


Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote Toquecita en galletas dulces


Evaluation of the partial substitution of wheat flour with Toquecita sweet potato flour in sweet cookies


Vera Macias, Lenin Antonio^{1*}
*Cedeño Alcívar, Diana Carolina*²
*Muñoz Andrade, Ítalo Javier*³
*Rivera Leones, Jipson Gabriel*⁴

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador

¹ lavera@espam.edu.ec 

² dcedeno@espam.edu.ec 

³ italo.munozan@espam.edu.ec 

⁴ jipson.rivera@espam.edu.ec 

Recibido/received: 24/11/2025 Corregido/revised:09/02/2026 Aceptado/accepted:15/05/2026

Resumen: El objetivo de este estudio fue desarrollar galletas dulces mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote variedad Toquecita (*Ipomoea batatas*) y evaluar su efecto sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del producto final. Debido a la limitada información sobre el uso de esta variedad en productos de panificación, se aplicó la metodología de superficie de respuesta (RSM) para optimizar la formulación y analizar conjuntamente las propiedades tecnológicas y de aceptación del producto. Se elaboraron seis tratamientos con niveles de sustitución de harina de camote de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 %, combinados con harina de trigo en proporciones de 95, 90, 85, 80, 75 y 70 %, respectivamente. Previamente, la harina de camote fue caracterizada mediante análisis de humedad, acidez, cenizas y control microbiológico de mohos y levaduras, verificándose el cumplimiento de los parámetros establecidos por la normativa vigente. Los resultados sensoriales mostraron que la formulación con 25 % de harina de camote presentó la mayor aceptación en los atributos evaluados. Sin embargo, el análisis de optimización mediante RSM determinó como formulación óptima la combinación de 70 % de harina de trigo y 30 % de harina de camote, alcanzando el mayor índice de Score (3,802), lo que evidenció el mejor desempeño global de la formulación. Además, la incorporación de harina de camote incrementó la capacidad de absorción de agua de la mezcla, influyendo en el comportamiento de la masa durante el procesamiento.

* Autor de correspondencia
Correo: lavera@espam.edu.ec



Palabras clave: Tecnología alimentaria; *Ipomoea batatas*; calidad microbiológica; desarrollo de productos; metodología experimental

Abstract: The objective of this study was to develop sweet cookies through the partial substitution of wheat flour with sweet potato flour of the Toquecita variety (*Ipomoea batatas*) and to evaluate its effect on the physicochemical, microbiological, and sensory quality of the final product. Given the limited information available on the use of this variety in baked goods, Response Surface Methodology (RSM) was applied to optimize the formulation and jointly analyze the technological properties and product acceptability. Six treatments were prepared with sweet potato flour substitution levels of 5, 10, 15, 20, 25, and 30%, combined with wheat flour at proportions of 95, 90, 85, 80, 75, and 70%, respectively. Prior to formulation, the sweet potato flour was characterized through moisture, acidity, ash content, and microbiological analyses for molds and yeasts, confirming compliance with the parameters established by current regulations. Sensory results indicated that the formulation containing 25% sweet potato flour achieved the highest acceptance scores across the evaluated attributes. However, optimization analysis via RSM identified the combination of 70% wheat flour and 30% sweet potato flour as the optimal formulation, yielding the highest Score index (3.802), which demonstrated the best overall performance of the blend. Furthermore, the incorporation of sweet potato flour increased the water absorption capacity of the mixture, influencing dough behavior during processing.

Keywords: Food technology; *Ipomoea batatas*; microbiological quality; product development; experimental methodology

Introducción

Ipomoea batatas (camote o batata) es un tubérculo tradicional en América, cuya expansión a nivel mundial se aceleró con la llegada de los españoles al continente (Armijos et al., 2020). En cuanto a su importancia alimentaria, Neela y Fanta (2019) destacan que el camote es una fuente relevante de nutrientes y energía en la dieta humana. De manera complementaria, George et al. (2024) señalan que este cultivo ha incrementado su relevancia debido a su adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas. Asimismo, Zeng et al. (2024) indican que las raíces y tubérculos, incluido el camote, ocupan un lugar importante dentro de los sistemas alimentarios globales por su versatilidad en el procesamiento y consumo.

En Ecuador, la producción de *Ipomoea batatas* se ha consolidado como una alternativa relevante, tanto por su valor nutricional como por su potencial para contribuir a la reducción de la desnutrición. Entre las variedades destacadas se encuentra el camote Toquecita, desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y difundido principalmente en la provincia de Manabí (Armijos et al., 2020). Esta variedad, caracterizada por su pulpa anaranjada y cultivada principalmente por la Agricultura Familiar Campesina (AFC), presenta un importante potencial comercial (Vinces y Cueva, 2024). No obstante, en la parroquia San Antonio, cantón Chone, específicamente en el sitio La Sabana, persiste una problemática relacionada con el aprovechamiento

del camote Toquecita (*Ipomoea batatas*). A pesar de su alto potencial productivo, existen diversas limitaciones que dificultan su transformación en productos de valor agregado.

En la zona de estudio, el cultivo de camote presenta un rendimiento considerable, estimado en aproximadamente 8000 kg por cada cuarto de cuadra, lo que puede ofrecer una base sólida para consolidar procesos agroindustriales de valor agregado. Sin embargo, en la práctica, el aprovechamiento de esta materia prima está limitado por diversos factores. Estudios han encontrado que la falta de maquinaria y tecnología de procesamiento, así como inadecuada capacitación técnica, constituyen barreras significativas para el desarrollo de productos derivados de camote. A ello se suman las restricciones económicas y de capital, que dificultan la inversión en infraestructura y la adopción de tecnologías más eficientes (Okeke et al., 2020).

Las investigaciones recientes sobre el camote en Ecuador se han enfocado en mejorar su rendimiento y adaptación en diferentes sistemas productivos, reportándose rendimientos que pueden oscilar entre 10 y 25 t/ha, dependiendo de la variedad y las condiciones de manejo, lo que destaca su importancia agrícola y potencial agroindustrial (Añazco et al., 2024). En este contexto, el aprovechamiento industrial de raíces y tubérculos ha cobrado relevancia debido a su contribución al desarrollo de productos con valor agregado y mayor vida útil (Badiora et al., 2023). Entre estas alternativas, la producción de harina de camote constituye una opción viable para preservar sus características nutricionales y ampliar sus posibilidades de aprovechamiento agroindustrial.

El perfil nutricional de la harina de camote es notable, ya que por cada 100 g contiene aproximadamente proteínas (2,1 g), fibra cruda (1,8 g), calcio (28 mg), potasio (320 mg), sodio (19 mg) y fósforo (47 mg), lo que la convierte en un ingrediente con alto valor nutritivo. Dereje et al. (2020) indican que la harina de camote presenta propiedades funcionales que permiten su uso como sustituto parcial o total de otras harinas en la elaboración de productos panificados y snacks. De manera similar, Zhang et al. (2022) reportan que la harina de camote puede incorporarse en pastas, alimentos infantiles, espesantes y productos dulces, manteniendo características nutricionales favorables. Esta versatilidad, junto con su composición nutricional, posiciona a la harina de camote como un ingrediente prometedor para la industria alimentaria y para el desarrollo de alternativas más saludables y sostenibles.

Diversos estudios han evaluado la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote en la elaboración de galletas, reportando mejoras en el valor nutricional y cambios en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto. Alcívar et al. (2024) evidenciaron que niveles de sustitución entre 10 % y 30 % generan variaciones significativas en la composición y textura de las galletas. De manera similar, Sunaryo et al. (2024) reportaron que niveles cercanos al 25 % presentan mayor aceptabilidad sensorial. Asimismo, Rossi (2024) señala que la incorporación de harina de camote mejora la vida útil del producto, aunque puede modificar su textura. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la harina derivada del camote de la variedad Toquecita y proponer alternativas de solución a la problemática planteada, entre ellas la elaboración de galletas dulces mediante la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote.

