

Evaluación físico-química y sensorial de bombones de chocolate rellenos con jaleas de mortiño (*Vaccinium meridionale*), flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Physicochemical and sensory evaluation of chocolates filled with blueberry (*Vaccinium meridionale*), hibiscus flower (*Hibiscus sabdariffa* L.) and pitahaya (*Hylocereus undatus*) jellies

Vicente Alberto Guerrón-Troya^{1,4}, Gina Mariuxi Guapi Álava^{1,5}, Byron Darío Yépez-Tapia^{1,6}, Karol Yannela Revilla Escobar^{1,7}, Jhonnatan Placido Aldas Morejon^{1,3,8}.

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. ²Universidad Pública de Santo Domingo de los Tsáchilas - UPSDT, km 28, vía Santo Domingo - Quevedo, Ecuador. ³Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.

⁴ ✉ vguerron@uteq.edu.ec; ⁵ ✉ gguapi@uteq.edu.ec; ⁶ ✉ byron.yopez2017@uteq.edu.ec;

⁷ ✉ krevillaescobar@upsdt.edu.ec; ⁸ ✉ aldas.jhonnatan@uncuyo.edu.ar



<https://doi.org/10.15446/acag.v73n3.XXXXX>

2024 | 73-3 p 251-258 | ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118 | Rec.: 2024-08-15 Acep.: 2025-08-04

Resumen

Los bombones rellenos de frutas representan una fusión sofisticada que combina la suavidad del chocolate y la frescura de las jaleas, lo cual crea una experiencia sensorial que integra textura y sabor. Es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características físico-químicas y sensoriales de bombones de chocolate elaborados con diferentes porcentajes de cacao y rellenos de jalea de mortiño (*Vaccinium meridionale*), flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus*). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un modelo factorial A*B, en el que el factor A= porcentaje de cacao (30; 50 y 70 %) y el factor B= tipo de relleno (mortiño, flor de Jamaica, pitahaya). Los valores presentados en la caracterización fisicoquímica de los bombones rellenos reportaron valores en humedad (2.02- 6.65 %), ceniza (1.13- 2.65 %), grasa (28.09- 44.93 %) y proteína (4.73- 8.59 %). El análisis sensorial resaltó el tratamiento T2 en cada uno de los parámetros evaluados como color (4.50), olor (4.40), sabor (4.20), nivel de amargor (4.00) y aceptabilidad (4.50). Se concluyó que la incorporación de jalea de mortiño, flor de Jamaica y pitahaya en bombones de chocolate influye significativamente las características físico-químicas y sensoriales.

Palabras clave: aceptabilidad, atributos sensoriales, cacao nacional, confitería, jaleas frutales.

Abstract

Fruit-filled chocolates represent a sophisticated fusion of the smoothness of chocolate with the freshness of jellies, creating a sensory experience that integrates both texture and flavor. This research aimed to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of chocolates made with different cocoa percentages and filled with blueberry jelly (*Vaccinium meridionale*), hibiscus flower (*Hibiscus sabdariffa* L.), and pitahaya (*Hylocereus undatus*). A Completely Randomized Design (CRD) with a factorial model A*B was applied, where factor A= corresponded to cocoa percentage (30 %, 50 %, and 70 %) and factor B= filler type (blueberry, hibiscus flower, pitahaya). The physicochemical characterization of the filled chocolates showed moisture values ranging from 2.02 % to 6.65 %, ash from 1.13 % to 2.65 %, fat from 28.09 % to 44.93 % and protein from 4.73 % to 8.59 %. Sensory analysis highlighted treatment T2 across all evaluated parameters, including as color (4.50), odor (4.40), flavor (4.20), bitterness level (4.00), and acceptability (4.50). It is concluded that the incorporation of blueberry jelly, hibiscus flower, and pitahaya significantly influences the physicochemical and sensory characteristics of chocolate bonbons.

Keywords: Acceptability, confectionery, domestic cocoa, fruit jellies, sensory attributes.

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol que produce frutos conocidos como mazorcas, las cuales tienen una forma ovalada y contienen semillas en su interior. La pulpa de estas mazorcas es rica en azúcares fermentables y presenta un pH que varía entre 3.0 y 3.5 (Giya *et al.*, 2022). En Ecuador, las provincias con mayor producción de cacao son Los Ríos (26.68 %), Guayas (19.57 %) y Manabí (19.10 %), mientras que las demás provincias del país contribuyen aproximadamente con un 20 % (Llerena *et al.*, 2023). El chocolate, uno de los productos más destacados derivados del cacao, ha tenido un aumento en su consumo en los últimos años, impulsado por la presencia de componentes biológicamente activos como los flavonoides (Pérez *et al.*, 2022).

Debido a sus características sensoriales y físico-químicas, el chocolate se considera un producto versátil en las industrias de confitería y pastelería. La elaboración de bombones de chocolate rellenos presenta un alto potencial en los mercados internacionales. Por ejemplo, en Alemania, el consumo anual de chocolate alcanza las 649 000 toneladas, de las cuales el 40 % corresponde a productos rellenos, lo que resalta la preferencia por caramelos y chocolates innovadores (Pérez *et al.*, 2022). Esta tendencia sugiere que la diversificación de productos basados en chocolate, combinando ingredientes como mortiño, pitahaya y flor de Jamaica, podría constituir una estrategia prometedora (Vallejo-Delgado, 2011).

