



TACLLA
revistas.unf.edu.pe/taclla
<https://doi.org/10.57063/rcitac.v2i1.219>



FONDO
EDITORIAL
UNF

ARTÍCULO ORIGINAL



Aprovechamiento de subproductos del maíz morado en la elaboración de galletas

Utilization of purple corn by-products in the making of cookies

Pablo Jefferson Barboza-Suárez¹; Paul Alexis. Sisniegas-Gálvez¹; Elmer Yampier. Zamora Sánchez^{1*}

¹ Laboratorio de Ingeniería Agroindustrial, Facultad Ciencias agropecuarias, Universidad Nacional De Trujillo, Avenida Juan Pablo II S/N, San Andrés, Trujillo13001, Perú.

*Autor de correspondencia: Elmer Yampier. Zamora Sánchez - ezamora@unitru.edu.pe

Received: 15 December 2025. Accepted: 15 May 2026. Published: 30 June 2026.

Abstract

Purple corn (*Zea mays* L.) yields cob (coronta) as an agro-industrial by-product (15–20 % of the ear), rich in anthocyanins, mainly cyanidin-3-glucoside with antioxidant capacity exceeding that of the grain, whose valorization aligns with circular-economy principles. However, its high insoluble-fiber and polyphenol content constrains its bakery application. This study optimized the wheat-flour replacement level with purple-corn cob flour and the baking time in cookie making to maximize sensory acceptability. A two-factor rotational central composite design (CCRD) with eleven runs was applied, varying flour replacement from 3 % to 7 % and baking time from 8 to 22 min at 145 °C. Overall acceptability was assessed using a 10-cm unstructured hedonic scale with 100 consumers, and data were modeled by response surface methodology. Acceptability ranged from 6.60 to 9.15, peaking at the central points. The quadratic model was significant ($p < 0.05$; $F = 26.17$) and showed a robust fit ($R^2 = 0.963$; adjusted $R^2 = 0.927$), with significant linear and quadratic effects of both factors and a non-significant interaction. Quadratic terms were the most influential, revealing a non-linear response with a defined optimal region. Replacements above 6 % intensified color, gritty texture, and bitterness, lowering acceptance. We conclude that replacements of 4.5–5.5 % and baking times of 13–17 min yield functional cookies with acceptability scores of 8–10.

Keywords: General acceptability, use of by-products, optimization, cooking period.

Resumen

El maíz morado (*Zea mays* L.) genera coronta como subproducto agroindustrial (15–20 % de la mazorca), rica en antocianinas, principalmente cianidina-3-glucósido y con capacidad antioxidante superior a la del grano, cuyo aprovechamiento se alinea con la economía circular. No obstante, su elevado contenido de fibra insoluble y polifenoles limita su incorporación en panificación. Este estudio optimizó el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de coronta y el tiempo de horneado en la elaboración de galletas, con el fin de maximizar su aceptabilidad sensorial. Se aplicó un diseño compuesto central rotacional (DCCR) de dos factores y once ensayos, variando la sustitución entre 3 % y 7 % y el tiempo de horneado entre 8 y 22 min a 145 °C. La aceptabilidad general se evaluó mediante una escala hedónica no estructurada de 10 cm con 100 consumidores, y los datos se modelaron por metodología de superficie de respuesta. La aceptabilidad varió entre 6.60 y 9.15, con los valores máximos en los puntos centrales. El modelo cuadrático fue significativo ($p < 0.05$; $F = 26.17$) y presentó un ajuste robusto ($R^2 = 0.963$; R^2 ajustado = 0.927), con efectos lineales y cuadráticos significativos de ambos factores e interacción no significativa. Los términos cuadráticos resultaron los más influyentes, evidenciando una respuesta no lineal con región óptima definida. Sustituciones superiores al 6 % intensificaron el color, la textura arenosa y el amargor, reduciendo la aceptación. Se concluye que sustituciones de 4.5–5.5 % y horneados de 13–17 min permiten obtener galletas funcionales con aceptabilidad entre 8 y 10.

Keywords: Biotecnología verde, Mejora de cultivos, Biopesticidas, Biorremediación.