Material y Métodos

La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo experimental, desarrollada bajo un diseño de mezclas para evaluar el efecto de diferentes proporciones de harina de trigo y harina de camote variedad Toquecita sobre las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de la harina y las galletas dulces, aplicando la metodología de superficie de respuesta (RSM) para determinar la formulación óptima. La materia prima fue recibida en el sitio La Sabana, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador, mientras que la elaboración de la harina y las galletas, así como los análisis bromatológicos y microbiológicos, se realizaron en los talleres y laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), ubicada en la parroquia Calceta, Manabí, Ecuador.

Descripción de la materia prima y la muestra experimental

La materia prima utilizada correspondió a camote variedad Toquecita (*Ipomoea batatas*), receptado en el sitio La Sabana, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. Para la elaboración de la harina se utilizaron 5 kg de camote fresco. La muestra experimental estuvo conformada por seis formulaciones de galletas dulces (T1–T6), obtenidas mediante diferentes proporciones de harina de trigo y harina de camote, manteniendo constantes los demás ingredientes (huevo, mantequilla y azúcar). Para la evaluación sensorial participaron 50 catadores no entrenados.

VARIABLES INVOLUCRADAS

Las variables independientes correspondieron a las proporciones de harina de trigo y harina de camote utilizadas en las formulaciones.

Las variables dependientes fueron humedad, cenizas, acidez, absorción de agua y características sensoriales (color, olor, sabor y textura) de las galletas elaboradas.

Elaboración de harina de camote, formulación de galletas y métodos analíticos

La harina de camote variedad Toquecita fue elaborada mediante lavado, pelado, corte en rodajas de aproximadamente 7 mm, secado a 60 °C durante 24 horas, molienda y tamizado de 1.8 mm para uniformizar el tamaño de partícula. Posteriormente, la harina obtenida fue almacenada en fundas de polietileno a temperatura ambiente (25 °C). A partir de 5 kg de camote fresco se obtuvo un rendimiento final de 1.47 kg de harina, equivalente al 29.4 % (Figura 1).

Posteriormente, se formularon las galletas dulces según las proporciones establecidas en el diseño experimental. Los análisis fisicoquímicos incluyeron determinación de humedad, cenizas y acidez; además, se evaluó la absorción de agua mediante el modelo GAB, y se realizó el análisis microbiológico. Todos los procedimientos se efectuaron conforme a las normas NTE INEN 1829 (2014) y NTE INEN 2085 (2005) (Figura 2).

La evaluación sensorial se realizó mediante una prueba hedónica de cinco puntos aplicada a 50 catadores no entrenados, quienes evaluaron color, olor, sabor y textura de las galletas elaboradas.

Figura 1

Diagrama de proceso para la elaboración de harina de camote variedad Toquecita

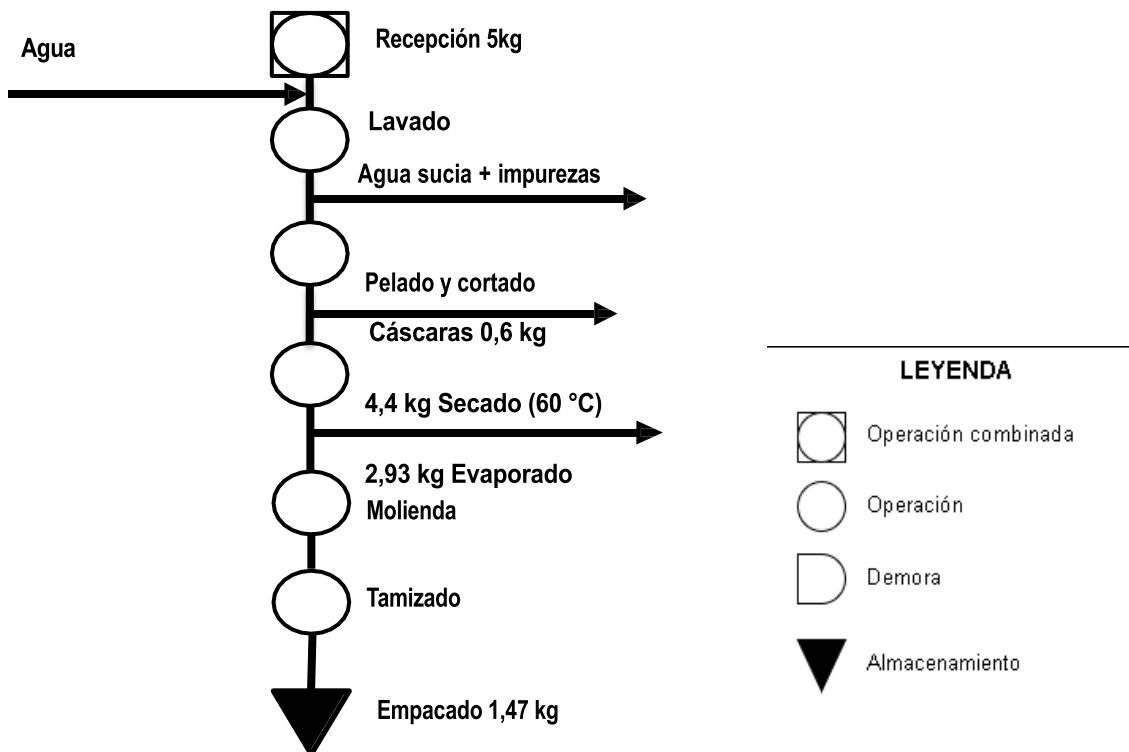


Figura 2

Proceso de secado de camote y horneado de galletas con harina de camote variedad Toquecita



Diseño experimental y parámetros de evaluación

El experimento se desarrolló bajo un diseño de mezclas, considerando como variables independientes la proporción de harina de trigo y harina de camote, cuya suma se mantuvo constante (100 %). Se evaluaron seis formulaciones (T1–T6) con diferentes proporciones de ambos componentes, tal como se muestra en la (Tabla 1). Los demás ingredientes (huevo, mantequilla y azúcar) se mantuvieron constantes en todas las formulaciones, con el fin de no introducir variabilidad adicional en el sistema.

Tabla 1
Ingredientes para la formulación de la galleta dulce

Aditivos	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	%	G	%	G	%	g	%	g	%	g	%	g
Harina de camote	30	150	25	125	20	100	15	75	10	50	5	25
Harina de trigo	70	350	75	375	80	400	85	425	90	450	95	475
Huevo	10	50	10	50	10	50	50	50	50	50	50	50
Mantequilla	20	100	20	100	20	100	100	100	100	100	100	100
Azúcar	20	100	20	100	20	100	100	100	100	100	100	100
Total	150	750	150	750	150	750	150	750	150	750	150	750

Determinación de la caracterización fisicoquímica de la harina de camote variedad Toquecita

Se evaluaron las propiedades fisicoquímicas de la harina de camote variedad Toquecita mediante la determinación de humedad, cenizas y acidez. Complementariamente, se realizó el análisis microbiológico mediante el recuento de mohos y levaduras por el método de recuento en placa. Los procedimientos aplicados se basaron en la norma NTE INEN 1829 (2014).

Determinación de las propiedades fisicoquímicas y de la isoterma de absorción de agua en galletas dulces

En las galletas dulces se determinaron los parámetros de humedad, cenizas y acidez como indicadores de calidad fisicoquímica. Además, se evaluó la carga microbiológica mediante el recuento de mohos y levaduras. El comportamiento higroscópico del producto fue analizado a través de la determinación de la isoterma de absorción de agua. Todos los ensayos se desarrollaron conforme a la norma NTE INEN 2085 (2005).

La ecuación (1) se utilizó para la determinación de isoterma de absorción se realizó de acuerdo con el método GAB.

$$x_w = \frac{x_{m * C * k * a_w}}{(1 - * k * a_w)(1 + (C - 1) * k * a_w)}$$

Donde,

x_m = es la humedad del producto correspondiente a la situación en que los puntos de absorción primarios están saturados por moléculas de agua.

C = es la constante de Guggenheim, característica del producto y relacionada con el calor de absorción de la monocapa.

k = es un factor de corrección relacionado con el calor de absorción de la multicapa.

