la evaluación anterior. La calidad sensorial de los ingredientes: saborizantes de fresa y piña fueron calificados de excelente, ya que definían al saborizante, sus notas eran típicas y armónicas y su olor en la tira persistía por más de los 30 minutos establecidos. El agua saborizada de piña resultó aceptada hasta los cinco meses y medio, a los 150 días (5 meses) de estudio todavía presentaba una calidad sensorial de buena, con un olor y sabor a piña de intensidad ligera, un sabor ácido y dulzor muy ligero, y color amarillo claro. Mientras que, la de fresa mostró un tiempo de

conservación menor, de tres meses y medio, a los 90 días (3 meses) de estudio los catadores la calificaron como buena, con un color rosado claro, olor y sabor ligero a fresa, dulzor muy ligero y sabor ácido ligero.

Palabras clave: calidad sensorial, aguas saborizadas, conservación

ABSTRACT

Sensory analysis applied to the preservation of strawberry and pineapple flavored waters.

The aim of the research was to study the sensory behavior of strawberry and pineapple flavored waters with sweeteners at room temperature and in PET containers for six months. First, 5 experts checked the sensory quality of the added flavorings as an ingredient by smelling them on strips, rating them with the help of the method with specifications. The methodology followed in the water conservation study coincided with that used in the durability studies, so in an initial session seven tasters described the appearance, smell and taste of both products at time zero, issuing a judgment on a scale of five quality categories, from very poor to excellent. This description served as a standard for subsequent evaluations over time. Each evaluation recorded the sensory changes perceived compared to time zero and the previous evaluation. The sensory quality of the ingredients strawberry and pineapple flavorings was rated as excellent, as they defined the flavoring, their notes were typical and harmonious, and its scent in the strip persisted for more than the 30 established minutes. The pineapple flavored water was accepted up to five and a half months; at 150 days (5 months) of study it still presented a sensory quality of good, with a light intensity pineapple smell and taste, a very light acidic and sweet taste, and a light-yellow color. While the strawberry flavored water showed a shorter preservation time of three and a half months, at 90 days (3 months) it was qualified for the taster as good, with a light pink color, a light strawberry smell and taste, very light sweetness and a light acidic taste.

Key words: sensory quality, flavored waters, preservation

INTRODUCCIÓN

El término bebidas saborizadas abarca una amplia gama de productos, desde las relativamente simples aguas minerales hasta las bebidas alimenticias. En los últimos años el consumo de este tipo de productos aumentó, especialmente entre la población joven. Normalmente, estas bebidas contienen agua, azúcar, edulcorantes artificiales, ácidos (fosfórico, cítrico, málico, tartárico), cafeína, colorantes, saborizantes, dióxido de carbono, conservantes y sodio, cada uno de estos ingredientes cumplen un papel importante para la elaboración del producto final, algunos contribuyen a mejorar la apariencia para atraer la atención de consumidor y otros ayudan mejorando la vida de anaquel. En el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) han sido desarrolladas aguas saborizadas con fructooligosacáridos, demostrando que su actividad prebiótica influye positivamente en la calidad del producto (1,2).

Existen atributos de las aguas saborizadas que determinan una aceptabilidad relativa por parte del consumidor, como son: apariencia, aroma, sabor, y palatabilidad, lo cual ha conllevado el establecimiento de los perfiles sensoriales de aguas con distintos saborizantes y hasta de sus ingredientes (3,4). Estos atributos muestran variaciones conforme pasa el tiempo, los cuales determinan el tiempo adecuado para que un producto puede mantenerse en el mercado conservando los mismos.

Existen además factores tecnológicos y de formulación que pueden influir en la conservación de una bebida saborizada, como son: a) la pasteurización, b) el envase, que aunque es ligero y resistente, es permeable al oxígeno y al CO₂; y con el tiempo puede degradar sabores y edulcorantes, además, se debe lograr un buen cierre para evitar la recontaminación después de la pasteurización; c) edulcorantes, que pueden degradarse lentamente con el calor o el pH brindar un sabor amargo y en el caso de utilizar sabores artificiales, éstos suelen ser más estables que los naturales, pero pueden perder

intensidad con el tiempo; d) npH, que es un factor de gran valor en el análisis del agua ya que en función de este se verán afectados tanto el sabor, el color y la vida de anaquel de una bebida saborizada.