Cite this article:

Barboza Suárez, P.J.; Sisniegas Gálvez, P.A. y Zamora Sánchez, E.Y.(2026). *Aprovechamiento de subproductos del maíz morado en la elaboración de galletas*. Revista Científica de Ingeniería de la Universidad Nacional de Frontera: Taclla, 2(1), 72-81.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L.) es un cereal nativo de la región andina de gran relevancia económica y cultural, destacando no solo por su valor nutricional, sino por su elevado contenido de compuestos bioactivos, principalmente antocianinas del tipo cianidina-3-glucósido presentes en el pericarpio y el raquis o coronta (García-Flores et al., 2021). En la industria agroalimentaria actual, la generación de subproductos representa un desafío ambiental y una oportunidad de aprovechamiento bajo el enfoque de economía circular. La coronta, que constituye aproximadamente el 15-20% del peso de la mazorca, es frecuentemente descartada a pesar de poseer una capacidad antioxidante superior a la del propio grano (Paucar-Menacho et al., 2020).

La incorporación de harina de coronta en productos de panificación, como las galletas, permite no solo la revalorización de un residuo, sino también la creación de alimentos funcionales con propiedades preventivas contra enfermedades crónicas no transmisibles. Investigaciones han demostrado que las antocianinas del maíz morado poseen efectos antiinflamatorios y antihipertensivos significativos (Magaña-Cerino et al., 2020). Sin embargo, el uso de este subproducto en la industria de la panificación presenta retos tecnológicos debido a su alto contenido de fibra insoluble y polifenoles, los cuales pueden alterar la red de gluten, la textura y el perfil sensorial si no se optimizan adecuadamente los niveles de sustitución y los parámetros de procesamiento térmico (López-Rodríguez et al., 2022).

Estudios previos han explorado la sustitución de harina de trigo por harina de maíz morado en porcentajes elevados (superiores al 15%); no obstante, autores como Smith-Rojas y Huamán (2023) señalan que concentraciones altas tienden a generar un sabor amargo residual y una textura arenosa que disminuye la aceptabilidad del consumidor. Por tanto, existe una brecha en la literatura científica respecto a la optimización de estos parámetros para balancear el aporte funcional sin sacrificar la calidad organoléptica.

Bajo este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo optimizar el porcentaje de sustitución de harina de coronta de maíz morado y el tiempo de horneado en la elaboración de galletas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

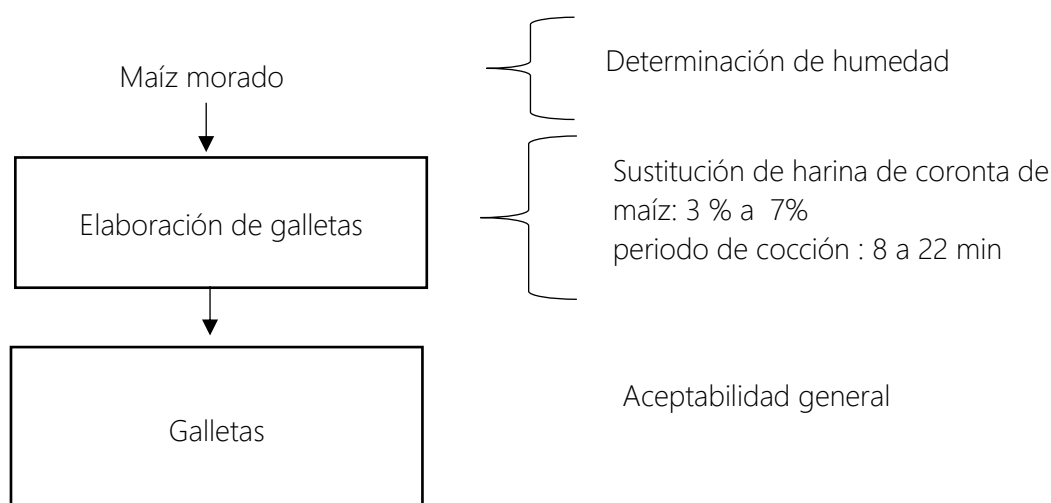
Materia Prima

Se utilizó maíz morado (*Zea mays* L.) variedad Canteño, procedente de la región de La Libertad, Perú. La coronta fue separada manualmente del grano y sometida a un proceso de higienización mediante lavado con agua destilada. Posteriormente, se procedió al secado en una estufa de convección forzada (marca Ketlab, modelo ODHG-9030A, Perú) a una temperatura controlada de 60 °C hasta alcanzar un peso constante con una humedad residual inferior al 10%; este parámetro es crítico para garantizar la estabilidad de las antocianinas y evitar la degradación térmica de los compuestos fenólicos (García-Zitlalpopoca et al., 2021). Una vez seca, la coronta fue triturada en un molino de impacto industrial y tamizada mediante una malla de 250 µm para obtener una granulometría uniforme, factor que influye directamente en la capacidad de absorción de agua (Sánchez-Mendoza et al., 2022).