Determinación de la aceptabilidad de las galletas dulces

El análisis sensorial (color, olor, sabor y textura) se realizó con 50 catadores no entrenados; para ello se utilizó una escala hedónica de cinco puntos (Tabla 2), ampliamente empleada para evaluar la aceptabilidad de productos alimenticios mediante la percepción de consumidores. Este tipo de pruebas utiliza paneles de consumidores sin entrenamiento, generalmente entre 50 y 100 participantes, lo que permite obtener resultados representativos del grado de aceptación del producto (Fiorentini et al., 2020; Rodrigues et al., 2024). Asimismo, las escalas hedónicas, incluyendo versiones de 5 puntos, son herramientas comunes para medir el agrado o desagrado hacia atributos sensoriales como sabor, textura, color y aroma (Lim, 2011).

Tabla 2
Escala hedónica para prueba organoléptica

Escala	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
Color					
Olor					
Sabor					
Textura					

Para el análisis de los datos fisicoquímicos (humedad, ceniza, acidez y absorción de agua) se aplicaron modelos lineales con efectos principales e interactivos mediante la metodología de superficie de respuesta (RSM) (Jiménez, 2025), utilizando modelos de mezcla cuadráticos para evaluar el efecto de las proporciones de harina sobre las variables respuesta. Los coeficientes de los modelos fueron estimados mediante regresión, considerando términos lineales y cuadráticos, lo que permitió identificar los efectos individuales y combinados de los factores, así como la relevancia de los términos cuadráticos para explicar la variabilidad observada. La significancia estadística fue evaluada mediante el valor p ($p < 0.05$). Para el análisis sensorial de color, olor, sabor y textura, se empleó la prueba no paramétrica de Friedman sobre los datos ordinales, con el fin de detectar diferencias significativas entre tratamientos. Todos los análisis se realizaron en RStudio versión 4.5.1 (versión libre legal).

Resultados y discusión

Caracterización de la harina de camote variedad Toquecita

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los valores promedio obtenidos de la caracterización bromatológica y microbiológica evaluados de la harina de camote variedad Toquecita. El contenido de humedad obtuvo un valor promedio de 6.26%, el contenido de cenizas 3.48%, el porcentaje de acidez 0.10% y el recuento de mohos y levaduras $\leq 1.0 \times 10^1$ UP/g. Los resultados antes expuestos estuvieron dentro de la NTE INEN 616 (2015), esta normativa establece que las harinas destinadas a la pastelería y galletería deben presentar un máximo de humedad del 14.5%.

Tabla 3

Valores promedios de la caracterización bromatológica y microbiológica de la harina de camote variedad Toquecita

Parámetros bromatológicos y microbiológicos	Valor promedio
Humedad	6,26%
Cenizas	3,48%
Acidez	0,10%
Mohos y levaduras	$\leq 1.0 \times 10^1$ UFC/g

El contenido de humedad obtenido fue de 6,26 %, valor que se encuentra dentro de rangos adecuados para la conservación de harinas. Según Aguilar y Estrella (2021), el porcentaje de humedad es un factor determinante en la calidad y estabilidad del producto, ya que influye directamente en su vida útil. En este sentido, valores elevados de humedad, superiores al 15 %, favorecen el crecimiento de microorganismos, lo que acelera los procesos de descomposición y deterioro sanitario del producto (Baños et al., 2020). Por lo tanto, el resultado obtenido indica una condición favorable para la conservación y seguridad de la harina analizada.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Alcívar et al. (2024), quienes al utilizar harina de camote en la elaboración de galletas obtuvieron valores de humedad alrededor de 8,65 %, considerados adecuados para garantizar la estabilidad del producto y su calidad bromatológica

El porcentaje de cenizas obtenido fue de 3,48 %, valor que resulta elevado en comparación con harinas refinadas de cereales, pero esperado en productos derivados de tubérculos. De acuerdo con OECD & FAO (2022), las raíces y tubérculos presentan un mayor contenido mineral en comparación con los cereales, lo que se traduce en valores superiores de cenizas en sus productos derivados. En estudios específicos sobre harina de camote, Badiora et al. (2023) reportaron valores de cenizas cercanos a 2,0 % – 3,2 %, indicando que estos pueden variar según el método de secado aplicado. Asimismo, Zeng et al. (2024) señalan que el contenido de cenizas en harinas de tubérculos puede incrementarse debido a factores de procesamiento como el grado de pelado, el secado y la posible inclusión de la cáscara, lo que explica valores relativamente altos. En este contexto, Dereje et al.

(2020) indica que el contenido de cenizas está estrechamente relacionado con la cantidad de minerales presentes, por lo que el valor elevado obtenido puede atribuirse a la presencia de elementos como calcio, fósforo y potasio, característicos del camote.

En relación con el porcentaje de acidez, Silva et al. (2023) mencionan que la harina de camote presenta una acidez de 0,096 %, atribuida principalmente a la presencia de compuestos orgánicos como ácido ascórbico y otros ácidos naturales propios del tubérculo. En este mismo sentido, estudios recientes indican que la harina de camote contiene compuestos bioactivos, como ácidos fenólicos, que contribuyen a su carácter ligeramente ácido y a sus propiedades funcionales (Liu et al., 2024). Asimismo, Pereira et al. (2025) señalan que estos compuestos pueden concentrarse durante el procesamiento, especialmente en etapas como el secado, lo que influye en las características fisicoquímicas finales de la harina, incluyendo su acidez.

Por lo tanto, el valor de acidez observado en el presente estudio (0,10 %) puede atribuirse tanto a la composición natural del camote como a las condiciones de procesamiento aplicadas durante la obtención de la harina, siendo además un valor consistente con lo reportado en la literatura científica.

En lo que respecta al recuento de mohos y levaduras, Mercado et al. (2019) señalan que este parámetro se encuentra estrechamente relacionado con las condiciones de almacenamiento (humedad), así mismo, a las prácticas de higiene empleadas en el momento de la elaboración del producto, por lo cual, se puede señalar que en el desarrollo de este estudio se cumplió con las prácticas higiénicas de elaboración, haciendo apta la harina de camote para la formulación de las galletas.

Tabla 4

Coefficientes estimados de los modelos de mezcla para humedad, ceniza y acidez

Respuesta	Término	Coefficiente	p-valor
Humedad	Harina de Trigo	70.18	0.0435
	Harina de Camote	-42.26	0.0744
	Trigo ²	-67.14	0.0572
Ceniza	Harina de Trigo	13.115	0.0004
	Harina de Camote	-7.585	0.0019
	Trigo ²	-12.810	0.0006
Acidez	Harina de Trigo	1.8231	0.0038
	Harina de Camote	-1.2638	0.0038
	Trigo ²	-1.7381	0.0062

Los modelos de mezcla ajustados muestran que la proporción de Harina de Trigo y Harina de Camote influye significativamente en la humedad, ceniza y acidez de la mezcla (Tabla 4). A medida que aumenta el contenido de trigo, se observa un incremento en la humedad, ceniza y acidez, mientras que la harina de camote tiende a disminuir estas propiedades. Los términos cuadráticos de trigo evidencian efectos no lineales, indicando que los cambios no son proporcionales y que existen niveles

óptimos de trigo para cada respuesta. En general, el trigo tiene un efecto más pronunciado sobre todas las propiedades, mientras que el camote actúa como modulador, reduciendo ligeramente los valores, especialmente en ceniza y acidez (Tabla 5).

