



Evaluación de los aceites esenciales de limón y naranja en las propiedades sensoriales del chocolate negro

Evaluation of lemon and orange essential oils on the sensory properties of dark chocolate

Avaliação dos óleos essenciais de limão e laranja nas propriedades sensoriais do chocolate negro

Edison Geovanny Díaz-Camposano ^I
ediazc2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3639-4040>

Robert William Moreira-Macías ^{II}
rmoreira@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6455-9012>

José Rolando Navia-Zamora ^{III}
jose.navia2014@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-2442-0513>

Andrea Cristina Cortez-Espinoza ^{IV}
acortez@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-3241-6824>

Correspondencia: ediazc2@uteq.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 16 de abril de 2025 * **Aceptado:** 19 de mayo de 2025 * **Publicado:** 04 de junio de 2025

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo forma parte del proyecto investigativo de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo "Extracción del aceite esencial de limón (*Citrus limón*) y naranja (*Citrus × sinensis*) con potencial efecto inhibitorio en hongos que afectan la calidad del cacao y chocolate" y tuvo como objetivo evaluar los aceites esenciales de limón y naranja en las propiedades sensoriales del chocolate negro. Se empleó una metodología experimental con un diseño de Friedman, evaluando diferentes tipos de aceites esenciales (limón y naranja) y concentraciones de aceites esenciales (0,025, 0,05 y 0,075 %) a través de pruebas sensoriales a 20 panelistas semientrenados. El análisis estadístico ANOVA permitió determinar diferencias significativas para las variables de olor, sabor y aceptabilidad, contrariamente en textura no se percibió significancia estadística. Los resultados indicaron que una concentración óptima de aceites esenciales se mejora la percepción sensorial del chocolate sin comprometer su estabilidad estructural, logrando un equilibrio entre las notas cítricas y el amargor característico del cacao. Este estudio demuestra que la adición controlada de aceites esenciales de cítricos es una estrategia efectiva para mejorar la aceptación del chocolate negro sin afectar su calidad.

Palabras clave: Aceite esencial; limón; naranja; chocolate; CCN-51.

Abstract

This work is part of the research project of the Technical State University of Quevedo "Extraction of essential oil from lemon (*Citrus limon*) and orange (*Citrus × sinensis*) with potential inhibitory effect on fungi that affect the quality of cocoa and chocolate" and aimed to evaluate the essential oils of lemon and orange in the sensory properties of dark chocolate. An experimental methodology with a Friedman design was used, evaluating different types of essential oils (lemon and orange) and concentrations of essential oils (0.025, 0.05 and 0.075%) through sensory tests with 20 semi-trained panelists. The ANOVA statistical analysis allowed to determine significant differences for the variables of smell, flavor and acceptability, contrary to texture no statistical significance was perceived. The results indicated that an optimal concentration of essential oils improves the sensory perception of chocolate without compromising its structural stability, achieving a balance between citrus notes and the characteristic bitterness of cocoa. This study demonstrates that the controlled addition of citrus essential oils is an effective strategy for improving the acceptance of dark chocolate without compromising its quality.

Keywords: Essential oil; lemon; orange; chocolate; CCN-51.

Resumo

Este trabalho faz parte do projeto de investigação da Universidade Técnica Estadual de Quevedo "Extração de óleo essencial de limão (*Citrus limon*) e laranja (*Citrus × sinensis*) com potencial efeito inibitório sobre fungos que afetam a qualidade do cacau e do chocolate" e teve como objetivo avaliar os óleos essenciais de limão e laranja nas propriedades sensoriais do chocolate negro. Utilizou-se uma metodologia experimental com um desenho de Friedman, avaliando diferentes tipos de óleos essenciais (limão e laranja) e concentrações de óleos essenciais (0,025, 0,05 e 0,075%) através de testes sensoriais com 20 provadores semitreinados. A análise estatística ANOVA permitiu determinar diferenças significativas para as variáveis de cheiro, sabor e aceitabilidade, ao contrário da textura, não se percebeu significância estatística. Os resultados indicaram que uma concentração ótima de óleos essenciais melhora a percepção sensorial do chocolate sem comprometer a sua estabilidade estrutural, conseguindo um equilíbrio entre as notas cítricas e o amargor característico do cacau. Este estudo demonstra que a adição controlada de óleos essenciais cítricos é uma estratégia eficaz para melhorar a aceitação do chocolate negro sem comprometer a sua qualidade.

