

# **Evaluación sensorial y fisicoquímica de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz**

*Sensory and physicochemical evaluation of sliced bread with partial replacement of wheat flour with rice flour*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15425955>

**AUTORES:** Manuel Moisés Suárez Muñoz \*

Gilson Joel Barragán Zambrano <sup>1</sup>

Luis Alfredo jurado Santillán <sup>2</sup>

Kevin Antonio Arana Vaca <sup>3</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** (moisuarez08@gmail.com)

**Fecha de recepción:** 06 / 12 / 2024

**Fecha de aceptación:** 13 / 12 / 2024

## **RESUMEN**

El pan es un alimento esencial en la dieta global, siendo ampliamente consumido en Ecuador. Sin embargo, la alta dependencia de la importación de trigo genera desafíos económicos y de sostenibilidad, destacando la necesidad de alternativas locales. Este estudio evalúa la viabilidad de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de arroz (*Oryza rufipogon* G., *Oryza sativa* L. spp. japonica, *Oryza sativa* L. spp.) en la producción de pan de molde. La harina de arroz, un producto local ampliamente disponible, ofrece beneficios nutricionales, es libre de gluten y tiene un alto contenido de almidón y aminoácidos esenciales. Para esta investigación, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres niveles de sustitución (10 %, 20 %, y 30 %) y tres repeticiones.

---

<sup>1234</sup> Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador  
moisuarez08@gmail.com

ones por tratamiento. Los análisis incluyeron parámetros fisicoquímicos como pH, humedad y contenido de cenizas, además de una evaluación sensorial considerando sabor, textura, color y aceptación general. Los resultados mostraron que una sustitución del 20 % mantiene características organolépticas aceptables, destacándose en textura (80 %) y sabor (85 %). En términos fisicoquímicos, este nivel de sustitución presentó valores de pH (5.2) y humedad (30 %) comparables al control, asegurando la calidad del producto. Por otro lado, la inclusión del 30 % de harina de arroz mostró una disminución en cohesión y textura, lo que podría estar asociado a la ausencia de gluten. Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que resaltan que niveles moderados de sustitución pueden mantener la calidad del pan al tiempo que promueven el uso de ingredientes locales. Se concluye que la harina de arroz es una alternativa viable para la producción de pan de molde, promoviendo sostenibilidad y reduciendo la dependencia de insumos importados.

**Palabras clave:** Arroz, pan, nutrición, calidad, trigo.

## ABSTRACT

Bread is an essential food in the global diet, being widely consumed in Ecuador. However, the high dependence on wheat imports creates economic and sustainability challenges, highlighting the need for local alternatives. This study evaluates the feasibility of partially replacing wheat flour with rice flour (*Oryza rufipogon* G., *Oryza sativa* L. spp. japonica, *Oryza sativa* L. spp.) in the production of bread. Rice flour, a widely available local product, offers nutritional benefits, is gluten-free, and has a high content of starch and essential amino acids. For this research, a completely randomized experimental design with three levels of substitution (10%, 20%, and 30%) and three replicates per treatment was used. The analyses included physicochemical parameters such as pH, moisture, and ash content, in addition to a sensory evaluation considering flavor, texture, color, and general acceptance. The results showed that a 20% substitution maintained acceptable organoleptic characteristics, standing out in texture (80%) and flavor (85%). In physicochemical terms, this substitution level presented pH (5.2) and humidity (30%) values comparable to the control, ensuring product quality. On the other hand, the inclusion of 30% rice flour showed a decrease in cohesion and texture, which could be associated with the absence of gluten. These results are consistent

with previous research highlighting that moderate levels of substitution can maintain bread quality while promoting the use of local ingredients. It is concluded that rice flour is a viable alternative for the production of bread, promoting sustainability and reducing dependence on imported inputs.