Esquema experimental

En la Figura 1 se muestra el esquema experimental, incluyendo el reemplazo de harina en estudio como parámetro independiente.

Fig. 1. Esquema experimental para la elaboración de galletas.



Descripción del proceso de elaboración de galletas

Para la elaboración de galletas (1200 g de masa total), se utilizó una mezcla de harina de trigo y harina de coronta de maíz morado según los tratamientos descritos en la Tabla 1. Los demás ingredientes incluyeron

480 g de azúcar, 30 g de leche en polvo, 15 g de sal, 12 g de agente leudante, 480 g de grasa sólida y 210 g de agua. Todos los ingredientes fueron pesados utilizando una balanza analítica (± 0.001 g) y mezclados hasta obtener una masa homogénea, siguiendo procedimientos estandarizados en la elaboración de productos de panificación (Nawaz et al., 2021; Sergiacomo et al., 2024). Posteriormente, la masa fue laminada hasta un espesor de 0.3 cm, cortada con moldes y horneada a 145 °C en un horno rotatorio durante el tiempo establecido en el diseño experimental, de acuerdo con metodologías reportadas para la elaboración de galletas (Salihi & Hasani 2023). Finalmente, las galletas fueron enfriadas a temperatura ambiente y envasadas en bolsas de plástico para su conservación.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con la participación de 100 consumidores, hombres y mujeres de diversas edades, con el objetivo de determinar la aceptabilidad general de las galletas. Cada participante evaluó un máximo de cinco muestras con diferentes formulaciones, de acuerdo con el diseño experimental presentado en la Tabla 1. Para la medición de la aceptabilidad se empleó una escala hedónica no estructurada de 10 cm, ampliamente utilizada en estudios de evaluación sensorial de productos alimentarios (Ares & Jaeger, 2019; Lawless & Heymann, 2022). Los resultados fueron registrados en fichas de evaluación diseñadas para el estudio, garantizando la recolección sistemática de la información (Stone et al., 2020).

Análisis estadístico

Se empleó un diseño compuesto central rotacional (DCCR) con dos factores independientes: el porcentaje de sustitución de harina de coronta de maíz morado y el tiempo de horneado, considerando once ensayos experimentales (Tabla 1). La optimización del proceso se realizó mediante metodología de superficie de respuesta, la cual permite evaluar el efecto simultáneo de múltiples variables y determinar condiciones óptimas de operación (Bezerra et al., 2020; Granato et al., 2020).

Los niveles de sustitución (3%–7%) fueron establecidos a partir de pruebas preliminares de panificación y en concordancia con estudios previos que reportan una disminución de la aceptabilidad sensorial a niveles elevados de incorporación de harinas no convencionales. Se ha reportado que sustituciones superiores al 10% pueden afectar negativamente la textura y el sabor del producto debido al incremento de fibra dietaria y compuestos fenólicos, generando características sensoriales no deseadas como textura arenosa y sabores residuales amargos (Sayed-Ahmad et al., 2020; Gómez et al., 2021). En este sentido, el rango evaluado en el presente estudio se seleccionó con el fin de evitar estos efectos adversos y asegurar la aceptabilidad del producto final.

Tabla 1

Diseño de experimental para el análisis de la aceptabilidad general

Tratamientos	harina de coronta de maíz morado (%)	Periodo de horneado (min)
1	3.6	10.0
2	6.4	10.0
3	3.6	20.0
4	6.4	20.0
5	3.0	15.0
6	7.0	15.0
7	5.0	8.0
8	5.0	22.0
9	5.0	15.0
10	5.0	15.0
11	5.0	15.0

Plan de Análisis

La variable dependiente es la aceptabilidad general y las variables independientes son el periodo de horneado y el porcentaje de reemplazo de harina de coronta de maíz morado.