Considerando que la evaluación de la conservación de un alimento en el tiempo forma parte del desarrollo de un producto, permite asegurar el éxito del mismo y evitar problemas futuros, así como la disponibilidad y beneficios para la salud del agua saborizada, se realizó esta investigación que tiene como objetivo: estudiar el comportamiento sensorial de aguas saborizadas de fresa y piña con edulcorantes a temperatura ambiente y en envases PET durante seis meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se partió de la formulación desarrollada de aguas saborizadas propuesta por Ortega y col (5), donde se definió la relación de los edulcorantes (ciclамато/sacarina) 9:1 % m/m, proporción utilizada en la industria debido a su efecto sinérgico, que mejora el dulzor y enmascara sabores residuales, amargos o metálicos. A las aguas se les incorporó extracto de cúrcuma, para impartir color e incorporar un valor agregado por sus propiedades medicinales. El contenido de polifenoles era de 0,94 mg/L, se destaca que dicho extracto presenta un potencial uso como antinflamatorio, las cuales son atribuidas principalmente al conjunto de compuestos fenólicos (curcumina) contenidos en su rizoma (6). El trabajo de evaluación sensorial experimental se realizó en la sala de cata del laboratorio central del IIIA, que cuenta con los requerimientos ambientales establecidos por la NC ISO 8589 (7).

Las aguas saborizadas se elaboraron con las siguientes materias primas: agua tratada; saborizantes: piña y fresa procedentes de la planta de Aromas del IIIA, extracto de cúrcuma, obtenido mediante un proceso de extracción con disolvente y posterior concentración para obtener un producto con mayor contenido de fenoles (8). Los edulcorantes utilizados fueron ciclamato de sodio y sacarina sódica

(Jiangsu Mupro IFT Corp. de China). Se empleó como preservante: el benzoato de sodio (NT FAC, Jiangsu, China) de código SIN 211 y ácido cítrico anhidro con 99,5 % de pureza del proveedor Shandong Ensign Industry Co. (China) con SIN 330; NC 277 (2003). Para el agua saborizada de fresa se empleó el color rojo *ponceax* 4R con 99 % de pureza (ZhongshDuobi Co. Ltd).

En la fabricación de las aguas saborizadas se realizó la pasteurización previa del agua tratada a 80-85°C, a la cual se había adicionado las materias primas siguientes: benzoato de sodio, ácido cítrico, mezclas de edulcorantes (ciclамато/sacarina) y extracto de cúrcuma, y el color rojo, para el caso del agua de fresa. Al refrescar el producto hasta 60°C se incorporó el saborizante de piña y de fresa a una dosis de 0,8 mL/L previamente determinado en pruebas de observación efectuadas. El proceso se llevó a cabo mediante agitación mecánica durante diez minutos y se garantizó la disolución y homogeneización de todos los ingredientes. El envasado se hizo en caliente (55-65°C) en frascos de tereftalato de polietileno (PET) de 330 mL, bajo condiciones higiénicas controlada.

Se produjeron dos lotes para cada agua saborizada, las que fueron almacenadas a temperatura ambiente ($30 \pm 4^\circ\text{C}$). El muestreo se realizó mensualmente tomando cinco muestras de cada sabor para análisis físicos, químicos, y microbiológicos, realizando las determinaciones correspondientes que permitieran dar respuesta sobre su conservación en el tiempo. Para una realización objetiva del estudio del comportamiento sensorial en el tiempo, antes de comenzar el estudio se comprobó la calidad sensorial de los saborizantes: fresa y piña, utilizados como ingredientes en la elaboración de las aguas. Por lo que cinco expertos en saborizantes olfatearon los saborizantes, aplicado a tiras de acuerdo a los criterios establecidos por el método de olor en tiras olfativas indicado en la NC 5496 (9), y valoraron los atributos establecidos por Duarte (10) mediante el método con especificaciones.