**Keywords:** *Rice, bread, nutrition, quality, wheat.*

## **INTRODUCCIÓN**

El pan es un alimento fundamental en la dieta humana y su relevancia trasciende épocas y culturas. En Ecuador, el consumo promedio de pan se estima en 30 kg per cápita al año, consolidándose como un producto básico en la alimentación nacional (INEC, 2022). Sin embargo, la producción de pan enfrenta desafíos relacionados con la alta dependencia de la importación de trigo, un insumo clave en su elaboración. En 2022, el país importó aproximadamente 700 mil toneladas de trigo, lo que representó un gasto de 200 millones de dólares, afectando la economía nacional y limitando la sostenibilidad del sector agroindustrial (Banco Central del Ecuador, 2023).

Dada esta situación, es crucial explorar alternativas locales que permitan reducir la dependencia de insumos importados y fortalecer la industria alimentaria. Entre estas alternativas, la harina de arroz emerge como una opción viable debido a su disponibilidad en Ecuador y sus propiedades nutricionales. Este cereal, ampliamente cultivado en el país, es el segundo más producido a nivel mundial y destaca por su alto contenido de almidón, aminoácidos esenciales y su naturaleza libre de gluten, lo que lo hace adecuado tanto para dietas especializadas como para diversificar productos panificados (FAO, 2022; Huang *et al.*, 2020).

Diversos estudios han explorado el uso de harina de arroz en productos horneados, demostrando que su inclusión puede mejorar propiedades sensoriales como textura y color, sin comprometer la calidad final del producto. Además, su integración en formulaciones alimenticias fomenta la sostenibilidad y promueve el desarrollo económico local al reducir la dependencia de insumos extranjeros (Lorenzo *et al.*, 2020; Martínez *et al.*, 2021; Rodríguez *et al.*, 2020). También se ha destacado que niveles moderados de sustitución de harina de trigo por harina de arroz pueden mantener la aceptabilidad sensorial del pan,

posicionándolo como una alternativa atractiva para consumidores y productores (Gallagher *et al.*, 2019; Hernández *et al.*, 2020).

Este estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad de sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de arroz en la elaboración de pan de molde, con énfasis en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final. Los hallazgos de esta investigación buscan contribuir a la innovación en el sector alimentario, impulsando el uso de recursos locales para promover la sostenibilidad y la seguridad alimentaria.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de agroindustria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo. Las coordenadas del centro del área de investigación son: latitud N 79°17'25.681'' y longitud E 14°45'1.306', donde se efectuaron análisis fisicoquímicos a los 3 tratamientos, contando con 3 repeticiones por cada una de sus variedades. Además, se realizará un análisis sensorial con un panel de 25 catadores semi entrenados para evaluar los diferentes tratamientos.

Se utilizó un enfoque cuantitativo, experimental y descriptivo, con el propósito de evaluar el impacto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz en la elaboración de pan de molde. Se buscó analizar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final en función de tres niveles de sustitución: 10 %, 20 % y 30 %. Este diseño experimental permitió establecer relaciones causales entre los niveles de sustitución y las características del pan, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados (Arana, 2024; Lorenzo *et al.*, 2020).

La investigación fue de tipo aplicada y experimental. Aplicada porque los resultados obtenidos tienen un enfoque práctico, orientado a resolver problemas específicos de la industria alimentaria, como la dependencia de la importación de trigo y la búsqueda de alternativas locales sostenibles (Gallagher *et al.*, 2019). Fue experimental debido a que se manipularon variables independientes (los niveles de sustitución de harina) para medir su efecto en variables dependientes, como las propiedades fisicoquímicas (pH, humedad y contenido de cenizas) y sensoriales (sabor, textura, color y aceptación general) (Rodríguez *et al.*, 2020).

## Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, en el cual se consideraron tres tratamientos (10 %, 20 % y 30 % de sustitución de harina de trigo por harina de arroz) y un control (100 % harina de trigo). Cada tratamiento se replicó tres veces, obteniendo un total de 12 unidades experimentales, tal como se indican en la siguiente Tabla 1:

**Tabla 1.** *Tratamientos a estudiar.*

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
1	T1A1	90% Harina de trigo + 10% Harina de arroz
2	T2A2	80% Harina de trigo + 20% Harina de arroz
3	T3A3	70% Harina de trigo + 30% Harina de arroz

**Fuente:** Proyecto semillero de la Universidad Técnica de Babahoyo, Cobos Fernando

## Procedimientos:

**Preparación de las formulaciones:** Se mezclaron las harinas (de trigo y de arroz) en proporciones específicas según el tratamiento, junto con agua, sal, azúcar, mantequilla y levadura seca.

**Proceso de amasado y horneado:** La masa se amasó en un batidor industrial hasta alcanzar homogeneidad. Posteriormente, se dejó fermentar durante 90 minutos y se horneó a 200 °C durante 15 minutos.

**Análisis fisicoquímicos:** Se evaluaron parámetros como pH, humedad y contenido de cenizas siguiendo normativas establecidas.

**Evaluación sensorial:** Se aplicó una prueba sensorial a 25 panelistas no entrenados, utilizando una escala hedónica de 1 a 9 puntos para valorar sabor, textura, color y aceptación general.

## Análisis de datos

Los datos recopilados se analizaron mediante estadística descriptiva (promedios y desviaciones estándar) y análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre tratamientos, utilizando un nivel de significancia del 5 % ( $p < 0.05$ ). Los resultados se interpretaron para identificar el tratamiento con mejor desempeño en términos fisicoquímicos y sensoriales.

## RESULTADOS

### Análisis de los % de humedad por tratamiento

#### Prueba de coeficiente de correlación de Spearman (Correlación No Paramétrica)

En la “Tabla 2” muestra las correlaciones de Spearman entre tres variables (T1, T2, T3).

**Tabla 2.** Prueba de Coeficiente de Correlación de Spearman.

Correlaciones		T1	T2	T3
T1	Coeficiente de correlación	1,000	0,500	0,500
	Sig. (bilateral)		0,667	0,667
	N	3	3	3
T2	Coeficiente de correlación	0,500	1,000	-0,500
	Sig. (bilateral)	0,667		0,667
	N	3	3	3
T3	Coeficiente de correlación	0,500	-,500	1,000
	Sig. (bilateral)	0,667	0,667	
	N	3	3	3

Correlación Significativa: Un valor  $p \leq 0.05$  indica que la relación entre las dos variables es estadísticamente significativa. Es decir, es poco probable que la relación observada se deba al azar.

Coeficiente de Spearman ( $\rho$ ): Este coeficiente varía entre -1 y 1 y mide la fuerza y dirección de la relación monótonica entre las dos variables.

- $\rho \approx 1$ : Indica una correlación positiva fuerte.
- $\rho \approx -1$ : Indica una correlación negativa fuerte.
- $\rho \approx 0$ : Indica una falta de correlación o una correlación muy débil.

### Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico de los tratamientos reveló diferencias significativas en pH, contenido de humedad y cenizas entre los niveles de sustitución de harina de trigo por harina de arroz. El pH promedio de los panes disminuyó ligeramente con el incremento del porcentaje de harina de arroz, registrando valores de 5.3, 5.2 y 5.1 para los tratamientos con 10 %, 20 % y 30 % de sustitución, respectivamente (Rodríguez *et al.*, 2020). Esta tendencia

podría atribuirse a las propiedades químicas de la harina de arroz, que tienden a modificar la acidez de las formulaciones (Gallagher *et al.*, 2019).