Palavras-chave: Óleo essencial; limão; laranja; chocolate; CCN-51.

Introducción

La variedad de cacao CCN-51 ha adquirido una notable relevancia para el Ecuador, no solo por su impacto en la productividad agrícola, sino también por su potencial en la elaboración de productos alimentarios con valor agregado, como el chocolate (Vera et al., 2024; Jaimez et al., 2022). En particular, el chocolate negro ha consolidado su posición como uno de los productos más apreciados a nivel mundial, tanto por su perfil organoléptico característico como por su riqueza en compuestos bioactivos, especialmente antioxidantes, que han sido asociados con efectos positivos en la salud humana (Chávez et al., 2021). No obstante, el sabor amargo e intenso que lo caracteriza puede representar una barrera para ciertos segmentos de consumidores, lo que ha impulsado a los fabricantes a explorar estrategias sensoriales que mejoren su aceptación sin comprometer sus propiedades nutricionales ni su funcionalidad antioxidante (Orozco et al., 2017). Esta búsqueda de

equilibrio entre placer sensorial y valor nutricional refleja un desafío constante en la innovación de alimentos funcionales que respondan a las preferencias del consumidor contemporáneo.

En la última década, se ha evidenciado un notable crecimiento en el interés por incorporar ingredientes de origen natural en el diseño de alimentos, con el objetivo de realzar tanto sus características sensoriales como su funcionalidad nutricional (Moreira et al., 2023), esta tendencia responde a la demanda de un consumidor cada vez más consciente de los beneficios asociados a una alimentación saludable, así como de los impactos ambientales y sociales de lo que consume. En este marco, los aceites esenciales obtenidos de frutas cítricas, como el limón (*Citrus limon*) y la naranja (*Citrus sinensis*), han cobrado relevancia por su alta concentración de compuestos volátiles que aportan perfiles aromáticos y gustativos agradables, además de su contenido en sustancias bioactivas con efectos antioxidantes, antimicrobianos y funcionales ampliamente reconocidos (Urrunaga et al., 2022; Yáñez et al., 2007). El empleo de estos compuestos en formulaciones alimentarias innovadoras no solo contribuye a mejorar la experiencia sensorial del consumidor, sino que también promueve el desarrollo de productos más naturales y sostenibles; esta estrategia ofrece una respuesta alineada con las nuevas expectativas del mercado y representa una vía para aumentar el valor agregado y la competitividad de las industrias que apuestan por la innovación responsable (Herrera et al., 2019).

Los aceites esenciales se caracterizan por su composición compleja, conformada por una variedad de compuestos bioactivos como terpenos, aldehídos y ésteres, los cuales son responsables de sus perfiles aromáticos distintivos (Zárate et al., 2024). En el caso particular del limón (*Citrus limon*) y la naranja (*Citrus sinensis*), sus aceites esenciales destacan por ofrecer notas cítricas frescas que pueden complementar de manera armoniosa productos con sabores intensos, como el chocolate negro, ayudando a equilibrar su amargor característico y potenciando su aceptación sensorial. No obstante, su incorporación en sistemas alimentarios no está exenta de retos tecnológicos, como las posibles interacciones entre los compuestos del aceite esencial y los ingredientes de la matriz alimentaria, la estabilidad de sus propiedades funcionales frente a condiciones de procesamiento térmico o de almacenamiento prolongado, así como la percepción sensorial del consumidor ante los cambios organolépticos inducidos por estos compuestos (Manzoor et al., 2023).