La Tabla 1, exhibe de manera general la boleta suministrada a los expertos, que contiene los atributos a valorar en ambos saborizantes, los posibles defectos a percibir en cada uno de

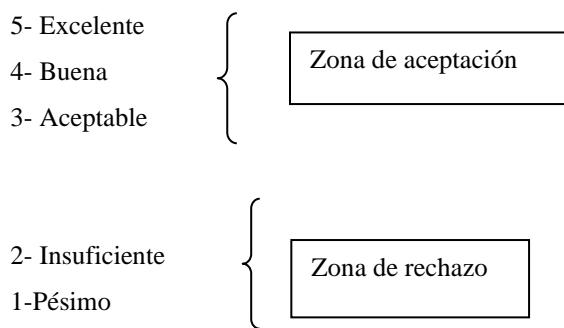
estos, la escala de intensidad utilizada, y sombreada las zonas donde el atributo se encuentra fuera de especificaciones.

Tabla 1. Boleta suministrada a los expertos para la calificación de la calidad sensorial de los saborizantes de fresa y piña utilizados como ingredientes

Dentro (D) Fuera (F)	Atributos	Ausencia	Muy ligera	Ligera	Moderada	Marcada	Muy marcada	Defectos
	Definición del olor							
	Presencia de notas típicas							
	Equilibrio o armonía del saborizante							
	Persistencia							
Listado de posibles defectos por atributos								
Definición del olor		No define al olor del saborizante que representa, desvanecido, desvirtuado						
Presencia de notas típicas		Ausencia de notas típicas que caracterizan al saborizante según su diseño y de acuerdo a la matriz alimentaria para el que fue concebido. Notas típicas que están por debajo o por encima de diseño. Presencia de notas atípicas al saborizante						
Equilibrio o armonía del saborizante		No presenta armonía entre sus notas, sobresale una nota por encima de otra						
Persistencia		Persistencia por debajo de 30 minutos en la tira olfativa, o sea no se detectan las notas finales del saborizante al olfatear la tira olfativa en el tiempo mencionado						

Para el estudio de conservación se aplicó la metodología establecida para la durabilidad (11) y participaron siete catadores adiestrados en saborizantes y el producto, procedentes de la Planta de Aromas y del Laboratorio Central. Por lo que, en la sesión inicial realizada con los catadores fueron discutidos los objetivos de la prueba, las posibles vías de deterioro sensorial del producto, los límites de rechazo, la periodicidad de las evaluaciones, la prueba sensorial a utilizar y se describió la apariencia, olor y sabor de ambos productos a tiempo cero mediante el método de impresión general de la calidad informado por Duarte (12).

Para efectuar las evaluaciones posteriores de las aguas saborizadas con edulcorante en el tiempo de estudio se acordó emplear la misma escala del método de impresión general de la calidad, que coincide con la informada en la NC 1286-2 (13), registrando los cambios percibidos con respecto a la evaluación en tiempo cero (considerada como estándar de calidad sensorial) y con respecto a la evaluación anterior. La escala utilizada y las categorías que caen en la zona de aceptación y en la zona de rechazo (12) se indican a continuación:



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Tablas 2 y 3, exhiben un resumen de los resultados de las evaluaciones dadas por los cinco expertos para cada atributo y el dictamen de calidad sensorial alcanzado. Se observa que ambos saborizantes se encuentran dentro de las especificaciones establecidas, y fueron calificados de excelente, por lo que reunían la calidad requerida para ser adicionados a las aguas.