Principios éticos

Se respetaron los principios éticos en esta investigación manteniendo la confidencialidad de los datos de los panelistas, evitando solicitar información personal. Se les informó sobre la naturaleza de las pruebas para prevenir posibles reacciones alérgicas, garantizando así la transparencia en el proceso y el manejo de la información.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados del promedio de aceptabilidad general correspondientes a cada uno de los ensayos. La aceptabilidad sensorial de las once formulaciones de galletas (Tabla 2) varió entre 6.60 y 9.15, siendo la formulación 11 la mejor valorada, con puntuaciones superiores a 9. Los tratamientos centrales mostraron los mayores niveles de aceptabilidad, lo que indica la existencia de una región óptima dentro del rango evaluado. La menor aceptabilidad se registró en el tratamiento 6, el cual presentó el mayor porcentaje de sustitución de harina de estudio. Este comportamiento puede atribuirse al incremento de fibra dietaria y compuestos fenólicos, los cuales afectan negativamente las propiedades sensoriales, generando textura arenosa y sabores residuales no deseados, tal como ha sido reportado en estudios previos (Gómez et al., 2021; Sayed-Ahmad et al., 2020).

Asimismo, la baja aceptabilidad observada en el tratamiento 7 puede estar asociada a condiciones de horneado insuficientes, lo que influye en el desarrollo de color, textura y sabor del producto final. Este resultado concuerda con lo reportado por Moreno Ulloa & Pizarro Ureta (2013), quienes señalan que tiempos de horneado inadecuados pueden afectar negativamente la aceptación sensorial en productos de panificación.

Tabla 2

Resultados experimentales de los tratamientos realizados

Tratamientos	Harina de coronta de maíz morado (%)	Periodo de horneado (min)	Aceptabilidad general
1	3.6	10.0	7.22
2	6.4	10.0	7.00
3	3.6	20.0	6.92
4	6.4	20.0	6.67
5	3.0	15.0	6.99
6	7.0	15.0	7.05
7	5.0	8.0	7.21
8	5.0	22.0	7.30
9	5.0	15.0	8.68
10	5.0	15.0	9.08
11	5.0	15.0	9.15

El análisis estadístico de los datos de la tabla 2 y la comparación de los datos de R^2 y la suma de cuadrados del error que se muestran en la tabla 3, admitieron seleccionar el ejemplo de regresión más factible para pronosticar la aceptabilidad de las galletas. La mejor respuesta del modelo incluyó términos lineales y cuadráticos de los efectos principales, además de las interacciones de segundo orden, debido a su mayor R^2 y menor suma de cuadrados del error.

Tabla 3

Modelados estadísticos del diseño DCCR para la variable dependiente

Modelo	R ²	Suma de cuadrados del error
Términos lineales de los efectos principales.	0.00589	8.450865
Términos lineales y cuadráticos de los efectos principales	0.9634	0.311119
Términos lineales de los efectos principales y las interacciones de segundo orden	0.00592	8.450640
Efectos principales lineales y cuadráticos, e interacciones de segundo orden.	0.96343	0.310894

El análisis de varianza (ANOVA) tabla 4 mostró que el modelo cuadrático fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$), indicando que las variables estudiadas influyen significativamente en la aceptabilidad sensorial. El alto valor de F evidencia una adecuada relación entre la variabilidad explicada por el modelo y el error experimental. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.9634$) confirma la capacidad predictiva del modelo.

Tabla 4

Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	p-valor
Modelo	8.139	5	1.628	26.17	0.001
Error	0.311	5	0.062		
Total	8.450	10			

En la tabla 5 el análisis de correlación muestra los factores del modelo estadístico que predice la aceptabilidad de las galletas ($R^2 = 0.96343$; R^2 ajustado = 0.92686). La mayoría de los coeficientes resultaron estadísticamente significativos ($p < 0.05$). El modelo de regresión resultante se presenta en la Ecuación 1.

$$Y_1 = -0.118171 + 5.0882X_1 - 0.5106X_1^2 + 1.0991X_2 - 0.0369X_2^2 - 0.0011X_1 X_2$$

Donde

Y1: Aceptabilidad General;

X1: sustitución de harina de coronta de maíz morado (%);

X2: tiempo de horneado (min).

El análisis de regresión (Tabla 5) indica que los efectos lineales y cuadráticos de las dos variables independientes son estadísticamente significativos para la aceptabilidad de las galletas. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no resultó significativa, sugiriendo que sus efectos sobre la aceptabilidad son independientes.