Investigaciones sobre bombones y trufas rellenas de frutas deshidratadas destacan la capacidad del chocolate para sorprender en la creación y degustación de nuevas formas y sabores (Vallejo-Delgado, 2011). En particular, los bombones rellenos de ganache de mora han demostrado potenciar las propiedades organolépticas, especialmente en el perfil de sabor, con lo cual logran una gran aceptación entre los panelistas (Mina Reyes *et al.*, 2023).

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) es un fruto nativo de los páramos ecuatorianos, que cambia de un color verde a un tono oscuro al alcanzar su madurez. Su uso en la industria se debe a su riqueza en antocianinas, que alcanzan hasta 3.92 mg en cianidina y 3.0 mg en glucósidos (Mora *et al.*, 2023). Este fruto es notable por su alto contenido en polifenoles, que aportan propiedades antioxidantes y antiinflamatorias; β -caroteno precursor de la vitamina A; vitamina C, que refuerzan el sistema inmunológico; así como minerales como potasio, zinc y fibra dietética, los cuales favorecen la salud digestiva (García y Ruales, 2018).

La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), también conocida como rosa de Jamaica, se cultiva en regiones con climas tropicales y subtropicales; China e India son los principales países productores, con 2000 y 1500 toneladas métricas por año respectivamente

(Obediente-Talavera *et al.*, 2023). En Ecuador, la producción se concentra en la región Amazónica, que alcanza 1000 toneladas métricas anuales. El cáliz de sus flores se utiliza para producir té o refrescos, los cuales contienen compuestos bioactivos, como antocianinas, ácidos orgánicos (1.5 %) y polisacáridos (15-30 %) (Zamora-Cujilema *et al.*, 2018).

La pitahaya (*Hylocereus undatus*), conocida también como fruta del dragón, se distingue por su apariencia exótica y notable variabilidad genética. En Ecuador, su popularidad ha ido en aumento gracias a sus reconocidas propiedades antidiabéticas, antiinflamatorias, antioxidantes, anticancerígenas y antimicrobianas (Franceschi-Nishikito *et al.*, 2023). Actualmente, la superficie cultivada de pitahaya en el país alcanza aproximadamente 8 146 hectáreas, con mayor concentración de producción en la Amazonía (principalmente en Morona Santiago, cantón Palora) y en la Costa (especialmente en Santa Elena). La fruta se utiliza ampliamente en la industria alimentaria y farmacéutica, destacando su aplicación en la elaboración de bebidas, gelatinas, jaleas y como colorante natural, gracias a la presencia de betalainas y otros compuestos bioactivos (Narayan & Prasad, 2023).

Dada la diversidad agrícola y floral de Ecuador, muchos productos aún no han sido completamente explorados en la industria de confitería. Por ello, la presente investigación se centró en evaluar las características físico-químicas y sensoriales de bombones de chocolate elaborados con diferentes porcentajes de cacao y rellenos de jalea de mortiño (*Vaccinium meridionale*), flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Materiales y métodos

Materia prima

El presente estudio utilizó cacao nacional fino y de aroma como materia prima, el cual fue obtenido de la Asociación La Cruz, ubicada en el cantón Mocache, Ecuador. Por otro lado, el mortiño, la pitahaya y la flor de Jamaica fueron adquiridos en los mercados locales del cantón Quevedo, Ecuador. El proceso de elaboración, así como la caracterización físico-química y sensorial de los productos, se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología, situado en el campus La María, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 ½ de la vía Quevedo - El Empalme.

Elaboración de los bombones

El proceso de elaboración del chocolate inició con la recepción del cacao nacional fino de aroma, el cual presentaba un contenido de humedad del 7 %. Se realizó una clasificación cuidadosa, eliminando impurezas y separando los granos en mal estado.

Posteriormente, los granos fueron sometidos a un proceso de fermentación de 5 días y de secado al sol durante 7 días, con lo cual se alcanzó la humedad óptima para el procesamiento.

Luego se efectuó el tostado manual en recipiente metálico durante 20 minutos a 110 °C, seguido de un enfriamiento en ambiente controlado. Se procedió al descascarillado, del cual se obtuvieron nibs que fueron molidas para reducir su tamaño. El refinado y conchado se realizaron durante 15 horas en un refinador de bolas a 60 °C, con el objetivo de obtener partículas menores a 20 micras y lograr una textura homogénea. Posteriormente, se llevó a cabo el templado de la cobertura a 32 °C, tras lo cual se formaron los bombones al incorporar como relleno jaleas de mortiño, flor de Jamaica y pitahaya en proporción 1:1 (relleno:cobertura).