Tabla 2. Calificación de la calidad sensorial del saborizante fresa utilizado como ingrediente en la elaboración del agua

Atributos	Grupo de expertos					Intensidad más repetida	Dentro (D) o Fuera (F)
	1	2	3	4	5		
1.1 Definición del sabor a simular	Mm	Mar	Mar	Mar	Mm	Marcada	D
1.2 Presencia de notas típicas	Mar	Mar	Mar	Mar	Mm	Marcada	D
1.3 Equilibrio o armonía	Mm	Mm	Mm	Mm	Mm	Muy marcada	D
1.4 Persistencia	Mm	Mm	Mm	Mm	Mm	Muy marcada	D
Calidad sensorial						Tipo de conformidad	
Dentro de especificaciones <u>X</u> Excelente <u>X</u> Buena _____ Aceptable _____						Conforme <u>X</u>	
Fuera de especificaciones _____ Insuficiente _____ Pésimo _____						No conforme _____	
Observaciones: El saborizante define a fresa, sus notas son típicas y están en armonía, su persistencia es superior a los 30 min establecidos. No se presentaron defectos, todos los atributos se percibieron en una zona alta de intensidad. Por lo que se encuentra dentro de las especificaciones y resulta conveniente su uso en la matriz alimentaria concebida.							

Tabla 3. Calificación de la calidad sensorial del saborizante piña utilizado como ingrediente

Atributos	Grupo de expertos					Intensidad más repetida	Dentro (D) o Fuera (F)
	1	2	3	4	5		
1.1 Definición del sabor a simular	Mar	Mar	Mar	Mm	Mm	Marcada	D
1.2 Presencia de notas típicas	Mar	Mar	Mar	Mm	Mm	Marcada	D
1.3 Equilibrio o armonía	Mm	Mm	Mm	Mm	Mm	Muy marcada	D
1.4 Persistencia	Mm	Mm	Mm	Mm	Mm	Muy marcada	D
Calidad sensorial						Tipo de conformidad	
Dentro de especificaciones <input checked="" type="checkbox"/>						Conforme <input checked="" type="checkbox"/>	
<u>Excelente</u> <input checked="" type="checkbox"/> <u>Buena</u> _____ <u>Aceptable</u> _____							
<u>Fuera de especificaciones</u> _____ <u>Insuficiente</u> _____ <u>Pésimo</u> _____						No conforme _____	
Observaciones: El saborizante define a piña, sus notas son típicas y están en armonía, persistencia superior a los 30 min establecidos. No se presentaron defectos, todos los atributos se percibieron en una zona alta de intensidad. Por lo que se encuentra dentro de las especificaciones y resulta conveniente su uso en la matriz alimentaria concebida.							

Las Tablas 4 y 5, exhiben un resumen de los resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas en el tiempo a las aguas saborizadas de piña y fresa.

Para el caso del agua saborizada de piña, se observa que los catadores percibieron una disminución de la intensidad del color amarillo a los 90 días, por lo que la calificaron con una calidad inferior, correspondiente a la categoría de Buena. Se destaca que la percepción de la disminución del color del agua, es lógica y coincide con lo comprobado instrumentalmente en el sistema CIELAB acerca de los valores de las coordenadas de color durante el tiempo de conservación y la diferencia de color entre el inicio y final del estudio (14), donde el mayor cambio se apreció en el parámetro b^* que es la tonalidad

amarilla que aporta el extracto de cúrcuma, disminuyendo el color amarillo su tonalidad a partir de los 30 días, mientras que el parámetro a^* que aporta una tonalidad verde disminuyó su intensidad y resultó estable a partir de los 90 días. Por otra parte, a los 150 días se aprecia una ligera disminución de la intensidad del sabor a piña con respecto al tiempo cero, pero el sabor del producto define a piña, razón por la que mantuvo la calificación de Bueno. A los 180 días ya el olor y sabor resultaron desvirtuados por lo cual fue rechazado y calificado de insuficiente. No se detectaron cambios con respecto al dulzor ni a la acidez. El producto no presentó partículas en suspensión ni turbidez.