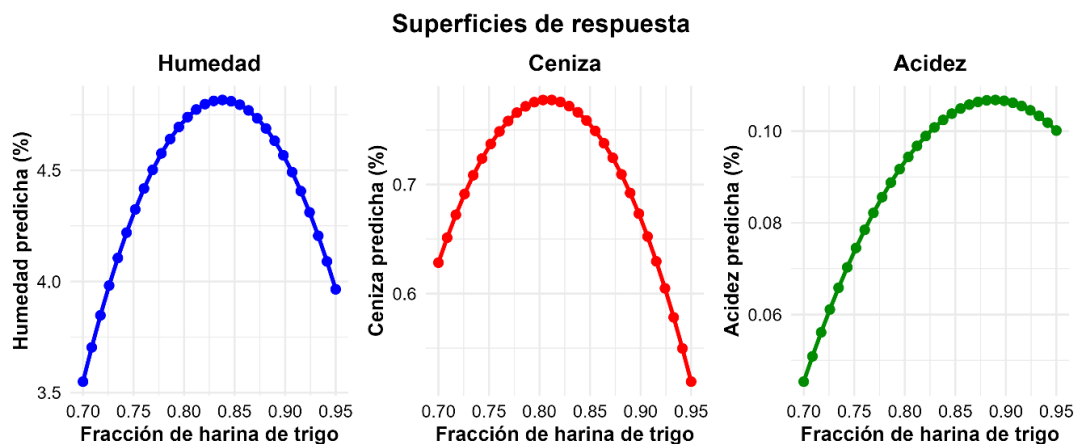
Tabla 5
Puntos óptimos de la mezcla de harina de trigo y harina de camote basado en el criterio de maximización del Score

Harina de Trigo	Harina de Camote	Humedad pred	Ceniza pred	Acidez pred	Score
70 %	30 %	3.5495	0.621	0.046	3.802

Este resultado indica que, en esta proporción, las galletas presentan menor humedad y acidez, junto con un contenido adecuado de ceniza, cumpliendo los objetivos de calidad establecidos en el estudio. Por lo tanto, esta combinación representa la formulación más adecuada de la mezcla para lograr un producto óptimo

La Figura 3 muestra los valores promedios de la caracterización fisicoquímica de las galletas dulces elaboradas con la inclusión de harina de camote variedad Toquecita.

Figura 3
Calidad fisicoquímica de las galletas dulces



En la Figura (3) se observa que tanto la humedad (curva azul) como la ceniza (curva roja) presentan una curvatura parabólica pronunciada, alcanzando sus valores máximos alrededor de una fracción de harina de trigo de 0.82 a 0.85, lo que indica un efecto cuadrático significativo y la presencia de un punto óptimo en la mezcla (Athanasaki et al., 2024). Este comportamiento refleja que un aumento adicional de harina de trigo más allá de este punto óptimo resulta en una disminución de ambas respuestas, evidenciando la importancia de los términos cuadráticos en el modelo.

Por su parte, la acidez (curva verde) muestra un incremento más suave y sostenido con la fracción de harina de trigo, alcanzando su punto máximo cerca de una fracción de 0.90, lo que sugiere que la acidez aumenta de manera más gradual con el contenido de trigo hasta niveles altos antes de estabilizarse. En conjunto, estas superficies de respuesta confirman que el trigo tiene un efecto positivo y no lineal sobre las tres propiedades estudiadas, y que los términos cuadráticos son esenciales para capturar la complejidad de las relaciones entre los factores y las respuestas, principio fundamental de la metodología de superficies de respuesta (RSM) considerado en este análisis (Myers et al., 2016).

En cuanto al porcentaje de acidez titulable, el punto óptimo de la mezcla (Tabla 5) presentó un valor de 0.046 %, lo que indica un bajo contenido de ácidos en las galletas desarrolladas. Akoja y Coker (2018) reportaron valores de acidez titulable entre 0.13-0.32 % en galletas elaboradas con harinas compuestas de trigo y okra, mientras que Vázquez et al. (2018) encontraron un rango de 0.02-0.13 % en harinas de camote, demostrando que la variedad, el pretratamiento y el método de secado de la materia prima influyen significativamente en la acidez titulable del producto final. El valor obtenido en este estudio resulta considerablemente inferior al reportado por Cañar (2023) de 1.15 % - 1.38 % en galletas con productos andinos, lo que sugiere que la composición química inherente a las diferentes harinas no convencionales empleadas, así como la variedad y origen geográfico, influyen directamente en las características fisicoquímicas del producto final (Yang et al., 2023).

El contenido de cenizas constituye un indicador del contenido mineral presente en los alimentos (Olatunde et al. 2015). El valor obtenido en la formulación óptima (0.621 %) evidencia un incremento moderado del aporte mineral, atribuible a la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Dossa et al. (2025) en galletas enriquecidas con harina de taro (*Colocasia esculenta*), quienes registraron valores de cenizas en un rango de 0.80 % a 1.35 % en función del nivel de sustitución. Los autores señalan que este incremento en la fracción mineral está asociado a la mayor concentración de minerales presentes en raíces y tubérculos. En este sentido, aunque el valor obtenido en el presente estudio es ligeramente inferior, mantiene la misma tendencia, lo que representa un aspecto positivo desde el punto de vista nutricional, ya que las cenizas reflejan el contenido total de minerales, asociados a elementos como calcio, potasio, magnesio y fósforo.

La cantidad de humedad de las galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote presentó diferencias significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos, con valores experimentales comprendidos entre 4.05% y 4.73%. Todos estos valores se encuentran por debajo del límite máximo del 10% establecido por la NTE INEN 2085 (2005) para galletas, lo que garantiza una adecuada estabilidad del producto y una menor susceptibilidad al deterioro microbiológico. Desde el punto de vista fisicoquímico, el contenido de humedad en productos de panadería no depende únicamente de la cantidad de agua adicionada, sino también de la composición de las harinas empleadas, particularmente de su contenido de proteínas, almidón y fibra, los cuales presentan diferente afinidad por el agua. En este sentido, Xin et al. (2022) señalan que estos componentes influyen directamente en la capacidad de retención y migración del agua dentro de la matriz de la

masa, afectando su distribución y comportamiento durante el mezclado y el horneado. Por lo tanto, la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote puede modificar la interacción agua sólidos, contribuyendo a variaciones en el contenido final de humedad del producto.

La formulación óptima que se obtuvo mediante el criterio de maximización del Score, el cual integra simultáneamente las variables humedad, cenizas y acidez, considerando la reducción del contenido de humedad como un objetivo tecnológico. En este contexto, la formulación óptima (0.70 harina de trigo y 0.30 harina de camote) presentó una humedad predicha de 4.610%, valor que se ubica dentro del rango experimental observado y cercano a los tratamientos con mayor nivel de sustitución parcial (Tabla 1). Este resultado indica que la incorporación de harina de camote no incrementa la humedad del producto final, sino que contribuye a mantener valores bajos y tecnológicamente adecuados, favoreciendo la estabilidad y la vida útil del producto.

Dossa et al. (2025) evaluaron galletas enriquecidas con harina de taro (*Colocasia esculenta*) como sustituto parcial de la harina de trigo. En su estudio, los autores reportaron un contenido de humedad de 6.63 % en la formulación control, mientras que las galletas elaboradas con niveles crecientes de sustitución parcial mostraron valores progresivamente menores: 6.14 %, 5.96 % y 5.86 %. Estos resultados evidencian que el incremento de la proporción de harina de tubérculo contribuye a la disminución del contenido de humedad en el producto final.

Adicionalmente, Toapanta (2023) señala que los bajos contenidos de humedad en galletas se deben principalmente al proceso de horneado, el cual elimina gran parte del agua libre y favorece la formación de una estructura más compacta. De manera similar, Cajavilca (2022) reportó un valor de 5.7% de humedad en galletas elaboradas a base de granos andinos y camote, valores ligeramente superiores pero comparables a los obtenidos en esta investigación

Calidad microbiológica de las galletas dulces

En la Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados en las galletas dulces de camote variedad Toquecita, se evidencia que todos los tratamientos presentaron recuentos <10 UPC/g en el recuento total de mohos y levaduras.

Tabla 6
Valores promedio del recuento de mohos y levaduras de las galletas dulces elaboradas con harina de camote variedad Toquecita

Tratamientos	Análisis microbiológico	Unidad	Resultados	Método de ensayo
T1	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	AOAC 997.02
T2	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	
T3	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	
T4	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	
T5	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	
T6	Recuento de Hongos y levaduras	UPC/g	<1.0x10 ² *	

*Satisfactorio $<1.0 \times 10^2$ ** Aceptable $1.0 \times 10^3 \leq x \leq 2.0 \times 10^2$ ***Insatisfactorio $\geq 2.0 \times 10^2$

Los resultados obtenidos se encuentran en concordancia con lo establecido en la NTE INEN 2085 (2005), la cual establece como límite máximo permisible para mohos y levaduras en galletas un valor de 1.0×10^2 UFC/g. Las galletas evaluadas en este estudio cumplen con este requisito, lo que indica que el producto es seguro y apto para el consumo humano.