En diversos estudios, se intentó incorporar aceites esenciales de cítricos, como limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus sinensis*), destacando por su capacidad de aportar aromas frescos y agradables (Polin et al., 2014). La optimización de formulaciones de chocolate negro con aceites esenciales

de cítricos requiere un enfoque multidisciplinario que considere tanto aspectos fisicoquímicos como sensoriales y cómo los compuestos volátiles interactúan con la matriz lipídica y sólida del chocolate, afectando propiedades como la textura, el derretimiento y la liberación de aroma (Konar et al., 2016).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las propiedades sensoriales del chocolate negro mediante la incorporación de aceites esenciales de limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus sinensis*). Los resultados no solo contribuirán al desarrollo de productos innovadores en la industria chocolatera, sino que también proporcionarán información valiosa el su impacto en la calidad sensorial y funcional de alimentos complejos.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en la planta piloto de confites y chocolatería, y el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias de la Industria y Producción, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el campus "La María", en el kilómetro 7 ½ de la vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos, Ecuador. Estas instalaciones ofrecieron el equipamiento necesario para el desarrollo de pruebas experimentales, lo que permitió alcanzar los objetivos planteados en el estudio.

En la evaluación sensorial se aplicó una prueba no paramétrica de Friedman, aplicando una metodología experimental para evaluar el efecto de dos factores principales: el tipo de aceite esencial (factor A) y la concentración del aceite esencial (factor B) en formulaciones de chocolate negro. El diseño experimental permitió analizar cómo estas variables influían en las características dependientes sensoriales (sabor, aroma, textura y aceptabilidad). Las pruebas experimentales se llevaron a cabo bajo condiciones controladas por triplicado, ajustando sistemáticamente los niveles de los factores para generar datos precisos y reproducibles. Posteriormente, los resultados fueron analizados para identificar combinaciones óptimas que maximizaran la calidad del producto.

En la Tabla 1 se muestran los factores y niveles propuestos en la investigación.

Tabla 1. Factores de estudio

Factor	Descripción
Tipo de aceite esencial (Factor A)	a0: Limón a1: Naranja

	b0: 0,025 %
Concentración del aceite esencial (Factor B)	b1:0,05 %
	b2:0,075 %

La tabla 2 detalla los tratamientos con las interacciones.

Tabla 2. *Tratamientos*

Tratamiento	Descripción
T0	Testigo (sin tratamiento)
T1	Aceite esencial de limón al 0,025 %
T2	Aceite esencial de limón al 0,050 %
T3	Aceite esencial de limón al 0,075 %
T4	Aceite esencial de naranja al 0,025 %
T5	Aceite esencial de naranja al 0,050 %
T6	Aceite esencial de naranja al 0,075 %

Las formulaciones del presente trabajo se estructuraron según los tratamientos con las diferentes concentraciones de aceites esenciales propuestos. En la tabla 3, se detallan las proporciones utilizadas con cada ingrediente.

Tabla 3. *Formulaciones de los tratamientos*

Ingrediente (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Licor de cacao	60	60	60	60	60	60
Manteca de cacao	17	17	17	17	17	17
Azúcar	15	15	15	15	15	15
Lecitina	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Leche en polvo	8	8	8	8	8	8
Aceite esencial de limón	0.025	0.050	0.075	-	-	-
Aceite esencial de naranja	-	-	-	0.025	0.050	0.075
Total (%)	100	100	100	100	100	100

Elaboración de chocolate negro y aplicación de aceites esenciales

Recepción: Los granos de cacao fueron recibidos en el laboratorio de confites y chocolatería, donde se verificó su calidad inicial. En esta etapa, se revisaron aspectos fundamentales como el porcentaje de humedad, el cual debía ser del 7 % para garantizar su correcto almacenamiento y procesamiento posterior.

Clasificación: Los granos se clasificaron manualmente para eliminar aquellos que presentaban defectos visibles, como granos rotos, mohosos, pegados o inmaduros. Este paso permitió seleccionar únicamente los granos en óptimas condiciones para continuar con el proceso.

Tostado: Los granos de cacao fueron tostados en un horno de laboratorio a temperaturas controladas de entre 120 °C-150 °C durante 25 minutos. Este proceso redujo la humedad de los granos a aproximadamente un 3 % y permitió desarrollar los sabores y aromas característicos del cacao.