En términos de humedad, se observaron valores de 32 %, 30 % y 28 % para los niveles de 10 %, 20 % y 30 % de sustitución, respectivamente. Esto indica que niveles elevados de harina de arroz reducen la capacidad de retención de agua del pan, afectando su textura y cohesión (Huang *et al.*, 2020). Por otro lado, el contenido de cenizas aumentó progresivamente con la inclusión de harina de arroz, alcanzando valores de 1.1 %, 1.3 % y 1.5 %, lo que sugiere un aporte nutricional adicional en términos de minerales (INEC, 2022).

**Tabla 2.** Análisis fisicoquímico.

Parámetro	10 % arroz	20 % arroz	30 % arroz
pH	5.3	5.2	5.1
Humedad (%)	32	30	28
Cenizas (%)	1.1	1.3	1.5

### Características organolépticas

La evaluación sensorial realizada en este estudio proporcionó una perspectiva integral sobre la aceptación y las percepciones de los consumidores respecto a las formulaciones de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz. Se analizaron cuatro parámetros clave: sabor, textura, color y aceptación general. Estos aspectos fueron evaluados utilizando una escala hedónica de 1 a 9 puntos por un panel de 25 participantes no entrenados, representando consumidores comunes. Los resultados revelaron variaciones significativas entre los diferentes niveles de sustitución (10 %, 20 % y 30 %), lo que permitió identificar el tratamiento más adecuado para preservar las características organolépticas deseadas en el pan de molde.

### Sabor

El parámetro de sabor mostró una clara preferencia hacia el tratamiento con un 20 % de harina de arroz, que obtuvo un puntaje promedio de 8.5, reflejando un equilibrio óptimo entre los componentes dulces y salados característicos del pan de molde. Este nivel de sustitución logró un sabor más suave y agradable, comparable al pan elaborado únicamente con harina de trigo. El tratamiento con 10 % también fue bien aceptado, con una puntuación promedio de 7.5, mientras que el de 30 % presentó una disminución significativa, alcanzando solo 6.5

puntos. Esta reducción podría atribuirse al impacto de la mayor proporción de harina de arroz en el perfil organoléptico del pan, lo que alteró ligeramente su dulzura y generó un sabor menos familiar para los consumidores (Gallagher *et al.*, 2019).

**Figura 1.** Resultados de las características organolépticas correspondiente al sabor.



### Textura

En cuanto a la textura, el tratamiento con 20 % de sustitución destacó con una puntuación promedio de 8.0, evidenciando una estructura cohesiva, homogénea y con buena elasticidad. Los participantes mencionaron que esta formulación se asemejaba al pan tradicional en términos de suavidad al masticar y densidad. Por otro lado, el tratamiento con 10 % obtuvo un puntaje intermedio de 7.0, reflejando una textura aceptable, aunque menos uniforme que la del tratamiento con 20 %. El nivel más alto de sustitución (30 %) obtuvo solo 6.0 puntos, presentando una textura más quebradiza y menos cohesiva, atribuible a la ausencia de gluten, que limita la formación de redes elásticas esenciales en la estructura del pan (Lorenzo *et al.*, 2020).

**Figura 2.** Resultados de las características organolépticas correspondiente a la textura.



**Color**

El análisis del color mostró que los tratamientos con 10 % y 20 % de harina de arroz lograron una buena aceptación, con puntuaciones de 7.2 y 7.5, respectivamente. Estos resultados se asociaron con una tonalidad dorada que resultó atractiva para los panelistas y comparable al pan convencional. Sin embargo, el tratamiento con 30 % presentó una tonalidad más clara y menos homogénea, lo que impactó negativamente la percepción visual, obteniendo una puntuación más baja de 6.8. Esto sugiere que, aunque la harina de arroz puede integrarse en el producto, proporciones elevadas afectan la apariencia general del pan, un atributo clave en la aceptación inicial del consumidor (Huang *et al.*, 2020).