Tabla 7
Parámetros estimados del modelo de regresión para la absorción de agua

Parámetro	Estimación ± EE	P – Valor
Harina de Trigo	-14,582 ± 2,293	< 0,001
Harina de Camote	-11,238 ± 3,825	0,0101
Harina de Camote ²	7,896 ± 2,647	0,0093
Harina de Trigo ²	12,738 ± 3,916	0,0053
R ² ajustado	0,9866	—
Error estándar	0,1036	—

Fuente: Elaborada por los autores, 2025

El modelo ajustado presentó un alto poder explicativo, con un coeficiente de determinación ajustado (R² ajustado) de 0,9866 y un error estándar bajo (0,1036), lo que evidencia un buen ajuste de los datos experimentales. Los resultados muestran que la harina de trigo tuvo un efecto significativo y negativo sobre la variable respuesta ($p < 0,05$), mientras que la harina de camote presentó un efecto positivo y estadísticamente significativo. Asimismo, el término cuadrático de la harina de trigo resultó significativo, lo que indica la presencia de un comportamiento no lineal en su efecto sobre la respuesta evaluada, (Tabla 7).

Este comportamiento concuerda con lo reportado por Fu et al. (2017), quienes demostraron que la capacidad de absorción de agua de la harina depende fuertemente de la clase de trigo y de sus propiedades reológicas, mostrando rangos claramente diferenciados entre clases. En dicho estudio, las líneas trigo rojo de primavera del oeste de Canadá presentaron valores más elevados de WAC (62 - 68) en comparación con trigo rojo de invierno del oeste de Canadá (55 – 59 WAC), mientras que las clases trigo rojo de las praderas de Canadá y trigo rojo duro del norte de Canadá presentaron una mayor variabilidad (58 – 67 WAC), lo que refleja la influencia de la composición proteica y la calidad del gluten sobre la absorción de agua.

Por otro lado, la harina de camote mostró estimadores positivos y altamente significativos ($p < 0,01$), confirmando su contribución directa al incremento de la absorción de agua (Figura 2), Pereira et al (2025), menciona que este fenómeno se atribuye principalmente a su alto contenido de almidón y fibra, componentes con elevada capacidad de retención hídrica. Según Passerine y Breitzkreitz (2024), los altos valores de R² ajustado ($> 0,95$), junto con los bajos errores estándar, respaldan la robustez de los modelos estadísticos y evidencian una adecuada explicación de la variabilidad de la variable

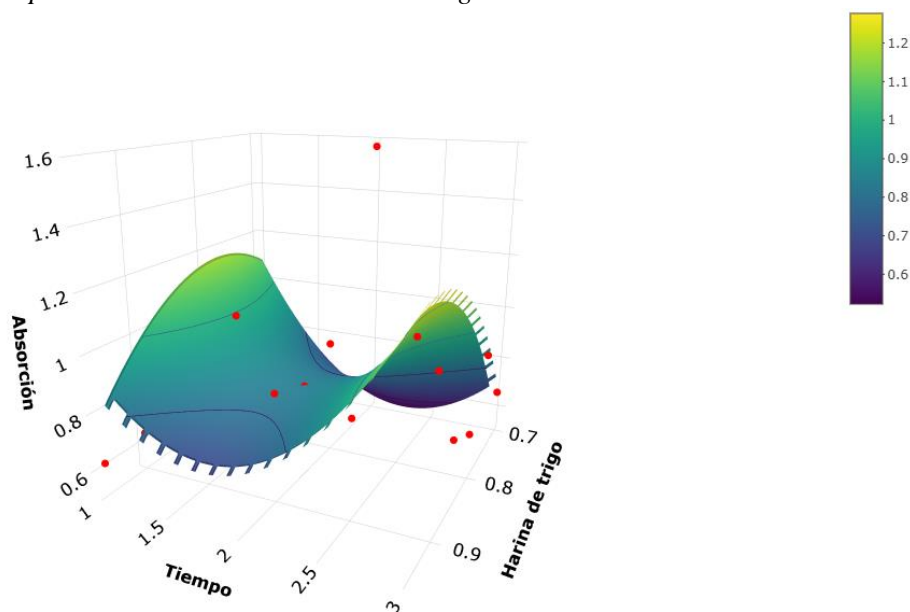
respuesta en este caso de la absorción de agua en función de la composición de las harinas y del tiempo de evaluación.

En este contexto, los resultados del presente estudio indican que la harina de camote presentó valores de capacidad de absorción de agua (WAC) comprendidos entre 50 y 160, los cuales, si bien son inferiores a los rangos reportados en la literatura (140–280 WAC), mantienen la misma tendencia funcional, asociada a la elevada afinidad del camote por el agua (Figura 4). Valores superiores fueron reportados por Olatunde et al., (2015) quienes atribuyen esta mayor capacidad de absorción hídrica principalmente a diferencias en la variedad del camote y en las condiciones de procesamiento, factores ampliamente reconocidos como determinantes de las propiedades funcionales de este tubérculo.

En concordancia con estos hallazgos, Pereira et al. (2025) demostraron que tanto el método de secado como la variedad influyen significativamente en las propiedades funcionales de las harinas de camote. En su estudio, las harinas secadas con aire caliente presentaron una microestructura más compacta, con gránulos de almidón agregados y mayor contenido de agua (3,2 g/g). En contraste, las harinas liofilizadas exhibieron una estructura más porosa y partículas de menor tamaño, lo que favoreció un alto contenido de agua (3,0 g/g) y una mayor capacidad de formación de espuma.

Figura 4

Superficie de respuesta de la variable absorción de agua



Este tipo de modelado es ampliamente utilizado en la metodología de superficie de respuesta (RSM), en la cual se incluyen términos interactivos y, en ocasiones, cuadráticos para representar de manera más realista la curvatura de la superficie de respuesta observada (Sharma et al., 2023). La capacidad de la harina de camote para absorber humedad puede alterar la estabilidad y textura de las galletas

cuando se utiliza como sustituto parcial de la harina de trigo. Noguera y Rivero (2021) advierten que una absorción acelerada de agua provoca pegajosidad y disminución de estabilidad, mientras que Oyinloye y Yoon (2020) explican que los procesos de secado y molienda generan cambios estructurales que incrementan los puntos activos para la adsorción. Aunque Acurio et al. (2024) reportaron baja capacidad de absorción en harinas de camote morado, otros estudios indican que las harinas de camote presentan almidones amorfos altamente higroscópicos (Kamal et al., 2023) y generan curvas de sorción tipo II y III con incrementos de humedad en valores medios de actividad de agua (Oh et al., 2018). Esto coincide con los picos observados en la absorción de agua del presente estudio y sugiere que la sustitución parcial afecta la interacción agua matriz, influyendo en características tecnológicas como crocancia, cohesión y estabilidad del producto final.

Aceptabilidad de las galletas dulces

Los resultados obtenidos del análisis de aceptabilidad sensorial en las galletas dulces mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para todos los atributos evaluados. Se evidenció que el tratamiento T2 (25 % de harina de camote variedad Toquecita) presentó la mayor aceptabilidad en términos de color, olor, sabor y textura (Tabla 8). Los resultados de la caracterización fisicoquímica del tratamiento T2 evidencian valores de humedad de 4.60 ± 0.0058 %, cenizas de 0.67 ± 0.0100 % y acidez de 0.08 ± 0.0100 %.