Descascarillado: Los granos pasaron por un descascarillado manual, utilizando herramientas adecuadas para separar la cáscara de las semillas. Este paso permitió obtener nibs de cacao limpios, los cuales representaron la materia prima básica para las etapas posteriores del proceso.

Molido: Los nibs de cacao fueron triturados en un molino de laboratorio, transformándose en una pasta espesa conocida como licor de cacao. Durante este proceso, se liberaron la manteca de cacao y los sólidos de cacao presentes en los nibs, lo que resultó en una masa homogénea y rica en sabor.

Mezclado: El licor de cacao obtenido fue mezclado con otros ingredientes como manteca de cacao, azúcar, leche en polvo (para el chocolate con leche), lecitina y vainilla. Las proporciones exactas de los ingredientes fueron determinadas según el tipo de chocolate que se buscaba elaborar.

Refinado: La mezcla fue refinada utilizando rodillos en el laboratorio, reduciendo las partículas rugosas y creando una textura más suave y cremosa.

Temperado e inclusión de aceites esenciales: El chocolate conchado fue sometido a un proceso de temperado, en el que se controlaron cuidadosamente las temperaturas de enfriamiento y calentamiento para lograr la estructura cristalina adecuada (32 °C). Durante este proceso se añadieron aceites esenciales de naranja o limón en tres diferentes concentraciones (0.025%, 0.05%, y 0.075%). Estas adiciones fueron realizadas con cuidado para asegurar una distribución uniforme, respetando los tratamientos establecidos.

Moldeado: El chocolate temperado fue vertido manualmente en moldes de pequeñas tabletas, asegurando la distribución uniforme en cada uno de ellos.

Enfriamiento: Los moldes con el chocolate fueron colocados en un refrigerador de laboratorio para enfriarse y solidificarse de manera uniforme, asegurando una correcta formación de las tabletas.

Desmoldado: Una vez enfriadas, las tabletas de chocolate fueron desmoldadas manualmente, verificando que no hubiera roturas o defectos en su forma.

Empaquetado: Las tabletas terminadas fueron empaquetadas individualmente en envolturas de plástico y papel con etiquetas que identificaban el lote, el tipo de chocolate y los tratamientos realizados.

Almacenamiento: Finalmente, las tabletas se almacenaron en condiciones controladas de temperatura y humedad en el laboratorio de confites y chocolatería (25 °C). Esto aseguró que el producto mantuviera su calidad y frescura hasta el momento de su evaluación y posterior distribución.

Evaluación sensorial del chocolate negro con aceites esenciales

Las pruebas sensoriales se realizaron en las instalaciones de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. En este proceso participó un grupo de evaluadores conformado por personas de ambos géneros, con edades comprendidas entre los 18 y 35 años, quienes fueron seleccionados voluntariamente para formar parte del panel de degustación; cada evaluador recibió, en orden aleatorio, cada una de las muestras servidas, también se les facilitó un vaso con 30 gramos de agua para el enjuague bucal entre degustaciones, asegurando así una percepción más objetiva de cada muestra (Díaz, 2020).

A lo largo de la prueba, los participantes registraron sus valoraciones, observaciones y sugerencias individuales en una hoja de respuesta previamente entregada, donde las muestras se identificaban mediante códigos asignados aleatoriamente para minimizar el sesgo. La evaluación sensorial incluyó el análisis de distintas variables organolépticas, utilizando una escala hedónica de cinco puntos, tal como se indica en la tabla 4.

Tabla 4. Escala hedónica

Valores de la escala hedónica
1. No me gusta
2. Me gusta poco
3. Me es indiferente
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

Resultados

Según los datos presentados en la Tabla 5, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en las variables sensoriales correspondientes al olor, sabor y aceptabilidad general del producto, lo que evidencia que la incorporación de aceites esenciales tuvo un efecto perceptible en