Parámetros físico-químicos de los bombones

La determinación del contenido de humedad se realizó de acuerdo con lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 1676:2013 (2013). Para ello, se pesaron 10 g de muestra y se colocaron en una estufa (Memmert) a una temperatura de 100 °C por un periodo de 2 horas. El contenido de ceniza se determinó mediante el método gravimétrico, basado en la incineración de la materia orgánica. Para este análisis, se pesaron 5 g de muestra, los cuales se sometieron a una mufla a 600 °C durante 4 horas, siguiendo el procedimiento mencionado en la NTE INEN 533:2013 (2013).

El porcentaje de grasa se obtuvo mediante método por extracción con solvente, según lo mencionado en la NTE INEN 174:1989 (1989). Finalmente, la determinación del contenido proteico en los bombones se llevó a cabo conforme a la metodología descrita en la NTE INEN 539:2013 (2013).

Análisis sensorial

Las categorías sensoriales fueron evaluadas utilizando una escala hedónica de 5 puntos, en la que 1 correspondió a “no me gusta” y 5 a “me gusta mucho”. En esta evaluación participaron 25 catadores semientrenados, quienes valoraron diversos parámetros organolépticos, tales como el color, el olor, el sabor, el nivel de amargor y la aceptabilidad general de los tratamientos. El propósito de este análisis fue identificar y seleccionar el tratamiento que obtuviera los mejores resultados sensoriales, garantizando así la preferencia del consumidor y la calidad del producto (Aldas-Morejón *et al.*, 2023).

El análisis sensorial se realizó exclusivamente sobre el producto terminado (bombones de chocolate rellenos). A su vez, la evaluación se llevó a cabo en un aula adaptada bajo condiciones controladas de iluminación, temperatura y ausencia de ruidos. Las

muestras fueron codificadas con números aleatorios de 3 dígitos y presentadas en orden aleatorio para minimizar posibles sesgos.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un modelo factorial A*B, en el que el factor A representó el porcentaje de cacao (30 %, 50 % y 70 %) y el factor B correspondió al tipo de relleno (mortiño, flor de Jamaica y pitahaya) (Tabla 1). Para analizar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se aplicó una prueba de rangos múltiples de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el software estadístico InfoStat.

Resultados

Parámetros físico-químicos de los bombones

En la Tabla 2 se muestran los resultados físico-químicos obtenidos de los bombones rellenos con jalea de mortiño, Jamaica y pitahaya, los cuales presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cada uno de los parámetros evaluados.

La humedad presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Los valores más bajos se registraron en las muestras con 30 % de cacao (T1), que alcanzaron un mínimo de 2.02 %. En contraste, los tratamientos con 70 % de chocolate (T7) mostraron los valores más altos de humedad, con un 6.65 %. Estos resultados evidencian que un mayor porcentaje de cacao en la formulación favorece la retención de humedad en el producto, posiblemente por la capacidad de los sólidos del cacao de interactuar con el agua presente en la matriz. Asimismo, el tipo de relleno influyó en la variación de este parámetro, dado que las jaleas de mortiño, flor de Jamaica y pitahaya presentan diferentes contenidos de agua y compuestos solubles, lo que modifica la actividad de agua final. Este comportamiento concuerda con lo reportado en estudios previos, en los que se señala que la composición del chocolate y de los rellenos es determinante en la capacidad de retención de humedad de productos derivados del cacao.

Tabla 1. Tratamientos que intervienen en el DCA con arreglo factorial A*B

Tratamientos	Descripción
T1	30 % cacao + jalea de mortiño
T2	30 % cacao + jalea de flor de Jamaica
T3	30 % cacao + jalea de pitahaya
T4	50 % cacao + jalea de mortiño
T5	50 % cacao + jalea de flor de Jamaica
T6	50 % cacao + jalea de pitahaya
T7	70 % cacao + jalea de mortiño
T8	70 % cacao + jalea de flor de Jamaica
T9	70 % cacao + jalea de pitahaya

Tabla 2. Resultados fisicoquímicos de bombones rellenos con jaleas de frutos exóticos

Tratamientos	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Proteína (%)
T1 = 30 % cacao + jalea de mortiño	2.02 ± 0.01 ^A	1.13 ± 0.01 ^A	28.09 ± 0.01 ^A	4.73 ± 0.01 ^B
T2 = 30 % cacao + jalea de flor de Jamaica	3.26 ± 0.01 ^B	1.39 ± 0.01 ^B	29.55 ± 0.01 ^C	4.73 ± 0.01 ^B
T3 = 30 % cacao + jalea de pitahaya	3.05 ± 0.03 ^B	1.40 ± 0.01 ^B	28.48 ± 0.01 ^B	4.44 ± 0.01 ^A
T4 = 50 % cacao + jalea de mortiño	5.24 ± 0.02 ^F	1.61 ± 0.01 ^C	37.32 ± 0.01 ^D	7.14 ± 0.02 ^D
T5 = 50 % cacao + jalea de flor de Jamaica	3.94 ± 0.02 ^E	1.83 ± 0.01 ^E	38.71 ± 0.01 ^E	7.02 ± 0.02 ^C
T6 = 50 % cacao + jalea de pitahaya	3.52 ± 0.01 ^D	1.79 ± 0.01 ^D	40.20 ± 0.01 ^F	7.21 ± 0.01 ^E
T7 = 70 % cacao + jalea de mortiño	6.65 ± 0.01 ^I	2.65 ± 0.01 ^H	43.58 ± 0.01 ^G	7.86 ± 0.01 ^F
T8 = 70 % cacao + jalea de flor de Jamaica	5.47 ± 0.01 ^G	2.42 ± 0.01 ^G	44.93 ± 0.02 ^I	7.88 ± 0.01 ^G
T9 = 70 % cacao + jalea de pitahaya	6.26 ± 0.03 ^H	2.30 ± 0.01 ^F	44.81 ± 0.02 ^G	8.59 ± 0.01 ^H

*Letras diferentes en la misma columna después de cada valor indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey.