Tabla 8
Rangos de Friedman y significancia de los tratamientos por atributo sensorial de las galletas dulces elaboradas con harina de camote variedad Toquecita

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura
T2 (25% harina de camote toquecita)	243 (a)	249 (a)	248 (a)	216 (a)
T5 (10% harina de camote toquecita)	193 (b)	157 (b)	189 (b)	165 (bc)
T4 (15% harina de camote toquecita)	181 (bc)	163 (b)	196 (b)	178 (b)
T1 (30% harina de camote toquecita)	155 (cd)	156 (b)	76.0 (d)	153 (c)
T6 (5% harina de camote toquecita)	147 (d)	170 (b)	201 (b)	170 (bc)
T3 (20% harina de camote toquecita)	129(d)	154 (b)	138 (c)	166 (bc)
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Fuente: Elaborada por los autores, 2025

Figura 5

Distribución de puntajes del parámetro color de los tratamientos

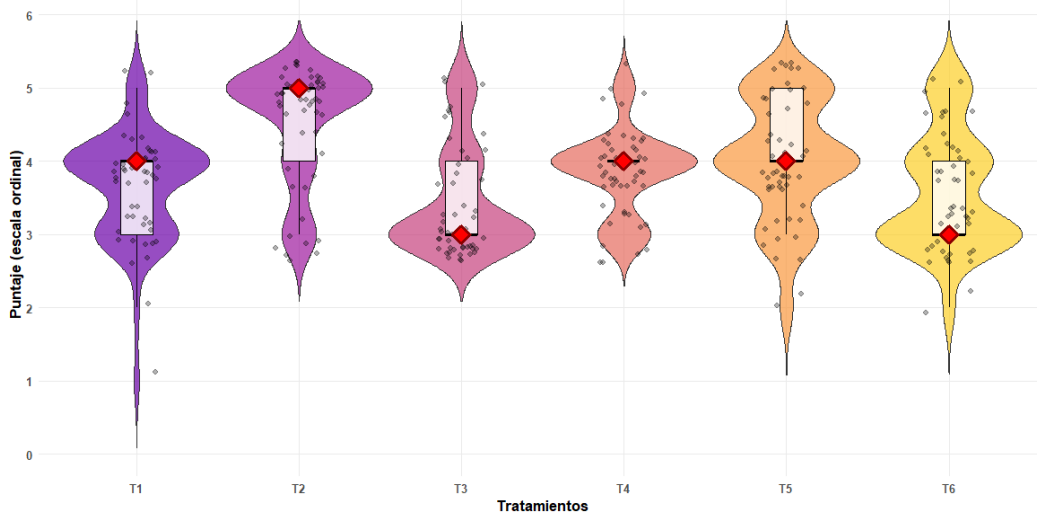


Figura 6

Distribución de puntajes del parámetro olor de los tratamientos

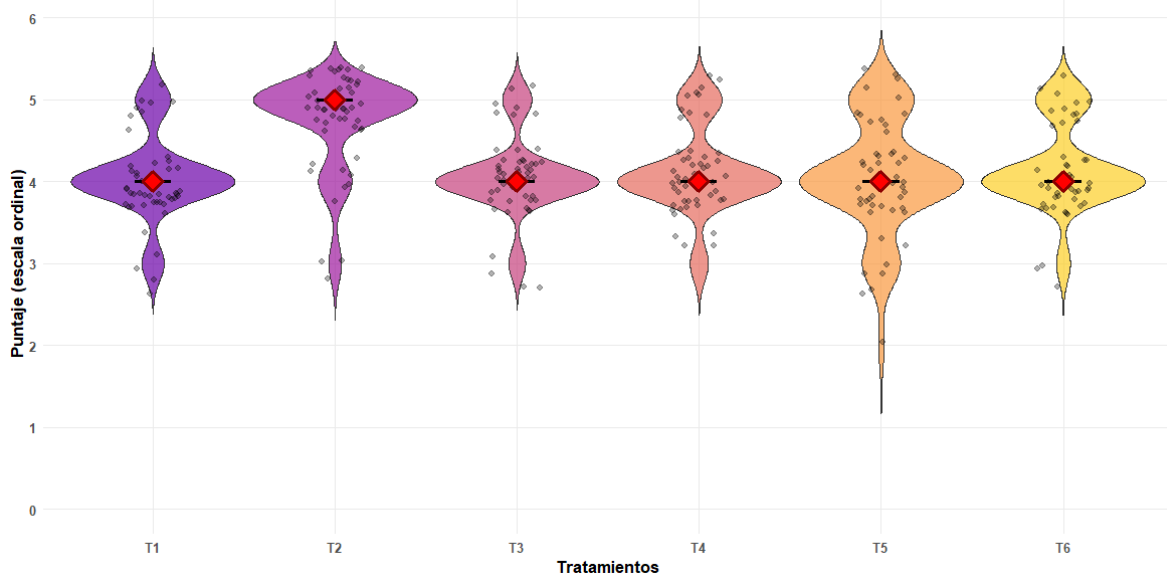


Figura 7

Distribución de puntajes del parámetro sabor de los tratamientos

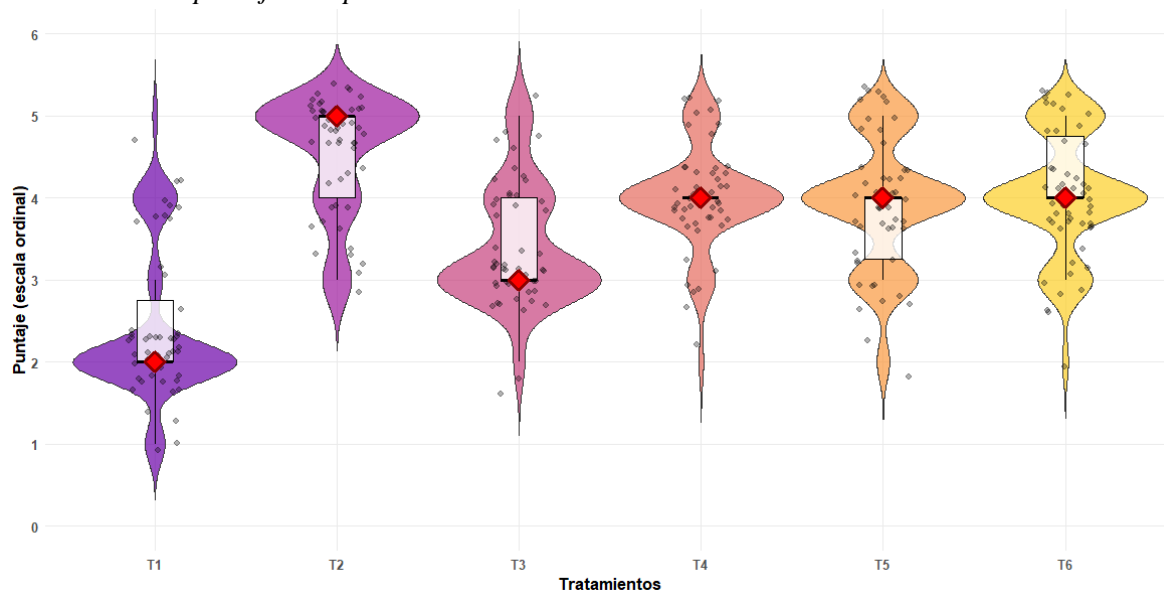
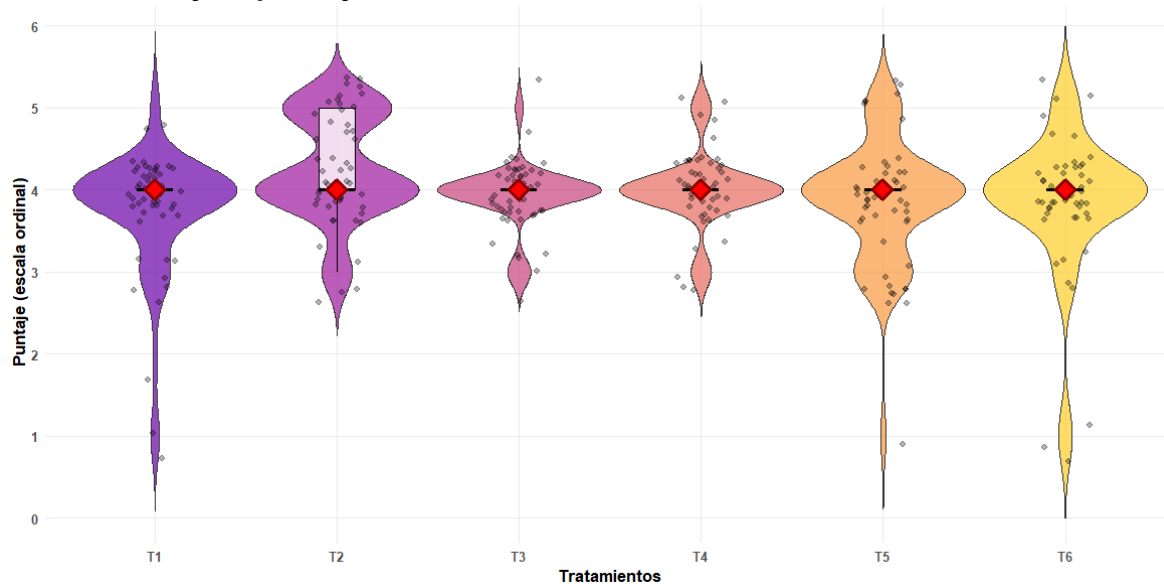