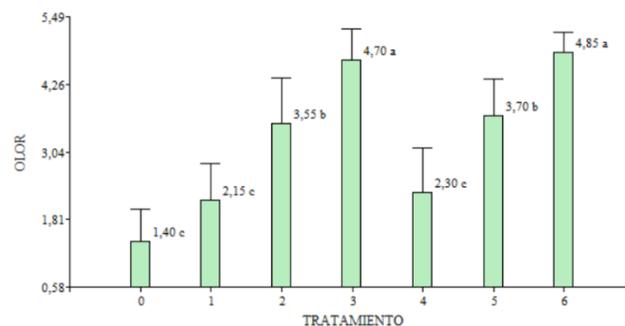
dichas características. Estos resultados sugieren que los compuestos volátiles presentes en los aceites de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* contribuyeron positivamente a la mejora del perfil organoléptico del chocolate negro, favoreciendo su percepción olfativa y gustativa, así como su nivel de agrado por parte del panel evaluador. En contraste, la variable textura no mostró diferencias significativas entre las muestras ($p > 0,05$), lo que indica que la adición de aceites esenciales no generó alteraciones relevantes en este atributo específico.

Tabla 5. Significancias y subconjuntos según prueba de Friedman

Tratamientos	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T0	1,40 c	3,05 b	3,95 a	2,65 c
T1	2,15 c	2,85 bc	3,80 a	3,60 b
T2	3,55 b	2,25 cd	3,95 a	4,45 a
T3	4,70 a	1,40 d	3,95 a	3,65 b
T4	2,30 c	3,15 b	3,90 a	3,85 b
T5	3,70 b	4,05 a	3,70 a	3,30 b
T6	4,85 a	4,75 a	3,85 a	3,10 b
p-valor	<0,0001	<0,0001	0,4982	<0,0001

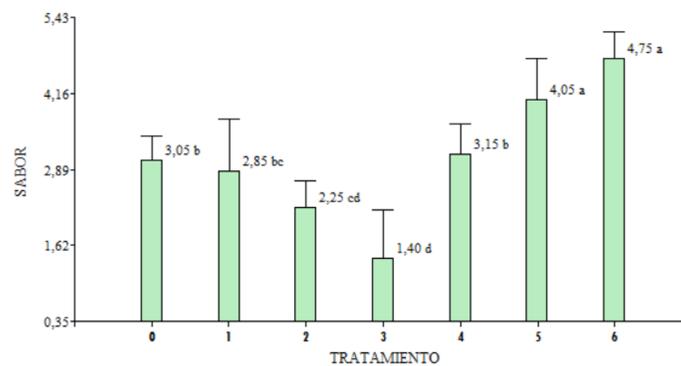
Tal como se ilustra en la Figura 1, los tratamientos T3 (4,70) y T6 (4,85) obtuvieron las calificaciones más elevadas, reflejando una mayor aceptación sensorial en cuanto a la intensidad y calidad del aroma percibido. En contraste, los tratamientos T0 (1,40) y T1 (2,15) fueron los menos valorados, lo que sugiere una menor contribución aromática o una menor preferencia por parte del panel de evaluación. Los tratamientos T2 (3,55) y T5 (3,70) se ubicaron en una posición intermedia, con puntuaciones moderadas, mientras que T4 (2,30) presentó una valoración más baja que los anteriores, aunque aún superior a T0 y T1.

Figura 1. Subconjuntos de Friedman para la variable olor



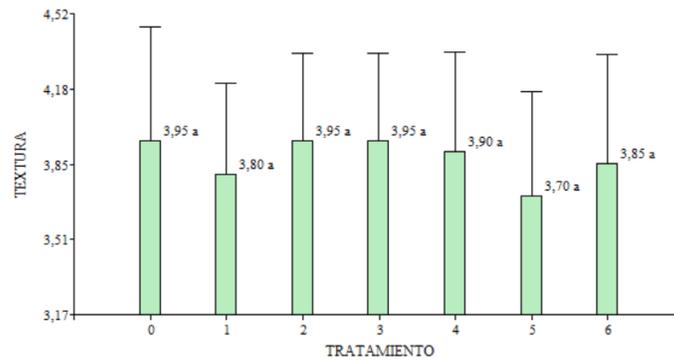
En la Figura 2 se presentan los resultados correspondientes al atributo sensorial de sabor, en los distintos tratamientos evaluados. Los datos revelan que los tratamientos T6 (4,75) y T5 (4,05) son los de mayor aceptación por parte del panel sensorial. Estas formulaciones fueron las mejor valoradas en cuanto a intensidad, equilibrio y agrado del sabor percibido. Por otro lado, los tratamientos T4 (3,15) y T0 (3,05) recibieron puntuaciones intermedias, indicando una percepción gustativa aceptable, aunque no sobresaliente. En contraste, T1 (2,85) y T2 (2,25) obtuvieron valoraciones más bajas, reflejando una menor preferencia por parte de los evaluadores. Notablemente, el tratamiento T3 (1,40) fue el que registró la puntuación más reducida, lo cual sugiere una escasa aceptación de su perfil de sabor.