Tabla 4. Resumen de la evaluación de la calidad sensorial del agua saborizada de piña en el tiempo de estudio

Tiempo (d)	Descripción	Calidad sensorial
0	Líquido de color amarillo, limpio, transparente, translucido. Olor y sabor a piña artificial, que se percibe con intensidad moderada, sabor ácido muy ligero, dulzor muy ligero.	Excelente
30	No presenta cambios con respecto a la evaluación en tiempo cero	Excelente
60	No presenta cambios con respecto a la evaluación en tiempo cero	Excelente
90	Presenta cambios de intensidad, de amarillo medio pasa a amarillo claro. El olor y sabor se corresponde a la evaluación en tiempo cero	Buena
120	No presenta cambios con respecto a la evaluación anterior	Buena
150	Presenta cambios con respecto a la evaluación en el tiempo cero, con una disminución ligera en olor y sabor a piña. No se detectaron cambios ni en dulzor ni en acidez.	Buena
170	Presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, percibiéndose una disminución moderada en olor y sabor a piña, aunque todavía se define la piña en el olor y el sabor. No se detectaron cambios ni en dulzor ni en acidez.	Aceptable
180	Presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, el producto no define piña, sino que se percibe un sabor desvirtuado (desbalance de las notas aromáticas).	Insuficiente

Tabla 5. Resumen de la evaluación de la calidad sensorial del agua saborizada de fresa en el tiempo de estudio

Tiempo (d)	Descripción	Calidad sensorial
0	Líquido de color rosado medio, transparente, limpio, translucido. Olor y sabor a fresa artificial, que se percibe con intensidad moderada. Dulzor muy ligero y acidez ligera.	Excelente
30	Presenta cambios con respecto al tiempo cero en el color, pues pasa de rosado medio a rosado claro. No presenta cambios en el olor, sabor, dulzor y acidez.	Buena
60	No presenta cambios con respecto a la evaluación anterior	Buena
90	Presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, se percibe una disminución de la intensidad del olor y sabor a fresa, de moderado a ligero. No presenta cambios en el dulzor y acidez.	Buena
110	Presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, se percibe una disminución de la intensidad del olor y sabor a fresa, de ligero a muy ligero, aunque todavía define al sabor que representa. No presenta cambios en el dulzor y acidez.	Aceptable
120	Presenta cambios con respecto a la evaluación anterior, con la percepción de un olor y sabor desvirtuado, algunos de los catadores lo identificaron o asociaron con notas oxidadas. No presenta cambios en el dulzor y acidez	Insuficiente (rechazable)

Para el caso del agua saborizada de fresa, se observó que a los tres meses de estudio los dos lotes presentaron pérdida del sabor fresa y que, para el cuarto mes, ambos lotes fueron rechazados por la presencia de un sabor desvirtuado. La oxidación del saborizante de fresa puede estar dado por la reacción del oxígeno con ingredientes del sabor como los ésteres: acetato de etilo, butirato de etilo y otros que forman

peróxidos y otros subproductos afectando el sabor, también, durante su conservación en un medio acuoso se pueden romper enlaces químicos en moléculas como furaneol, sustancia importante en la fresa, generando compuestos volátiles no deseados. La radiación UV también, acelera la descomposición de furanonas afectando la intensidad del sabor (15,16). Por otra parte, no se percibieron cambios con

respecto al dulzor ni tampoco en la acidez. Se observa que a los 120 días los catadores percibieron un color más claro o decolorado, lo que coincide con lo comprobado instrumentalmente, donde se apreció una mayor luminosidad, un producto más claro por la degradación del color amarillo de la cúrcuma (14).

CONCLUSIONES

Los dos lotes de agua saborizada de piña fueron aceptados hasta los cinco meses de estudio. El sabor piña siempre estuvo definido, aunque con una ligera disminución de su intensidad y no se percibieron cambios en el dulzor ni en la acidez.

Los dos lotes de agua saborizada de fresa fueron calificados con una calidad sensorial correspondiente a insuficiente a los cuatro meses de estudio, ya que su sabor, además de disminuir su intensidad, se desvirtuó. No se percibieron cambios en el dulzor ni en la acidez.