Figura 8

Distribución de puntajes del parámetro textura de los tratamientos



En el presente estudio, la incorporación de harina de camote al 25 % en la formulación de galletas junto con 75 % de harina de trigo resultó en productos con características sensoriales favorables, especialmente en términos de color (Figura 5) y aceptabilidad general. Esto coincide con los hallazgos de Vázquez et al. (2018), quienes reportaron que las galletas elaboradas con mezclas de harina de camote y trigo presentaron un color atractivo debido a los carotenoides de la harina de camote y buena

aceptabilidad sensorial, sin afectar la crujibilidad ni el sabor. (Figura 7). De manera similar, Kurnia et al. (2025) demostraron que la adición de harina de batata morada incrementa el contenido de fibra sin alterar significativamente atributos sensoriales como color, textura (Figura 8) o sabor, identificando formulaciones intermedias como óptimas para equilibrar valor nutricional y aceptación. Achimugu et al (2025) reportaron que la incorporación del 25 % de harina de batata en mezclas con otras harinas dio lugar a galletas con alta aceptación sensorial, caracterizadas por un color homogéneo y propiedades físicas estables. Además, Haro et al. (2025) evaluaron alfajores con combinaciones de harina de camote y maca, observando que la sustitución parcial no afectó negativamente la preferencia de los consumidores. En este contexto, diversos estudios coinciden en que la incorporación de harinas de tubérculos en productos de panificación permite mejorar el perfil nutricional sin comprometer la aceptación sensorial del consumidor. En conjunto, estos resultados evidencian que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote, en proporciones cercanas al 25 %, no solo permite mantener o mejorar el color, el olor (Figura 6) y la aceptabilidad de las galletas, sino que también representa una alternativa innovadora en la formulación de productos de panificación, al incorporar materias primas no convencionales con potencial tecnológico funcional.

Conclusiones

Los modelos de mezcla demostraron que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote variedad “Toquecita” influye significativamente en las propiedades fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de las galletas. La formulación óptima presentó adecuada estabilidad tecnológica, buen comportamiento en absorción de agua y características sensoriales favorables, evidenciando el potencial funcional y nutricional de la harina de camote como alternativa parcial en productos de panificación.

El tratamiento T2 (25 % de harina de camote) destacó por su mayor aceptación sensorial en color, olor, sabor y textura, mientras que el tratamiento T1 (30 % de harina de camote) fue identificado como óptimo mediante RSM por sus adecuadas características fisicoquímicas y tecnológicas. Se recomienda realizar estudios futuros relacionados con vida útil, sistemas de empaque y viabilidad económica para fortalecer su aplicación comercial.

Contribución de Autoría CRediT

En el presente estudio, todos los autores contribuyeron de manera equitativa en todas las etapas de la investigación. La conceptualización del estudio, el diseño de la metodología, la implementación del software, la validación de los resultados y el análisis formal fueron desarrollados en conjunto. Asimismo, todos participaron en la investigación, incluyendo la recolección y análisis de datos, la gestión de recursos, y la validación de datos para su posterior reutilización. La redacción del borrador original, así como la revisión y edición del manuscrito, fueron realizadas colaborativamente. Además, la supervisión, la administración del proyecto y la adquisición de fondos fueron llevadas a cabo de manera conjunta, asegurando la adecuada ejecución y finalización del estudio. En consecuencia, se declara que todos los autores han tenido una participación equitativa en cada aspecto del trabajo

Declaración de intereses contrapuestos

Los autores declaran que no tienen intereses financieros en conflicto ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Declaratoria de uso de inteligencia artificial

Declaramos que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial (IA), específicamente ChatGPT y Claude, como apoyo en la corrección y optimización de códigos de programación en el software RStudio, empleados en la sección de resultados de este artículo. Asimismo, estas herramientas fueron utilizadas para mejorar la redacción, coherencia y claridad del texto, contribuyendo a una presentación más estructurada y comprensible de la información, sin reemplazar en ningún momento nuestro criterio, análisis ni nuestra responsabilidad científica como autores.

Disponibilidad de datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el estudio actual están disponibles del autor correspondiente a solicitud razonable.

Agradecimientos y financiamiento

Los autores expresan su agradecimiento a los productores de camote del sitio La Sabana, cantón Chone, por la colaboración brindada, así como a los técnicos de los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López, por la atención y apoyo durante la ejecución de los análisis.

Referencias

Achimugu, S., Shaibu, A. O., Yakubu, O. H., & Ochimana, M. I. (2025). Sensory evaluation and quality of cookies produced from composite flours of cassava, African yam, sweet potato, and okoho (*Cissus populnea*). *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 13(3), 220–229. <https://doi.org/10.26765/DRJAFS11067016>

Acurio, L., Salazar, D., García, M. E., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., & Igual, M. (2024). Characterization, mathematical modeling of moisture sorption isotherms and bioactive compounds of Andean root flours. *Current Research in Food Science*, 8, 100752. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100752>

Aguilar Pesantes, A. D., & Estrella Pincay, N. M. (2021). *Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de raquis, cáscara de banano (*Musa acuminata*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*)* [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].

- Akoja, S. S., & Coker, O. J. (2018). Physicochemical, functional, pasting and sensory properties of wheat flour biscuit incorporated with okra powder. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3(5), 64–70
- Alcívar, G., Loor, G., & Muñoz, J. (2024). Partial substitution of wheat flour with orange sweet potato flour (*Ipomoea batatas*) and its effect on the bromatological and sensory properties of sweet cookies. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 41(3), e244125. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v41.n3.05](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v41.n3.05)
- Añazco, J., Ruilova, F., Ortiz, X., Tumbaco, J., Cobeña, G., & Park, C. H. (2024). *Respuesta del camote (Ipomoea batatas) variedad INIAP Toquecita a la aplicación de bioinsumos edáficos*. En *Memorias del Simposio de Bioinsumos* (pp. 58–59). INIAP, Estación Experimental Portoviejo. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6402>
- Armijos, A. G., Villacrés, C. E., Quelal, M. B., Cobeña, G., & Álvarez, M. J. (2020). *Evaluación físicoquímica y funcional de siete variedades de camote provenientes de Manabí-Ecuador*. INIAP-EESC. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5735>
- Athanasaki, D. E., Georgiou, S. D., & Stylianou, S. (2024). New approaches on composite designs for response surface methodology. *PLOS ONE*, 19(4), Artículo e0301049. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301049>
- Badiora, O. A., Morakinyo, T. A., & Taiwo, K. A. (2023). Algunas propiedades de calidad de la harina de batata de pulpa amarilla afectadas por diferentes métodos de secado. *Food Production, Processing and Nutrition*, 5, 21. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00136-1>
- Baños, E., Dorantes, M., Jiménez, A., González, N., & Jiménez, R. (2020). Caracterización de harina de naranja (*Citrus x sinensis*) para uso alimentario. *European Scientific Journal*, 16(6), 12. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n6p12>
- Cajavilca, V. (2022). *Calidad proteica y aceptabilidad de galletas a base de granos andinos* [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/18123>
- Cañar, A. (2023). *Influencia del uso de cultivos andinos zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) y mashua (Tropaeolum tuberosum) en el desarrollo de galletas dulces* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37895>
- Dereje, B., Girma, A., Mamo, D., & Chalchisa, T. (2020). Functional properties of sweet potato flour and its role in product development: A review. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 1639–1662. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1818776>
- Dossa, S., Neagu, C., Lalescu, D., Negrea, M., Stoin, D., Jianu, C., Berbecea, A., Cseh, L., Ravis, A., Suba, M., & Alexa, E. (2025). Evaluación de las propiedades nutricionales, reológicas, funcionales y sensoriales de galletas enriquecidas con harina de taro (*Colocasia esculenta*) como sustituto parcial de la harina de trigo. *Foods*, 14(20), 3526. <https://doi.org/10.3390/foods14203526>