Figura 2. Subconjuntos de Friedman para la variable sabor



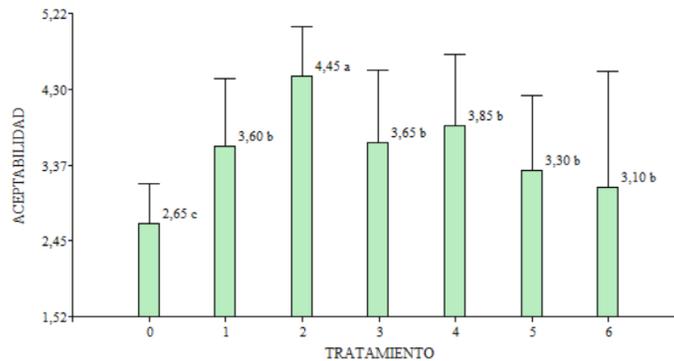
La Figura 3 presenta los resultados obtenidos para el atributo sensorial de textura en los diferentes tratamientos analizados, los datos muestran que no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, ya que las puntuaciones fueron consistentemente similares. Las valoraciones oscilaron entre 3,70 (T5) y 3,95 (T0, T2 y T3), lo que evidencia una percepción homogénea del atributo por parte del panel de catadores.

Figura 3. Subconjuntos de Friedman para la variable textura



En la Figura 4 se exponen los resultados correspondientes al atributo de aceptabilidad global evaluado en los diferentes tratamientos. El tratamiento T2 obtuvo la calificación más alta (4,45), lo que refleja una mayor preferencia por parte del panel sensorial. En contraste, el tratamiento T0 registró la puntuación más baja (2,65), indicando una aceptación considerablemente menor en comparación con las demás muestras.

Figura 4. Subconjuntos de Friedman para la variable aceptabilidad



Discusión

En el estudio de Ilmi et al. (2017), se encontró que los chocolates con aceites esenciales en concentraciones moderadas, fueron los más valorados en cuanto al aroma, mientras que los sin esencia o con bajas concentraciones obtuvieron puntuaciones menores. La respuesta positiva hacia estos tratamientos podría estar relacionada con una mejor integración de los compuestos volátiles aportados por los aceites esenciales en la matriz del chocolate, contribuyendo a un perfil aromático más atractivo para los evaluadores. A diferencia en el estudio de Oblitas (2023) sobre chocolate

aromatizado con aceite esencial de muña, donde no se encontraron diferencias significativas en el aroma tras su incorporación.

En el estudio de Ilmi et al. (2017), la adición de aceite esencial de canela en chocolate mostró que las concentraciones más bajas que el 0,1 %, fueron las más preferidas en términos de sabor. En el estudio de Dwijatmoko et al. (2019) se evaluó la adición de diferentes concentraciones de aceite esencial de canela al chocolate oscuro, encontrando que la muestra con 0,1 % de aceite esencial obtuvo la mayor puntuación en sabor, mientras que concentraciones más altas, como 0,3 % y 0,5 %, resultaron en una disminución debido a un sabor demasiado intenso. Ambos estudios indican que concentraciones más altas de aceites esenciales pueden resultar en una menor puntuación del sabor, aunque los aceites utilizados y los sabores varían. Estos hallazgos son consistentes con los resultados del presente estudio, donde los tratamientos T6 (4,75) y T5 (4,05), correspondientes a concentraciones de 0,075% y 0,05% de aceite esencial de naranja, respectivamente, fueron los más apreciados en cuanto al sabor.