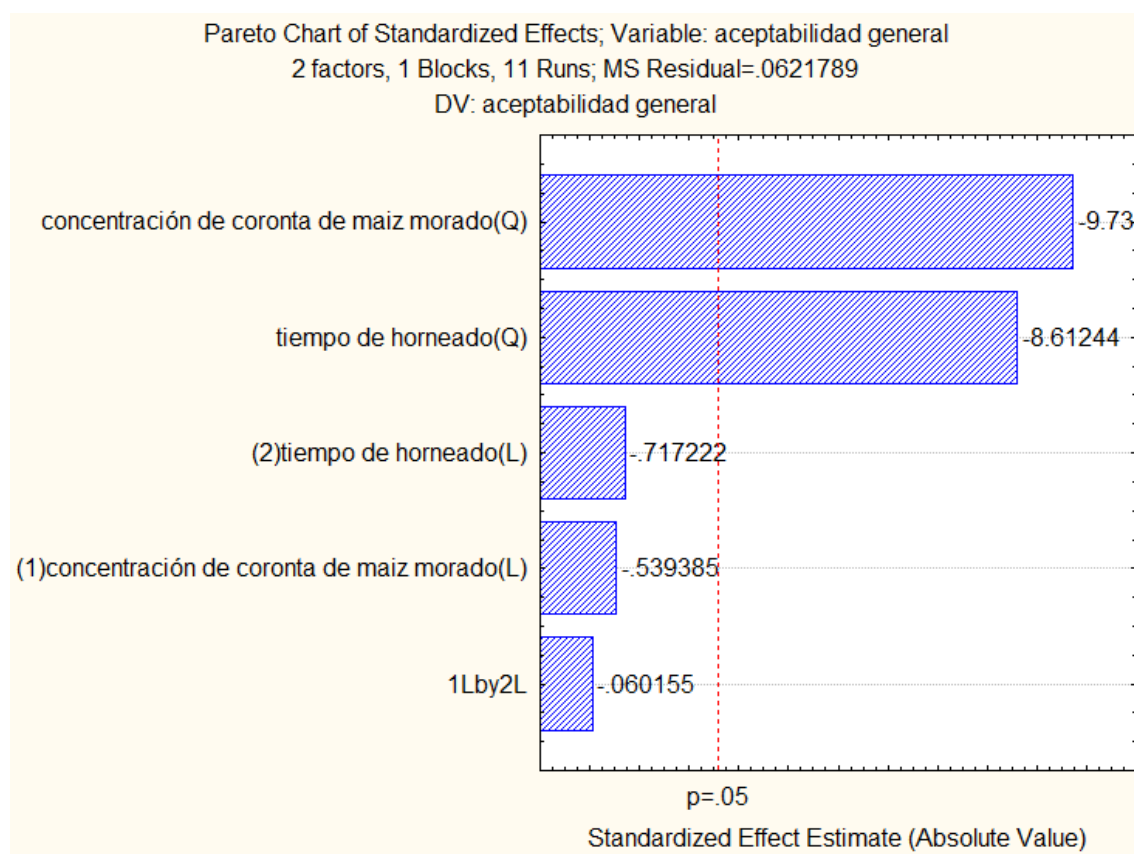
Tabla 5

Parámetros del modelo de regresión para la aceptabilidad sensorial de galletas.

Factor	Aceptabilidad General	
	Coeficientes	P
Constante	-0.118171	0.003115
(1) Harina de coronta de maiz morado %(L)	0.50882	0.000352
Harina de coronta de maiz morado %(Q)	-0.05106	0.000195
(2)perieodo de cocción (min)(L)	0.10991	0.000925
Perieodo de cocción (min)(Q)	-0.00369	0.000348
1L x 2L	-0.00011	0.954363
R ²	0.96343	
R Ajustado	0.92686	

El diagrama de Pareto (Figura 2) muestra que los términos cuadráticos de las variables independientes (porcentaje de sustitución de harina de coronta y tiempo de horneado) son los factores más influyentes sobre la aceptabilidad de las galletas, lo que evidencia la presencia de efectos no lineales en la respuesta. Asimismo, los términos lineales y cuadráticos del tiempo de horneado, así como el término lineal de la concentración de harina, presentan un efecto significativo en la aceptabilidad sensorial. Estos resultados indican que la interacción y la curvatura de los factores evaluados desempeñan un papel importante en la optimización del proceso, lo cual es consistente con estudios que emplean metodología de superficie de respuesta en productos alimentarios (Granato et al., 2020; Bezerra et al., 2020).