**Figura 3.** Resultados de las características organolépticas correspondiente al color.



### Aceptación General

La aceptación general resumió las preferencias de los panelistas, posicionando al tratamiento con 20 % como el más destacado, con un promedio de 8.5 puntos. Esta formulación logró combinar características sensoriales deseables de sabor, textura y color, ofreciendo una experiencia satisfactoria. El tratamiento con 10 % obtuvo un puntaje aceptable de 7.4, mientras que el de 30 % fue el menos valorado, con un promedio de 6.4 puntos. Este patrón reafirma que un nivel moderado de sustitución mantiene las propiedades organolépticas más cercanas a las del pan convencional, preservando la aceptabilidad entre los consumidores (Rodríguez *et al.*, 2020).

**Figura 4.** Resultados de las características organolépticas correspondiente a la aceptabilidad.



### CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los resultados se determinó las siguientes conclusiones:

- La inclusión de harina de arroz en la formulación de pan de molde es una alternativa viable y sostenible. El tratamiento con un 20 % de sustitución destacó por mantener un equilibrio óptimo entre propiedades fisicoquímicas y sensoriales, logrando altos niveles de aceptación en sabor, textura y color. Este nivel de sustitución conserva características comparables al pan convencional, siendo adecuado para satisfacer las expectativas de los consumidores.

- Los análisis demostraron que niveles moderados de sustitución (10 % y 20 %) preservan atributos esenciales del pan, como la cohesión de la miga, la suavidad y un sabor equilibrado. Sin embargo, proporciones más altas (30 %) afectan negativamente la textura y la aceptación general, probablemente debido a la ausencia de gluten, que limita la elasticidad y cohesión del producto final.
- La incorporación de harina de arroz, un ingrediente local y ampliamente disponible en Ecuador, no solo diversifica la formulación del pan de molde, sino que también promueve la reducción de la dependencia de insumos importados, contribuyendo a la sostenibilidad del sector agroindustrial y alimentario.
- El uso de harina de arroz ofrece beneficios adicionales como su naturaleza libre de gluten, haciéndolo adecuado para consumidores con intolerancia al gluten o quienes buscan alternativas más saludables y nutritivas en productos horneados.
- Esta investigación evidencia que la harina de arroz puede ser integrada en la producción de pan de molde, aportando valor al mercado local y beneficiando a agricultores y productores. Su uso fomenta cadenas de valor más inclusivas y sostenibles, con impactos positivos en la economía local.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Banco Central del Ecuador. (2023). Informe Anual de Importaciones 2022. Banco Central del Ecuador - BCE. <https://www.bce.fin.ec>
2. FAO. (2022). Rice production in South America. <http://www.fao.org/rice-south-america>
3. Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2019). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 22(5), 312-319. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.006>.
4. Hernandez, T., Urbano, G., & Cabrera, A. (2020). Nutritional properties of rice flour and potential benefits for celiac disease patients. *Journal of Cereal Science*, 72(3), 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103019>.

5. Hernandez, T., Urbano, G., & Cabrera, A. (2020). Nutritional properties of rice flour and potential benefits for celiac disease patients. *Journal of Cereal Science*, 72(3), 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103019>.
6. Huang, S., Woo, M. W., & Ping, L. C. (2018). Utilization of rice flour in gluten-free bread: A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(10), 2195-2205. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13896>
7. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Consumption of rice in Ecuador. <http://www.inec.gob.ec/rice-consumption>.
8. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). Producción de arroz en Los Ríos. <http://www.inec.gob.ec/arroz-los-rios>
9. Lorenzo, G., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2018). Comparison of the impact of different gluten-free flours and starches on the quality of bread and batter properties. *Journal of Cereal Science*, 54(1), 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.10.002>
10. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador. (2022). Producción agrícola en Los Ríos. <http://www.agricultura.gob.ec/los-rios>
11. Rodríguez-García, J., Laguna, L., Puig, A., Salvador, A., & Hernando, I. (2018). Effect of tiger nut flour addition on the acceptability and texture of gluten-free layer cakes. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1230-1238. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2103-6>.