Esta investigación es un resultado del Proyecto: Desarrollo de aguas saborizadas con edulcorantes, perteneciente a un proyecto empresarial financiado por el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) de Cuba.

REFERENCIAS

1. Ortega A, Borges P, Ramos L, Jiménez L, Nieves G, Rodríguez J. (2020). Desarrollo de un agua con sabor naranja y extracto de cúrcuma, CiencTecnolAliment, 30 (1): 7-11. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/83>
2. Rodríguez E, Ortega A, Rodríguez O. Agua saborizada de limón con jarabe prebiótico, CiencTecnolAliment 2019; 29 (2): 66-71. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/28>
3. Duarte-García, C, Ortega-Luis, A, Bouza B. Perfil sensorial de aguas saborizadas limón y naranja con adición de jarabe de fructooligosacáridos y extracto de cúrcuma. CiencTecnolAliment 2021;31 (2): 36-41. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/es/article/view/222/192>
4. Duarte-García, C, Ortega-Luis, A, Bouza B. Caracterización sensorial de ingredientes a emplear en aguas saborizadas limón y naranja. CiencTecnolAliment 2021; 31 (2): 20-25. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/es/article/view/269/232>
5. Ortega A, Aragüez Y, Duarte C, Rodríguez JL, Flores I, Nuñez de Villavicencio M, et al. Desarrollo de un agua saborizada con edulcorantes. CiencTecnolAliment2025; 34(3): 10-20. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/748>
6. Yatoo M, Gopalakrishnan A, Saxena A, Paray O, Tufani N., Chakraborty S et al. Anti-Inflammatory Drugs and Herbs with special emphasis on herbal medicines for countering inflammatory diseases and disorders. A review. Recent Pat InflammAllergyDrugDiscov. 2018; 12(1):39-58.
7. NC ISO 8589. Análisis sensorial. Directivas generales para el diseño de los salones de ensayo. Cuba; 2021.
8. Borges P, Otano B, Pino J. Obtención y aplicación de extractos alcohólicos de Cúrcuma, CiencTecnolAliment 2017; 21(3):68-72. Disponible en: <https://revcitech.iia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/588>
9. NC ISO 5496. Análisis sensorial. Metodología. Iniciación y entrenamiento de evaluadores en la detección y reconocimiento de olores. Cuba; 2021.
10. Duarte C, Ortega AL, Machado K. Análisis sensorial en el desarrollo de un saborizante similar a la avellana

- tostada. CiencTecnolAliment 2025; 35(2): 63-74. Disponible en: <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/802>
11. Nuñez de Villavicencio M, Rodríguez I, Rodríguez JL, Hernández R, Torres Y. Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. I. Procedimiento general. CiencTecnolAliment 2017; 27 (1) 58-64. Disponible en: <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/165>
12. Duarte C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. CiencTecnolAliment 2013; 23 (2): 12-17. Disponible en: <https://revcictecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/145>.
13. NC 1286-2. Modelo integral para la evaluación de la calidad sensorial en la gestión de los alimentos. Parte 2: Fase involucrada en la calidad sensorial. Cuba; 2020.
14. Ortega A. Conservación de aguas saborizadas de fresa y piña. Informe final de Proyecto. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia; 2025.
15. Balakrishnan P. y Gopi S. (2022). Flavores and Fragances in Food processing preparation and characterization methods. ACS publications. ACS SYMPOSIUM SERIES. Introducción al sabor y la fragancia en el procesamiento de los alimentos. Capítulo 1, 1-19.
16. Smith R., Cohen S., Fukushima S., Gooperham N., Hecht S., Guengerich F., Rietjens I., Bastaki M., Harman C., McGowen M. y Taylor S. The safety evaluation of food flavoring substance. The role of metabolic studies. Toxicol res (Cam) 2018 mar 28, 7 (4) 618-46.