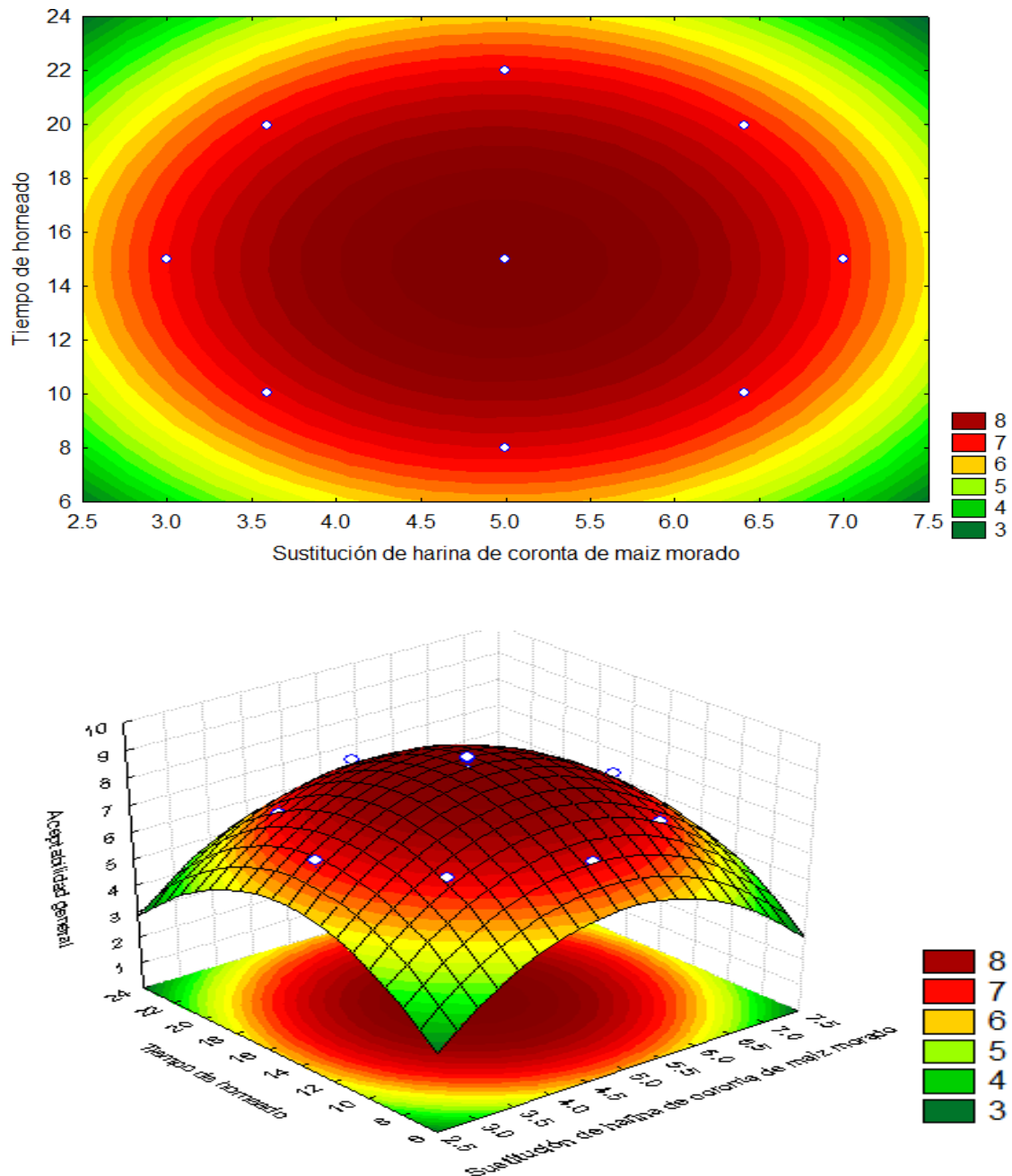
Fig. 2. Efecto de la sustitución de harina de coronta de maíz morado y tiempo de horneado sobre la aceptabilidad general