En relación con el contenido de ceniza, existió variabilidad entre los resultados, los cuales demostraron que los bombones elaborados con 30 % cacao + jalea de mortiño (T1) presentaron la menor concentración, con un valor de 1.13 %, a diferencia de las muestras que emplearon 70 % de cacao + jalea de mortiño (T7), que fueron significativamente más altas en su contenido de ceniza (2.65 %). Este aumento en la ceniza refleja una mayor mineralización del producto a medida que se incrementa la cantidad de chocolate, lo que puede estar relacionado con la mayor cantidad de cacao y otros componentes sólidos no grasos presentes en estos tratamientos.

En cuanto al contenido de grasa, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Los bombones elaborados con 30 % de cacao + jalea de mortiño (T1) presentaron la menor concentración (28.09 %), mientras que el tratamiento con 70 % de cacao + jalea de flor de Jamaica (T8) alcanzó el valor más alto (44.93 %). Este incremento se relaciona directamente con la mayor proporción de cacao, dado que el chocolate aporta un mayor contenido lipídico a la formulación. La diferencia significativa evidencia que un mayor porcentaje de cacao, especialmente en las formulaciones con 50 % y 70 %, incrementa sustancialmente la cantidad de grasa en el producto. Este comportamiento tiene implicaciones sensoriales relevantes, ya que un mayor contenido graso contribuye a una textura más cremosa, a una mejor liberación de compuestos aromáticos y, en consecuencia, a una mayor aceptación del producto por parte del consumidor, lo cual coincide con lo reportado en estudios previos sobre la relación entre grasa, percepción sensorial y preferencia en productos de confitería.

Respecto al contenido de proteína, se observó que el tratamiento con 30 % de cacao + jalea de pitahaya (T3) con un valor 4.44 % fue estadísticamente inferior de los tratamientos que se elaboraron con 70 % de cacao + jalea de pitahaya (T9), debido a que

estos resultados mostraron los valores más altos de proteína (8.59 %). Esto indica en el porcentaje de cacao no solo incrementa la cantidad de grasa, sino que también favorece a una mayor concentración de proteína.

Análisis sensorial

En la Figura 1 se presentan los resultados de la evaluación sensorial, los cuales mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los atributos sensoriales de color, olor, sabor, nivel de amargor y aceptabilidad.

La Figura 1A ilustra los resultados correspondientes a la categoría de color, en la que el tratamiento T2, que incorpora jalea de flor de Jamaica, recibió la mayor puntuación (4.50). En contraste, el T9, que incorporó jalea de pitahaya como relleno, obtuvo la menor valoración (3.10). Este resultado indica que la jalea de flor de Jamaica generó una percepción de color significativamente más intensa en los panelistas, lo que sugiere una preferencia sensorial asociada al uso de esta materia prima, en concordancia con lo reportado en estudios similares.

En lo que respecta al perfil de olor, se observó que la combinación de un 30 % de cacao con jalea de flor de Jamaica generó resultados particularmente favorables. Esto se reflejó en el tratamiento T2, que alcanzó una puntuación de 4.40, mientras que el T9, con jalea de pitahaya, obtuvo 3.20 (Figura 1B). Este resultado resalta la importancia de las materias primas empleadas en la formulación, pues la jalea de flor de Jamaica potenció las características aromáticas del producto. Este efecto puede atribuirse a la presencia de compuestos volátiles propios de la flor de Jamaica, como antocianinas y ácidos orgánicos, que han sido reportados en la literatura como responsables de su aroma característico.

Por otro lado, la categoría de sabor se puede visualizar en la Figura 1C, en la que se muestra que el T2 alcanzó la mayor puntuación, con 4.20. Por su