Fiorentini, M., Kinchla, A. J., & Nolden, A. A. (2020). The role of sensory evaluation in consumer acceptance of plant-based meat analogs and meat extenders: An exploratory review. *Foods*, 9(9), 1334. <https://doi.org/10.3390/foods9091334>

Fu, B., Wang, K., & Dupuis, B. (2017). Predicting water absorption of wheat flour using high shear-based GlutoPeak test. *Journal of Cereal Science*, 76, 116–121. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.05.017>

George, J., Reddy, G., Wadl, P., Rutter, W. B., Culbreath, J. R., Lau, P. W., Rashid, T., Allan, M. C., Johanningmeier, S. D., Nelson, A. M., Wang, M. L., Gubba, A., Ling, K.-S., Meng, Y., Collins, D. J., Ponniah, S. K., & Gowda, P. H. (2024). Sustainable sweetpotato production in the United States: Current status, challenges, and opportunities. *Agronomy Journal*, 116(2), 630–660. <https://doi.org/10.1002/agj2.21539>

Haro, A., Ayala, S., Dextre, Y., Velásquez, G., Julca, J., & Avalos, Y. (2025). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de camote (*Ipomoea batatas*) y maca (*Lepidium meyenii*) en productos de pastelería: alfajores. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 12(2), 25–40. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2025v12n2.004>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2005). *NTE INEN 2085: Galletas. Requisitos* (Primera revisión). <https://tinyurl.com/2yvy5pwl>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NTE INEN 616: Harina de trigo. Requisitos* (Cuarta revisión). <https://tinyurl.com/2317eoey>

Jiménez Careaga, M. G. (2015). Superficies de respuesta mediante un diseño central compuesto. *Revista Varianza*, 11(11), 31–36.

Kamal, M., Shakil, M., Akter, T., Yasmin, S., Saeid, A., & Khandaker, M. (2023). Moisture sorption behavior and effects of temperature, slice thickness, and loading density on drying kinetics of a local sweet potato cultivar grown in Bangladesh. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023, Artículo 5523400. <https://doi.org/10.1155/2023/5523400>

Kurnia, E. E. M., Solichah, M. A., & Fauzia, F. R. (2025). Analysis of dietary fiber content and preference test on cookies substituted with purple sweet potato flour and sorghum flour. *Journal of Social Research*, 4(10), 2515–2527. <https://doi.org/10.55324/josr.v4i9.2749>

Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. *Food Quality and Preference*, 22(8), 733–747. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.05.008>

Liu, Y., Shen, W., Jin, W., Li, F., Chen, X., Jia, X., & Cai, H. (2024). Physicochemical characterization of a composite flour: Blending purple sweet potato and rice flours. *Food Chemistry: X*, 22, 101493. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101493>

Mercado, G., Hernández de la Rosa, D., & Jiménez Hernández, J. (2019). Evaluación microbiológica y sensorial de galletas que se comercializan en la ciudad de Tepic, Nayarit, México. *Anales Científicos*, 80(1), 269–279. <https://doi.org/10.21704/ac.v80i1.1397>

- Myers, R., Montgomery, D., & Anderson-Cook, C. (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments* (4th ed.). John Wiley & Sons
- Neela, S., & Fanta, S. W. (2019). Review on nutritional composition of orange-fleshed sweet potato and its role in management of vitamin A deficiency. *Food Science & Nutrition*, 7(6), 1920–1945. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1063>
- Noguera, D. y Rivero, D. (2021). Isotermas dinámicas de sorción de humedad y propiedades termodinámicas de café soluble. *Ingeniería y Región*, 25, 32–45. <https://doi.org/10.25054/22161325.2840>
- Oh, S., Lee, E. J., & Hong, G. P. (2018). Quality characteristics and moisture sorption isotherm of three varieties of dried sweet potato manufactured by hot air semi-drying followed by hot-pressing. *LWT - Food Science and Technology*, 94, 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.044>
- Okeke, M. N., Mbah, E. N., & Yanjoh, E. T. (2020). Analysis of constraints to adoption of sweet potato processing technologies among actors in South East, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, 6(1), 34–42. <https://doi.org/10.9734/ajahr/2020/v6i130065>
- Olatunde, G. O., Henshaw, F. O., Idowu, M. A., & Tomlins, K. (2015). Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method. *Food Science & Nutrition*, 4(4), 623–635. <https://doi.org/10.1002/fsn3.325>.
- Organisation for Economic Cooperation and Development, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *OECD-FAO agricultural outlook 2022–2031*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/flb0b29c-en>
- Oyinloye, T. M., & Yoon, W. B. (2020). Effect of freeze-drying on quality and grinding process of food produce: A review. *Processes*, 8(3), 354. <https://doi.org/10.3390/pr8030354>
- Passarini, B. F. G., & Breitreitz, M. C. (2024). Important aspects of experimental design and data treatment. *Molecules*, 29(24), 6057. <https://doi.org/10.3390/molecules29246057>
- Pereira, N., Ramos, A. C., Alves, M., Alves, V. D., Moldão, M., & Abreu, M. (2025). Physical and functional properties of sweet potato flour. *Molecules*, 30(8), 1846. <https://doi.org/10.3390/molecules30081846>
- Rodrigues, S. S. Q., Dias, L. G., & Teixeira, A. (2024). Emerging methods for sensory quality evaluation of foods: Technology at the service of food science. *Current Food Science and Technology Reports*, 2, 77–90. <https://doi.org/10.1007/s43555-024-00019-7>
- Rossi, L. (2024). The impact of sweet potato flour on the texture and shelf life of biscuits. *International Journal of Chemical and Biological Sciences*, 6(1), 156–159. <https://doi.org/10.33545/26646765.2024.v6.i1b.151>
- Sharma, R., Mishra, D. P., Wasilewski, M., & Brar, L. S. (2023). Application of response surface methodology and artificial neural networks to optimize curved trapezoidal winglet geometry and

enhance the performance of a fin-and-tube heat exchanger. *Energies*, 16(10), 4209. <https://doi.org/10.3390/en16104209>

Silva, J. dos S., Maia, T. B., Loss, R. A., de Oliveira, K. C. L., Guedes, S. F., & Geraldi, C. A. Q. (2023). Elaboración de masa de pasta fresca sin gluten enriquecida con brotes de cilantro comestibles. *Revista Foco*, 16(9), e3139. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n9-181>

Sunaryo, N. A., Nurmalarari, R., Soekopitojo, S., Istiqomah, N., & Ab Rashid, P. D. (2024). Proximate analysis and organoleptic properties of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) cookies. *BIO Web of Conferences*, 117, 01027. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411701027>

Toapanta Yugsi, E. G. (2023). *Influencia del uso de cultivos andinos (camote morado (Ipomoea batatas L.) y oca blanca (Oxalis tuberosa)) en el desarrollo de galletas dulces* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37922>

Vázquez, K., Quiñones, O., Trancoso, N., Pensabén J., & Ochoa, L. (2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agroproductividad*, 11(7), 113–119

Vinces, V., & Cueva, A. (2024). Estrategia de marketing digital en la agricultura familiar campesina: Caso del camote de pulpa anaranjada en Manabí. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(3), 772–789. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2476>

Xin, Y., Wei, H., Guo, Q.-B., & Zhang, L.-H. (2022). Effects of wheat flour composition on dough moisture migration and product quality. *Liangyou Shipin Keji*, 30(6), 9–16. <https://doi.org/10.16210/j.cnki.1007-7561.2022.06.002>

Yang, L., Zhang, H., Huang, B., Hao, S., Li, S., Li, P., & Yu, H. (2023). Role of potato powder on physicochemical properties of wheat dough. *Gels*, 9(2), 73. <https://doi.org/10.3390/gels9020073>

Zeng, F., Guo, H. C., & Liu, G. (2024). Tecnología de procesamiento y utilización de alimentos de raíces y tubérculos. *Foods*, 13(13), 2082. <https://doi.org/10.3390/foods13132082>

Zhang, L., Gao, Y., Deng, B., Ru, W., Tong, C., & Bao, J. (2022). Physicochemical, nutritional, and antioxidant properties of seven sweet potato flours. *Frontiers in Nutrition*, 9, 923257. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.923257>