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con lo reportado por Nouri y Agahi (2023), quienes observaron que la adición de aceite esencial de limón no generó un incremento en la percepción de la textura. De manera similar, Oblitas (2023) concluyó que la incorporación de aceites esenciales no tuvo un efecto significativo sobre este atributo sensorial. Estos hallazgos respaldan la evidencia de que la inclusión de aceites esenciales de *Citrus limon* y *Citrus sinensis* no alteran la percepción textural del chocolate, manteniéndose constante independientemente del tipo y concentración empleada.

El estudio de Rivaplasta (2021) argumenta que los aceites esenciales mejoran la aceptación sensorial del chocolate, dependiendo del tipo y la concentración utilizada, evidenciando que concentraciones excesivas pueden reducir la aceptación, como ocurrió con el aceite de *Cymbopogon citratus* en la investigación mencionada y por lo que el aceite de limón al 0,075 % en el presente estudio no fue la mejor valorada en esta característica. El estudio de Mego (2024) demostró que la incorporación de microcápsulas de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) mejoró la aceptabilidad sensorial del chocolate oscuro, especialmente en concentraciones moderadas, reforzando en el presente estudio que con la adición de aceites esenciales de limón y naranja se influyó positivamente en la aceptación del chocolate en concentración óptima del 0,05 %. Coincidiendo en que la incorporación de aceites esenciales puede

mejorar la percepción sensorial del chocolate, pero advierten que concentraciones elevadas pueden reducir la aceptación.

Conclusiones

El presente estudio demostró que la incorporación de aceites esenciales de limón (*Citrus limon*) y naranja (*Citrus sinensis*) en formulaciones de chocolate negro tiene un efecto significativo sobre determinadas propiedades sensoriales del producto, en particular el aroma, el sabor y la aceptabilidad. Los tratamientos que emplearon concentraciones intermedias de aceite esencial, especialmente el tratamiento T2 (limón al 0,05 %) y T6 (naranja al 0,075 %), fueron los que obtuvieron mejores valoraciones en cuanto a preferencia del consumidor. En contraste, la variable textura no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere que la matriz estructural del chocolate no se ve afectada por la inclusión de estos aceites, manteniendo la uniformidad deseada en el producto final.

Desde una perspectiva práctica, estos hallazgos evidencian el potencial de los aceites esenciales cítricos como ingredientes funcionales para mejorar la percepción sensorial del chocolate negro, un producto tradicionalmente apreciado por su perfil nutricional, pero limitado en algunos segmentos del mercado debido a su sabor amargo. La aplicación de estos compuestos volátiles representa una estrategia viable para el desarrollo de chocolates más agradables al paladar, sin necesidad de alterar sus características nutricionales ni comprometer su estructura.

La investigación contribuye al cuerpo de conocimiento sobre la interacción entre compuestos naturales y matrices alimentarias complejas, como el chocolate, y reafirma la importancia de considerar tanto los factores sensoriales como las concentraciones óptimas al momento de formular nuevos productos.

Referencias

1. Chévez-Vera, H. D., Miranda-Suárez, P. R., Rosales, L. M. Á., Mendoza-Zambrano, M. K., Zambrano-Estrada, A. M., & Marín-Álvarez, L. S. (2021). Chocolate: Origins, current technology and production of antioxidants beneficial to health. *Ciencia y Tecnología*, 14(1), 45-53. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.458>