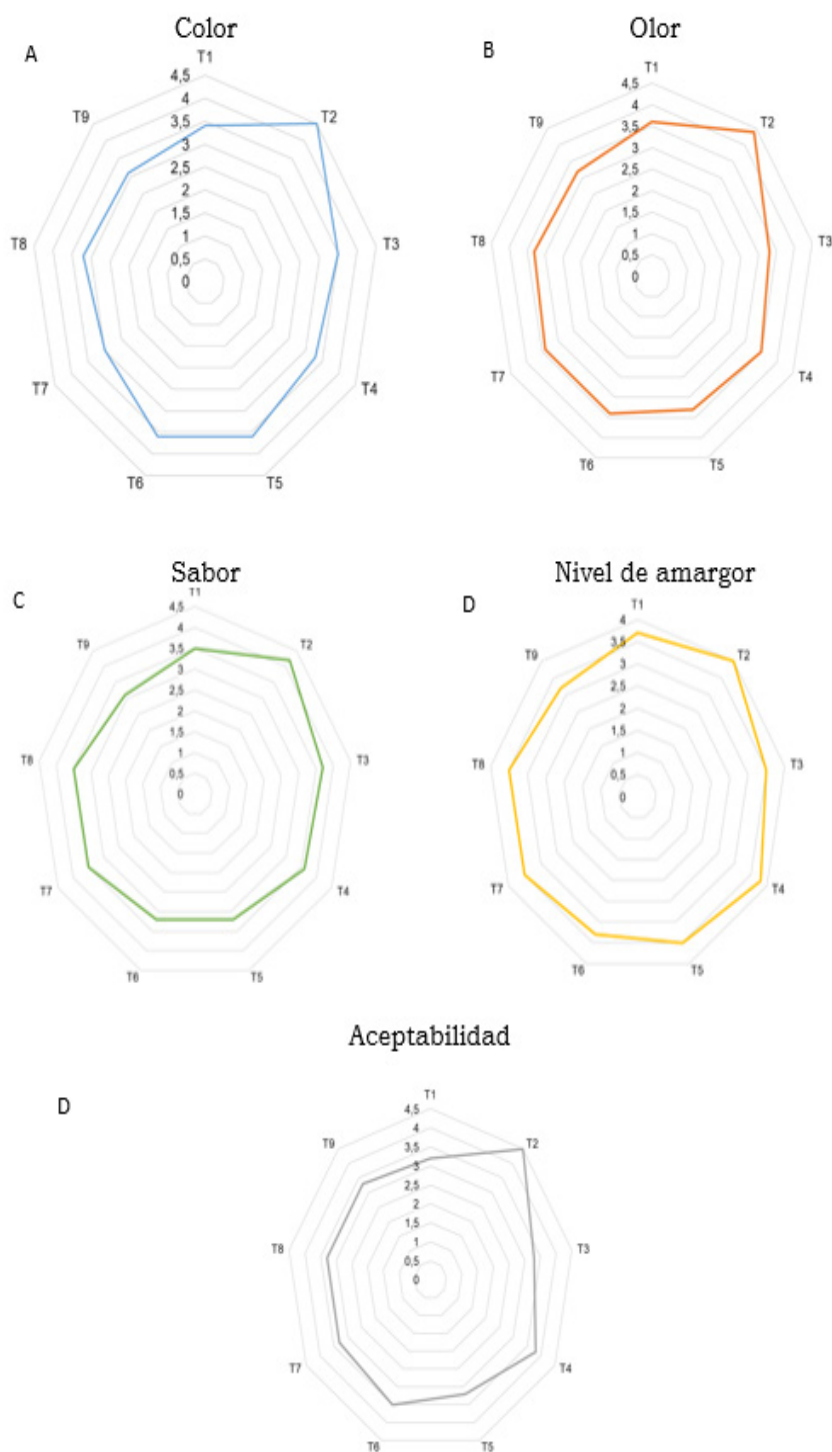


Figura 1. Caracterización sensorial de los bombones de chocolate rellenos mediante el análisis de atributos: (A) textura, (B) aroma, (C) sabor, (D) nivel de amargor y (E) aceptabilidad general. Los resultados se presentan en gráficos radiales que reflejan las valoraciones promedio obtenidas en la evaluación sensorial realizada por el panel de jueces.

parte, el tratamiento T9 reflejó la menor calificación con 3.10, lo que indica una preferencia clara hacia la combinación de cacao y jalea de Jamaica. Asimismo, en la evaluación del amargor, los valores presentados en la Figura 1D muestran que el T2 se destacó con una puntuación de 4.00, en comparación con el T9,

que obtuvo 3.20. Esto resalta que la jalea de flor de Jamaica contribuye a un equilibrio más agradable en el perfil de sabor del producto.

Finalmente, en la categoría de aceptabilidad, el tratamiento T2 se posicionó como el mejor valorado, con una puntuación de 4.50. Esto demuestra que

la combinación de cacao en una concentración del 30 % con jalea de flor de Jamaica no solo mejora el perfil de sabor, sino que también tiene una mayor aceptación general entre los panelistas, en contraste, los bombones elaborados con 30 % de cacao y jalea de mortiño obtuvieron una valoración de 3.20, que los hizo los menos aceptables por los panelistas (Figura 1E).

El análisis de componentes principales, como se ilustra en la Figura 2, reveló que la muestra T2, con una mezcla de 30 % de cacao y jalea de flor de Jamaica, destacó notablemente por sus características sensoriales, ya que obtuvo calificaciones sobresalientes en el color, con una valoración de 4.20, lo que indica una apariencia visual atractiva. En cuanto al aroma, se registró una calificación de 4.40, en la que se destacaron notas florales y frutales características de la flor de Jamaica. Por último, la aceptabilidad general fue significativamente alta con una calificación de 4.50.