La superficie de respuesta (Figura 3) indica que la máxima aceptabilidad de las galletas se alcanza con niveles de sustitución de harina en estudio entre 4.5% y 5.5% y tiempos de horneado entre 13 y 17 minutos. Por el contrario, a concentraciones superiores al 6% y tiempos de horneado más cortos, la aceptabilidad disminuye significativamente, lo que evidencia la influencia combinada de ambas variables en la calidad sensorial del producto.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Moreno Ulloa & Pizarro Ureta (2013), quienes determinaron que un nivel de sustitución del 5% proporciona las mejores características sensoriales en productos de panificación. Asimismo, Aramayo Churquina & Ramírez Ruiz (2023) encontraron que formulaciones con mayor proporción de harina de trigo presentan mejor aceptación, lo cual se atribuye a la formación adecuada de la estructura del producto y a un perfil sensorial más equilibrado. En conjunto, estos hallazgos confirman que niveles moderados de sustitución permiten optimizar la aceptabilidad, mientras que concentraciones elevadas afectan negativamente las propiedades sensoriales.

Fig. 3. Gráfica de contornos y superficie respuesta para la aceptabilidad general



En la Figura 4 permite apreciar una variación significativa en la coloración de las galletas, la cual está directamente relacionada con el porcentaje de sustitución empleado en su formulación. Se evidencia que, donde los tonos se intensifican y se vuelven más oscuros cuando se incrementa la concentración del ingrediente sustituto, como se aprecia en el tratamiento 6. De acuerdo a Moreno Ulloa & Pizarro Ureta (2013), en su investigación sobre panificación, registraron que el uso de una elevada proporción de harina de maíz morado genera un efecto de intensificación del color, este cambio de tonalidad señala una consecuencia dual: por un lado, puede reducir la aceptabilidad sensorial ante los consumidores, pero por otro, contribuye de manera positiva a enriquecer el perfil nutricional del alimento.

Seún Garzón & Wrolstad (2024), señala que la apariencia visual de un alimento es un factor determinante para los consumidores, ya que el atractivo inicial influye poderosamente en su proceso de elección y en la percepción general de calidad que se forman sobre el producto. Esta afirmación se respalda en los hallazgos de la investigación. Los datos de aceptación recopilados demuestran una correlación clara: la galleta que presentaba la coloración más oscura, resultado de la mayor concentración de sustitución, fue consistentemente la que recibió la evaluación sensorial más baja y, por lo tanto, la menor preferencia entre el panel de consumidores evaluado.

Fig. 4. Fotografía de las galletas elaboradas



4. CONCLUSIONES

La metodología de superficie de respuesta, sustentada en un diseño compuesto central rotacional, permitió modelar y optimizar con éxito la elaboración de galletas formuladas con harina de coronta de maíz morado, un subproducto agroindustrial habitualmente descartado. El modelo cuadrático ajustado fue estadísticamente significativo y exhibió una elevada capacidad predictiva ($R^2 = 0.963$; R^2 ajustado = 0.927), confirmando que el porcentaje de sustitución y el tiempo de horneado gobiernan de manera no lineal e independiente la aceptabilidad sensorial, con predominio de los términos cuadráticos. La región óptima se localizó en sustituciones de 4.5–5.5 % y tiempos de horneado de 13–17 min a 145 °C, condiciones que maximizaron la aceptabilidad general (8–10). Por el contrario, niveles de sustitución superiores al 6 % deterioraron la calidad organoléptica intensificando el color, textura arenosa y amargor residual, atribuibles al aporte de fibra insoluble y polifenoles. Estos hallazgos demuestran que una incorporación moderada y controlada permite revalorizar la coronta bajo un enfoque de economía circular sin comprometer la calidad sensorial, ofreciendo una ruta tecnológica reproducible para el desarrollo de productos de panificación con potencial funcional. Se recomienda complementar este trabajo con la cuantificación de antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en el producto final, un ensayo de confirmación del punto óptimo y la evaluación de la vida útil, a fin de consolidar la viabilidad industrial y el valor nutricional de la formulación propuesta.

5. CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que la investigación se ha llevado a cabo en ausencia de relaciones comerciales o financieras que pudieran interpretarse como un posible conflicto de intereses.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Patricia Belen Chavarri Huacacolque **JB**

Pablo Jefferson Barboza Suárez **ACB**

Paul Alexis Sisniegas Gálvez **ACB**

Elmer Yampier Zamora Sanchez **ACB**

7. REFERENCIAS

- Aramayo Churquina, R. T., & Ramírez Ruiz, E. (2023). Elaboración de galletas con maíz morado. *Ventana Científica*, 13(21), 48–63. <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/1612>
- Ares, G., & Jaeger, S. R. (2019). Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome. *Food Quality and Preference*, 74, 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.01.002>
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escalera, L. A. (2020). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965–977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>
- García-Flores, R., Juárez-López, P., & Ramos-Cassellis, M. E. (2021). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en subproductos de maíz pigmentado: Una revisión sobre su potencial funcional. *Revista de Ciencias Alimentarias y Nutrición*, 28(3), 112–125.
- García-Zitlalpopoca, J., Hernández-Rodríguez, L., & Rojas-Molina, I. (2021). Efecto del secado por convección en la retención de antocianinas y capacidad antioxidante en subproductos de maíz pigmentado (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(2), 745–758. <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim2145>
- Garzón, G. A., & Wrolstad, R. E. (2024). Consumer perception and health benefits of anthocyanin-based natural colors in innovative food systems. *Current Opinion in Food Science*, 56, Artículo 101124. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101124>
- Gómez, M., Martínez, M. M., & Oliete, B. (2021). Influence of fibre on the quality of baked products: A review. *Foods*, 10(5), Artículo 1125. <https://doi.org/10.3390/foods10051125>
- Granato, D., Santos, J. S., Escher, G. B., Ferreira, B. L., & Maggio, R. M. (2020). Use of response surface methodology in food science: A review. *Food Research International*, 128, Artículo 108771. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108771>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2022). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (3.^a ed.). Springer.
- López-Rodríguez, J., Martínez-Pineda, M., & Vilanova, S. (2022). Impact of corn cob flour on the rheological and sensory properties of bakery products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5), Artículo e16543. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16543>
- Magaña-Cerino, J. M., Peniche-Pavía, H. A., Tiessen, A., & Gurrola-Díaz, C. M. (2020). Pigmented maize (*Zea mays* L.) contains anthocyanins with potential therapeutic action against oxidative stress – A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70(2), 85–99. <https://doi.org/10.31883/PJFNS/113272>
- Moreno Ulloa, S. G., & Pizarro Ureta, Y. E. (2013). Sustitución parcial de la harina de coronta de maíz morado (*Zea mays* L.) por harina de trigo en las características tecnofuncionales del pan artesanal [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1955>
- Nawaz, A., Li, E., Khalifa, I., Walayat, N., Liu, J., & Lorenzo, J. M. (2021). Effect of pectin on dough rheology and cookie quality. *Foods*, 10(11), Artículo 2692. <https://doi.org/10.3390/foods10112692>
- Paucar-Menacho, L. M., Castillo-Martínez, W. E., & Simpalo-López, W. D. (2020). Aprovechamiento de la coronta de maíz morado (*Zea mays* L.) para la obtención de compuestos fenólicos y su aplicación en la industria alimentaria. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 435–445. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.15>

Salihu, S., Gashi, N., & Hasani, E. (2023). Effect of plant extracts addition on the physico-chemical and sensory properties of biscuits. *Applied Sciences*, 13(17), Artículo 9674. <https://doi.org/10.3390/app13179674>

Sánchez-Mendoza, J. F., Ruiz-Gutiérrez, M. G., & Quintero-Ramos, A. (2022). Caracterización fisicoquímica y funcional de harinas obtenidas de subproductos de cereales andinos: Influencia del tamaño de partícula. *Food Science and Technology*, 42, Artículo e58921. <https://doi.org/10.1590/fst.58921>

Sayed-Ahmad, B., Talou, T., & Straumite, E. (2020). Evaluation of nutritional and sensory properties of bakery products enriched with plant-based ingredients. *Foods*, 9(8), Artículo 1058. <https://doi.org/10.3390/foods9081058>

Sergiacomo, A., Bresciani, A., Gallio, F., Varetto, P., & Marti, A. (2024). Sprouted oats in baked goods: From dough to biscuit quality. *Food and Bioprocess Technology*, 17, 4094–4105. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03362-8>

Smith-Rojas, A., & Huamán, K. (2023). Optimización sensorial de galletas enriquecidas con fibra de subproductos andinos. *Investigación Agraria y Tecnológica*, 15(1), 45–58.

Stone, H., Bleibaum, R., & Thomas, H. A. (2020). *Sensory evaluation practices* (5.^a ed.). Academic Press.