2. Díaz-Campozano, E. G. (2020). Influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada (Master's thesis, ESPAM MFL). Archivo digital. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1354>
3. Dwijatmoko, M. I., Praseptianga, D., & Muhammad, D. R. A. (2016). Effect of cinnamon essential oils addition in the sensory attributes of dark chocolate. *Nusantara Bioscience*, 8(2), 301-305. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n080227>
4. Herrera-Plasencia, P., Garcia-Rupaya, C., & Delgado-Cotrino, L. (2019). Eficacia disolvente y citotoxicidad del aceite de cáscara de limón (*Citrus limon*). *Revista Estomatológica Herediana*, 29(3), 196-202. <http://dx.doi.org/10.20453/reh.v29i3.3603>
5. Ilmi, A., Praseptianga, D., & Muhammad, D. R. A. (2017, April). Sensory attributes and preliminary characterization of milk chocolate bar enriched with cinnamon essential oil. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 193, No. 1, p. 012031). IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012031>
6. Jaimez RE, Barragan L, Fernández-Niño M, Wessjohann LA, Cedeño-García G, Sotomayor Cantos I, Arteaga F. 2022. *Theobroma cacao* L. cultivar CCN 51: a comprehensive review on origin, genetics, sensory properties, production dynamics, and physiological aspects. *PeerJ* 10:e12676 <https://doi.org/10.7717/peerj.12676>
7. Konar, N., Toker, O. S., Oba, S., & Sagdic, O. (2016). Improving functionality of chocolate: A review on probiotic, prebiotic, and/or synbiotic characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 49, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.01.002>
8. Manzoor, A., Yousuf, B., Pandith, J. A., & Ahmad, S. (2023). Plant-derived active substances incorporated as antioxidant, antibacterial or antifungal components in coatings/films for food packaging applications. *Food Bioscience*, 53, 102717. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102717>
9. Mego-Chauca, D. B. (2021). Efecto de la adición de microcápsulas de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) en chocolate oscuro (Bachelor thesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/4196>
10. Moreira-Macías, R. W., Reinoso-Baque, I. M., Proaño-Molina, M. Y., Durazno-Delgado, L. A., Rosero-Rojas, J. A., & Díaz-Campozano, E. G. (2023). Influencia de la leche de

- soya, pasta de cacao y distintos edulcorantes en la evaluación sensorial de una bebida funcional. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(12), 164-176.
<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/137>
11. Nouri, M., & Agahi, A. H. (2023). The Effect of Adding D-tagatose and Lemon Essential Oil on Quality of Chocolate. *Iranian Journal of Food Sciences and Industries*, 19(132).
 12. Oblitas, M. (2023). DESARROLLO DE CHOCOLATE AROMATIZADO CON ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*). <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3048>
 13. Orozco-Arbelaez, E., Banegas, J. R., Rodríguez-Artalejo, F., & López-García, E. (2017). Consumo habitual de chocolate y estado cognitivo en los adultos mayores españoles. *Nutrición Hospitalaria*, 34(4), 841-846. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.630>
 14. Polin Raygoza, L. A., Muro Reyes, A., & Díaz García, L. H. (2014). Aceites esenciales modificadores de perfiles de fermentación ruminal y mitigación de metano en rumiantes: Revisión. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(1), 25-47.
 15. Rivasplata-Mejía, M. (2021). Efecto de la adición de aceites esenciales en el grado de aceptación sensorial del chocolate oscuro (Bachellor thesis, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas). Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2504>
 16. Urrunaga-Ormachea, M., del Carpio-Jiménez, C., Gutierrez-Chavez, R. G., & Tomaylla-Cruz, C. (2022). Propiedades fisicoquímicas, composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de *Citrus jambhiri* (Limón rugoso). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 88(3), 277-288.
 17. Vera-Chang, J. F., Herrera-Tamayo, N. L., Alvarez-Sanchez, A. R., Alvarez-Aspiazu, A. A., Díaz-Campozano, E. G., & Vásquez-Cortez, L. H. (2024). Comportamiento agronómico de cuarenta y un cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Ecuador. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 27(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n2.2024.2729>
 18. Yáñez Rueda, X., Lugo Mancilla, L. L., & Parada Parada, D. Y. (2007). Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). *Bistua: Revista de la facultad de Ciencias Básicas*, 5(1), 3-8.

19. Zárate, P. A., Michel, M. R., Rosas, D. P., & de la Paz, M. V. (2024). Evaluación de extractos de residuos de naranja y limón para el control de Tenebrio molitor. TECTZAPIC: Revista Académico-Científica, 10(1), 33-43.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).