Por su parte, es importante señalar que la muestra T4 se destacó en las categorías de sabor y nivel de amargor, con puntuaciones de 3.60 y 3.80, respectivamente. Estos resultados indican que, aunque T4 no alcanzó las calificaciones sobresalientes del T2, sí situó características sensoriales que podrían ser apreciadas por un segmento específico de catadores.

Discusión

Caracterización físico-química de los bombones

La variabilidad observada en el contenido de humedad de las muestras se alinea con los hallazgos de Kang *et al.* (2014), quienes reportaron un rango de humedad entre 3.90 % y 11.5 % en su investigación sobre bombones rellenos de chocolate. Este fenómeno puede atribuirse al hecho de que, un incremento en el porcentaje de chocolate también conlleva un aumento en el contenido de humedad, lo que evidencia la influencia directa de este ingrediente en la humedad final del producto (Granda-Santos *et al.*, 2020). Los resultados obtenidos con un mayor porcentaje de chocolate respaldan esta afirmación, ya que muestran un incremento significativo en el contenido de humedad.

En cuanto a los valores de ceniza, los resultados de este estudio son coherentes con investigaciones previas sobre bombones rellenos de caramelo de chocolate, en los que se determinaron niveles entre 0.70 % y 4.96 % (Rahman *et al.*, 2023). Esto indica que un aumento en los porcentajes de chocolate influye también en los contenidos de ceniza. Autores como Aguilar-Villa *et al.*, (2020) reportaron valores entre 1.69 % y 2.23 % en su estudio sobre bombones

rellenos de tamarindo (*Tamarindus indica*) y limón (*Phyllanthus acidus*), cifras que son comparables a las obtenidas en la presente investigación sobre bombones con rellenos de jalea de frutas exóticas.

En relación con el contenido de grasa en productos derivados del chocolate, generalmente se encuentra en un rango de 25 % a 35 % (Ohene-Afoakwa *et al.*, 2010; Abedini *et al.*, 2023), lo que coincide con los valores obtenidos en el presente estudio. Además, Calixto-Cotos *et al.* (2018) reportaron valores entre 33.83 % y 45.18 % en su investigación sobre la calidad y propiedades antioxidantes de bombones rellenos. Es relevante mencionar que el contenido lipídico también está influenciado por los demás ingredientes de la formulación (Kumar-Yadav *et al.*, 2016).

El contenido de grasa en los productos derivados del chocolate varía considerablemente según su propósito de elaboración, pero, en términos generales, se encuentra dentro de un rango del 25 % al 35 % (Ohene-Afoakwa *et al.*, 2010; Abedini *et al.*, 2023). Estos valores son consistentes con los obtenidos en el presente estudio, en el que se registraron resultados similares. Por otro lado, Calixto-Cotos *et al.* (2018) reportaron valores de grasa que oscilan entre 33.83 % y 45.18 % en su investigación sobre la calidad y propiedades antioxidantes de diferentes tipos de chocolate.

Según el estudio realizado por Rodríguez-Rodríguez y Albarrán-Rodríguez (2019), los bombones rellenos con almendras presentan un contenido proteico notable del 33.5 %. Estos valores son similares a los hallazgos de otros investigadores, como Chire-Fajardo *et al.* (2024), quienes reportaron valores de proteína en bombones que oscilan entre 10.23 % y 11.77 %. Esta variabilidad en los contenidos proteicos puede atribuirse a la diversidad de ingredientes utilizados en la formulación de los bombones. Por otro lado, Durán-Lugo *et al.* (2021), en su investigación sobre bombones rellenos

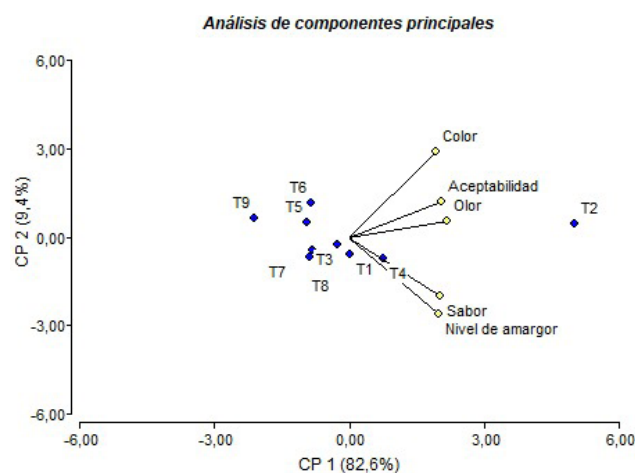


Figura 2. Análisis de componentes principales para la caracterización sensorial.

elaborados a partir de frutos no convencionales, encontraron que los rellenos de aguacate contenían un 1.63 % de proteína. Asimismo, el contenido proteico de los rellenos de vino tinto y crema de nanche (*Byrsonima crassifolia*) fue significativamente más bajo, con un 0.51 %.

Análisis sensorial

Con relación al perfil de color, los resultados obtenidos guardan similitud con estudios previos que analizaron chocolates rellenos de ganache (crema de chocolate), en los que se presentó una variación de puntuación entre 3.0 y 4.7, y obtuvieron calificaciones dentro de la categoría “me gusta” (Secuk y Secim, 2021). Además, la incorporación de jalea de Jamaica en formulaciones de bombones intensifica de manera significativa los atributos sensoriales, especialmente su perfil aromático (Mendoza-Meneses et al., 2023). Este componente no solo potencia la intensidad sensorial del producto, sino que también contribuye a una mayor aceptación entre los consumidores.

Por otro lado, en investigaciones sobre bombones blandos rellenos de caramelo, se reportaron puntajes que oscilaron entre 1.89 y 3.08 para la categoría sabor. Los autores destacan que el uso de chocolate en la cobertura tiene un efecto positivo debido a que realza y complementa el sabor del relleno (Rahman y Putri, 2023). También estudios previos sobre bombones amargos rellenos de almendras reportaron puntuaciones de 4.42 para amargor. Asimismo, se observó que el 40 % de los panelistas aceptaron la formulación que contenía un 30 % de cacao (Rodríguez-Rodríguez y Albarrán-Rodríguez, 2019). Estos valores son comparables con los resultados encontrados en la presente investigación, en la que el tratamiento con mayor aceptación incluyó el 30 % de cacao en su formulación.

Conclusiones

El estudio demostró que el porcentaje de cacao y el tipo de jalea influyen significativamente en las propiedades físico-químicas y sensoriales de los bombones. A nivel físico-químico se evidenció que un mayor contenido de cacao incrementa los valores de humedad, ceniza, grasa y proteína, y que se alcanzan valores más altos con formulaciones al 70 % de cacao. En cuanto al análisis sensorial, la combinación de 30 % de cacao con jalea de flor de Jamaica (T2) obtuvo la mayor aceptación global, destacándose en atributos de color, aroma, sabor y amargor, lo que confirma su potencial como formulación preferida por los consumidores.

Referencias

Abedini, A.; Dakhili, S.; Bazzaz, S.; Kamaladdin-Moghaddam, S.; Mahmoudzadeh, M. y Andishmand, H. (2023). Fortification of chocolates with high-value-added plant-based substances:

Recent trends, current challenges, and future prospects. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 3686-3705. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3387>

Aguilar-Villa, C.; Acosta-Otávalo, E. V.; Rodríguez-Sandoval, E. y Mazo-Rivas, J. C. (2020). Sucrose-free milk chocolate manufacture using bulking agents and a non-caloric sweetener. *Food Science and Technology*, 40(1), 62-67. <https://doi.org/10.1590/fst.32418>

Aldas-Morejón, J. A.; Otero-Tuarez, V.; Revilla - Escobar, K.; Carillo-Pisco, M. y Sánchez-Aguilera, D. (2023). Incidencia de tostado sobre las características fisicoquímicas y alcaloides de la cascarrilla de cacao (*Theobroma cacao*) y su efecto sobre las propiedades organolépticas de una infusión. *Agroindustrial Science*, 13(1), 15-21. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2023.01.02>

Calixto-Cotos, M.; Chire-Fajardo, G. C. y Orihuela-Rivera, C. A. (2018). Antioxidants properties of chocolates sold in Peru. *Acta Agrónomica*, 67(4), 479-485. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.71357>

Chire-Fajardo, G. C.; Sotelo-Méndez, A.; Uribe-Salas, A. A. y Ureña-Peralta, M. O. (2024). Evaluación biológica de la calidad de la proteína del chocolate oscuro en dietas para ratas. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 44(2), 338-343. <https://doi.org/10.12873/442chire>

Durán-Lugo, R.; Dorado-Campos, L.; Báez-González, J. y Leal-Martínez, M. (2021). Desarrollo y evaluación de chocolates rellenos, a base de frutos no convencionales como aguacate (*Persea americana*), ciruela (*Prunus domestica*) y nanche (*Byrsonima crassifolia*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 6, 164-174. <http://eprints.uanl.mx/23442/1/15.pdf>

Franceschi-Nishikito, D.; Abdalla-Borges, A. C.; Fornari-Laurindo, L.; Bueno-Otoboni, A.; Direito, R.; Alvares-Goulart, R. y Barbalho, S. (2023). Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds. *Pharmaceutics*, 15(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>

García, A. y Ruales, J. (2018). Study the effect of pre-treatment of drying 'mortiño' (*Vaccinium floribundum* Kunth) with reference to drying rate and total content of soluble polyphenols and anthocyanins. *Revista Politécnica*, 40(2), 47-57. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292018000100047#aff1

Giya, L.; Kongor, J. E. y Teresa, S. (2022). From cocoa to chocolate: Effect of processing on flavanols and methylxanthines and their mechanisms of action. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14365. <https://doi.org/10.3390/ijms232214365>

Granda-Santos, M. S.; Leiva-Espinoza, S. T.; Oliva, M. y Milla-Pino, M. E. (2020). Caracterización físico-química y sensorial de chocolate para taza, elaborado con harinas de quinua, maca y plátano. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(2), 69-77. <https://doi.org/10.25127/aps.20202.562>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1989). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 174. Cacao en grano. Determinación del contenido de grasa. Quito.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1676. Primera revisión productos derivados de cacao. Determinación de la humedad o pérdida por calentamiento. Método gravimétrico. Quito.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 533. Primera revisión cacao (productos derivados). Determinación de ceniza total. Quito.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 593. Primera revisión cacao (productos derivados). Determinación de sólidos no grasos de la leche. Quito.
- Kang, S.; Jin-Sook, L.; Areum, J.; Eunha, K. y Sunmin, P. (2014). The effects of using artificial sweeteners and coffee grounds in chocolate filling on quality characteristics and glycemic index. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 57(4), 307-312. <https://doi.org/10.3839/jabc.2014.048>
- Kumar-Yadav, A.; Singh, J. y Kumar-Yadav, S. (2016). Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(2), 96-102. [doi:10.18805/ajdfr.v35i2.10719](https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10719).
- LLerena, W.; Samaniego, I.; Vallejo, C.; Arrega, A.; Zhunio, B.; Coronel, Z. y Carrillo, W. (2023). Profile of bioactive components of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by-products from Ecuador and evaluation of their antioxidant activity. *Foods*, 12(13), 2583. <https://doi.org/10.3390/foods12132583>
- Mendoza-Meneses, C.; Feregrino-Pérez, A. y Gutiérrez-Antonio, C. (2023). ¿Por qué nos gusta el aroma? Elementos, 129, 13-17. <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000008131.pdf>
- Mina Reyes, J. J.; Paredes Meza, N. V.; Acosta Escobar, C. A.; Espinoza Ordóñez, F. S. y Guerrero Canchala, D. I. (2023). Elaboración de bombones rellenos de ganache enriquecido con pulverizado de mor. *Revista de Investigación Multidisciplinar*, 4(2). <https://doi.org/10.60100/rcmg.v4i2.167>
- Mora, T.; Suárez, M.; Brito, C. y Almachi, D. (2023). Comportamiento solvatocrómico del colorante natural de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *La Granja - Revista de Ciencias de la Vida*, 38(2). <https://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.01>
- Moreira-Basurto, A. J. y Murillo-Montesdeoca, D. V. (2022). Análisis del sistema de producción de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) en la provincia de Manabí. [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/1708/1/TIC_A02D.pdf
- Narayan, S. y Prasad, V. (2023). Value addition and standardization of recipe on dragon fruit jelly (*Hylocereus undatus* L.). *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(16), 273-280. [doi:10.9734/ijpss/2023/v35i163155](https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i163155)
- Obediente-Talavera, V. E.; Polanco-Bravo, I. M. y Díaz-Bustillo, H. G. (2023). Diseño de un plan de comercialización de la flor de Jamaica. *Revista Electrónica de Ciencias Agrícolas y Marinas*, 5(9), 60-74. <https://doi.org/10.35381/a.g.v5i9.2585>
- Ohene-Afoakwa, E.; Paterson, A.; Fowler, M. y Viera, J. (2010). Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 181-190. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.025>
- Pérez, M.; López-Yerena, A. y Vallverdú-Queralt, A. (2022). Traceability, authenticity and sustainability of cocoa and chocolate products: A challenge for the chocolate industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 475-489. [doi:10.1080/10408398.2020.1819769](https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1819769)
- Rahman, T.; Khudaifanny, S. y Dasa-Febrianti, A. P. (2023). Sensory and physicochemical attributes of chocolate soft candy with different gelling agents. *Pelita Perkebunan*, 39(3), 230-243. [doi:10.22302/iccir.jur.pelita.perkebunan.v39i3.562](https://doi.org/10.22302/iccir.jur.pelita.perkebunan.v39i3.562)
- Rodríguez-Rodríguez, J. y Albarrán-Rodríguez, E. (2019). Development of bitter chocolate bonbon stuffed with almond (*Prunus amygdalus* var. *dulcis*) and its physicochemical evaluation and sensory acceptance. *Journal of Food Science and Engineering*, 9, 217-224. [doi:10.17265/2159-5828/2019.06.004](https://doi.org/10.17265/2159-5828/2019.06.004)
- Secuk, B. y Secim, Y. (2021). Development of chili pepper ganache filled chocolate in artisan chocolate production, determination of sensory and physicochemical characteristics. *Food Science and Technology*, 42. <https://www.scielo.br/j/cta/a/HrVdBhXVmgxXWG379YQ7NNQ/?format=pdf&lang=en>
- Vallejo-Delgado, D. C. (2011). Elaboración artesanal de nuevos bombones y trufas con chocolates. [Tesis de grado]. Universidad de Cuenca. <https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1594/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Zamora-Cujilema, V.; Mariño-Brito, G. A.; González-Gallardo, C. E.; Jácome-Villacres, M. B. y Beltrán-Sinchiguano, E. R. (2018). Estudio de la capacidad antioxidante y contenido de polifenoles en el proceso de clarificación del vino de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) utilizando cálices frescos. *Enfoque UTE*, 9(2), 1-14. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.305>
- Zamora-Velásquez, R. y Mendoza, L. (2017). Estudio de la elaboración y producción de bombones con chocolate ecuatoriano enriquecidos con omega 3-6-9 de origen vegetal. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/bombones-omega-ecuador.html>